

М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ  
КОНСЕРВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ  
*НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК*

Тернопіль, 2023

УДК 664

Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання консервної промисловості: навч. посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 284 с.

**ISBN 978-617-7875-70-2**

*Укладачі:*

Віктор ВОРОЩУК, кандидат технічних наук  
Марія Шинкарик, кандидат технічних наук, доцент

*Рецензенти:*

Ігор БОЧАР, кандидат технічних наук, доцент  
(Тернопільський національний педагогічний  
університет імені Володимира Гнатюка.)  
Михайло ПИЛИПЕЦЬ, доктор технічних наук, професор  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Рекомендовано до друку

Вченою радою Тернопільського національного технічного університету імені  
Івана Пулюя

Протокол № 4 від 24 квітня 2023

В посібнику описані конструкції, принцип роботи і умови експлуатації технічного обладнання консервних виробництв. Подані як давно відомі типові конструкції, так і сучасні розробки вітчизняних і зарубіжних фірм, вказані напрямки удосконалення обладнання. Наведені основні розрахунки технологічних машин і апаратів, необхідні для визначення їх продуктивності, належної потужності, витрат робочих середовищ.

Посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», 181 «Харчові технології», а також інженерно-технічних працівників консервних підприємств.

**ISBN 978-617-7875-70-2**

© Марія ШИНКАРИК, Віктор ВОРОЩУК, 2023

© ФОП Паляниця В.А., 2023

## Зміст

Зміст .....	3
Вступ.....	6
Глава 1. Транспортні засоби в консервній промисловості .....	10
1.1 Транспортери .....	10
1.2 Насоси.....	15
1.2.1 Відцентрові насоси.....	16
1.2.2 Насоси об'ємної дії .....	19
1.2.3 Гвинтові насоси .....	22
1.2.4 Поршневі і плунжерні насоси .....	23
2.1 Властивості миючих струмин .....	27
2.2 Класифікація обладнання для миття сировини.....	28
2.3 Обладнання для миття сировини .....	29
2.4 Обладнання для миття склотари і ящиків.....	36
2.5 Машини для миття жерстяної тари .....	39
2.6 Технічні засоби для миття технологічного обладнання.....	40
2.7 Автоматизовані установки для миття технологічних ліній.....	42
2.8 Установка для безрозбірного миття пастеризаційно-охолоджувальних установок.....	43
2.9 СПП – миття .....	44
Глава 4. Обладнання для очищення і різання.....	57
4.1 Класифікація обладнання для очищення і різання .....	57
4.2 Механізми та обладнання різання плодів і овочів.....	59
Глава 5. Обладнання для подрібнення сировини.....	66
5.1 Машини для подрібнення плодів й овочів .....	66
5.2 Гомогенізатори .....	70
5.2.1. Конструктивні особливості гомогенізаторів.....	70
5.2.1 Основні розрахунки гомогенізаторів .....	76
Глава 6. Машини для протирання і фінішування .....	79
6.1 Особливості процесу протирання.....	79
6.2 Протиральні машини і фінішери .....	80
Глава 7. Обладнання для розділення.....	93
7.1 Преси .....	93
7.2 Обладнання для освітлення соків .....	98
7.3 Обладнання для баромембранних процесів в консервній промисловості.....	106

7.3.1 Фізико-хімічні основи й основні закономірності баромембранних процесів .....	106
7.3.2 Апарати для проведення барометричних процесів .....	108
7.3.3 Основні розрахунки .....	112
Глава 8. Апарати для бланшування, розварювання і підігрівання.....	114
8.1 Апарати для теплової обробки.....	114
8.2 Розрахунок бланшувачів .....	129
8.3 Розрахунок підігрівачів .....	131
Глава 9 Стерилізатори і пастеризатори.....	135
9.1 Теоретичні основи теплової стерилізації продукту в упаковці.....	135
9.2 Обладнання для теплової стерилізації продукту в герметичній упаковці.....	138
9.2.1 Стерилізатори періодичної дії .....	138
9.2.2 Стерилізатори неперервної дії.....	142
9.3 Стерилізаційні і пастеризаційні установки для стерилізації продуктів в потоці.....	146
9.4 Розрахунок автоклавів .....	154
9.5 Розрахунок пароконтактного нагрівача інжекційного типу.....	158
9.6 Розрахунок пластинчатих теплообмінників.....	162
Глава 10. Обсмажувальні апарати .....	167
10.1. Теоретичні основи тепло- і масообміну в обсмажувальних печах .....	167
10.2. Обсмажувальні печі .....	169
10.3 Конструкції нагрівальних камер обсмажувальних печей.....	173
10.4. Основні недоліки обсмажувальних печей.....	175
10.5. Розрахунок обсмажувальних печей.....	175
Глава 11. Випарні установки.....	177
Глава 12. Допоміжне обладнання вакуум-випарних установок.....	192
12.1 Конденсатори.....	192
12.2. Пароструменеві апарати .....	196
12.3 Вакуум-насоси .....	199
12.4 Поплавкові конденсатовідвідники .....	201
Глава 13. Сушильні установки.....	204
13.1 Конвективне сушіння.....	205
13.2 Стрічкові сушарки.....	205
13.3 Розпилювальні сушарки .....	208
13.4 Сушіння у завислому шарі .....	213
13.5 Сушка в віброкиплячому шарі.....	218

13.6 Сушіння методом сублімації.....	219
13.7 Кондуктивний спосіб сушіння.....	222
13.8. Сушіння термовипромінюванням .....	224
13.9 Сушіння струмами високої частоти .....	226
13.10 Установа для сушки продукту у вспіненому стані.....	227
13.11 Комбіновані способи сушіння .....	228
Глава 14. Наповнювальні- дозувальні пристрої.....	229
14.1 Тара і упаковка .....	229
14.2 Наповнювальні-дозувальні машини.....	235
14.3. Розрахунок тривалості наповнення консервної тари .....	239
14.4 Наповнювачі рідких продуктів.....	242
14.5 Наповнювачі в'язких продуктів.....	246
14.6 Наповнювач плодів .....	248
14.7 Обладнання для фасування компонентів м'ясних консервів.....	249
14.8 Обладнання для фасування в полімерні пакети і коробочки .....	251
Глава 15. Закатувальні і етикетувальні машини .....	260
15.1 Машини для герметизації скляної і бляшаної тари.....	260
15.2 Етикетувальні машини.....	274
Література .....	282

## Вступ

Харчова промисловість України - одна з провідних галузей народногосподарського комплексу. За обсягом валової продукції вона посідає друге місце після машинобудування і металообробки, третє за кількістю робітників, п'яте за вартістю основних виробничих фондів. Харчова промисловість об'єднує 22 спеціалізовані галузі.

Особливістю харчової промисловості є високий рівень матеріалоемності виробництва. Так, в структурі собівартості харчових продуктів, витрати на сировину і матеріали складають 85-90%. В цей же час харчова промисловість України характеризується низьким рівнем автоматизації і механізації і відстає від економічно розвинутих країн.

Однією з причин такого відставання є низький рівень концентрації виробництва. Так, на даний час в Україні функціонує більше 16 тис. підприємств харчової промисловості. Особливо багато їх в борошно-круп'яній, м'ясній, плодоовочевій та олієжировій галузі. Тому підвищення рівня концентрації виробництва для харчової промисловості є основним із завдань. Тільки у великому виробництві економічно ефективно комбінувати процеси, що забезпечують утилізацію відходів і комплексне використання сировини, зниження сезонності виробництва, впровадження безвідходної технології та охорону навколишнього середовища. Важливими задачами консервної промисловості, зокрема, є випуск дрібно фасованої продукції і випуск продукції повністю готової до споживання або такої, яка потребує мінімальної обробки.

До технологічного обладнання відносяться машини, установки і апарати, в яких харчова сировина піддається структурно-механічним, фізико-хімічним і біологічним змінам, а також машини для розфасування.

За технологічним призначенням технологічне обладнання консервної промисловості можна розділити на наступні групи:

1. Обладнання для доставки сировини на підприємство і транспортування між технологічними операціями.
2. Обладнання для механічної обробки.
3. Обладнання для попередньої теплової обробки.
4. Обладнання для стерилізації і пастеризації.
5. Обладнання для згущення, сушіння і обсмажування.
6. Обладнання для розфасування і упакування продукції.

Все технологічне обладнання можна поділити на машини і апарати.

Характерною особливістю машин є наявність рухомих органів, які безпосередньо механічно діють на продукт. Продукт може змінити свою форму і розміри, але не змінює своїх властивостей. Особливістю апаратів є наявність

реакційного простору (робочої камери), в якому проходять певні реакції, або інші структурні зміни в продукті (теплові, електричні, фізико-хімічні).

Кожна технологічна машина включає двигун, передаточний та виконавчий механізми, живильний механізм, що визначають технологічні можливості машини. Робочими органами машини є ті частини, які безпосередньо взаємодіють з продуктом. Робочі органи поділяються на ті, які обробляють і ті які утримують продукт. Виконавчим механізмом служить система рухомо з'єднаних гнучких або жорстких елементів, що забезпечують рух робочих органів за заданим законом. Передаточний механізм забезпечує передачу руху від двигуна до виконавчого механізму. Кінематична схема передаточного і виконавчого механізмів визначає закони руху робочих органів, швидкості і прискорення окремих ланцюгів системи.

Живильний механізм служить для неперервної або періодичної подачі сировини і може одночасно виконувати роль дозатора.

Крім головних механізмів сучасні машини харчових виробництв оснащені регулюючими механізмами, (для налаштування машини) механізмами керування (для пуску, зупинки, контролю), механізмами захисту і блокування, які служать для запобігання неправильного або несвоєчасного включення або відключення окремих механізмів.

Структурний аналіз кожної машини дозволяє побудувати її технологічну і кінематичну схеми, визначити динамічні умови роботи всіх механізмів, вузлів і деталей.

За структурою робочого циклу розрізняють машини і апарати періодичної і неперервної дії. За ступенем механізації операцій розрізняють машини неавтоматичного робочого циклу, машини напівавтоматичного робочого циклу, машини з повністю автоматизованим циклом.

В машинах неавтоматичного робочого циклу допоміжні (завантаження, вивантаження, переміщення) та інші технологічні операції здійснюються при безпосередній участі дії людини на предмет праці. В таких машинах механізми і знаряддя лиш полегшують працю людини але не заміняють її.

В напівавтоматичних машинах всі основні технологічні операції і процеси виконуються машиною, ручними залишаються деякі транспортні, контрольні та інші допоміжні операції.

В автоматичних машинах технологічні операції і процеси, всі допоміжні операції, включаючи транспортні і контрольні, виконуються машиною.

За принципом взаємодії в виробничому потоці розрізняють окремі машини, агрегати або комплексні машини, комбіновані машини, потокові лінії.

До оцінки будь-якої технологічної машини можна підходити з різних точок зору. З боку споживача - машина є хорошою, коли вона видає якісну і дешеву

продукцію. Для підприємств, що виготовляють продукцію за допомогою цієї машини важливо, щоб вона була високопродуктивна, надійна, зручна і безпечна в експлуатації, економічна і мала невеликі розміри.

Для машинобудівних заводів важливим є те, щоб можна було просто і дешево виготовити машину.

До основних техніко-економічних показників технічного рівня і ефективності машин відносяться коефіцієнт корисної дії, питомі затрати енергії і матеріалоемність. Показником якості машини є механічний к. к. д., що характеризує відношення витрати потужності в самій машині до витрати потужності на виконання певних операцій.

$$\eta = \frac{N_p}{N}$$

де  $N$  - потужність на вхідному валі машини;

$N_p$  - потужність, яку затрачено на виконання технологічної роботи.

В машинах і апаратах пов'язаних з тепловими процесами, основним є тепловий к. к. д., який виражається відношенням корисно спожитої теплоти до всієї те  $Q_p$  теплоти підведеної до нагрівача.

$$\eta = \frac{Q_p}{Q}$$

де  $Q_p$  - кількість корисно спожитої теплоти;

$Q$  - загальна кількість підведеної теплоти.

Затрата енергоресурсів на пуск і роботу машини, віднесена до одиниці випущеної продукції, зветься питомою затратною енергії і дає можливість порівняти між собою економічність машин різних конструкції і різної продуктивності.

Показником якості конструкції машини також є її габарити і вага.

Питома матеріалоемність машини визначається як відношення ваги машини до її продуктивності.

**Продуктивність** машини (апарату) характеризується кількістю продукції, що виготовляється за одиницю часу. Розрізняють три види продуктивності: дійсна, теоретична і технологічна.

**Дійсна продуктивність** визначає кількість продукції  $P$  (кг/год, м<sup>3</sup>/год, шт/год), яку машина видає за одиницю часу, включаючи час, необхідний для досягнення робочого режиму, миття та інше. Для машин періодичної дії:

$$P = \frac{n \cdot Q}{T} = \frac{n \cdot Q}{T_m + T_z} = \frac{n \cdot Q}{\sum T_m + t_0} = \frac{n \cdot Q}{\sum T_p + T_z}$$

де  $T$  – загальна кількість годин роботи машини, год



$$T = T_m + T_z;$$

$T_m$  – машинний час роботи, год;

$T_p$  – час робочого циклу, год;

$T_z$  – час затрачений на зупинки, год;

$n$  – тривалість робочого циклу, год;

$Q$  – кількість продукції, яка виробляється за один цикл (кг/год, м<sup>3</sup>/год, шт/год);

$t_0$  – не циклова затрата часу, віднесена до одного циклу;  $t_0 = \frac{T_z}{n}$ .

**Теоретична продуктивність** - це кількість продукції, яку могла б виготовити машина за одиницю часу при безперервній роботі. Для циклічної машини :

$$P' = \frac{n}{T_m} = \frac{n}{\sum T_p} = \frac{1}{T_p}$$

**Технологічна продуктивність** - це максимально можлива кількість продукції, яку могла б виготовити машина без втрат часу на зупинки.

$$P'' = \eta' \cdot P'$$

Відношення теоретичної продуктивності до технологічної називається коефіцієнтом продуктивності.

$$\eta'' = \frac{P'}{P''}.$$

Продуктивність та решта технічних характеристик машини представлені в її паспорті.

**Паспорт технічного пристрою** та інструкція з експлуатації – документи, що містять відомості, які засвідчують гарантії виробника, значення основних параметрів і характеристик (властивостей) виробу, а також зведення відомості про сертифікацію і утилізацію виробу. У даному документі описується технічний стан виробу після виготовлення, в процесі експлуатації і після ремонту.

Паспорт (формуляр) на виріб містить: основні відомості про виріб; основні технічні дані; індивідуальні особливості виробу; комплектність; ресурси, терміни служби і зберігання, гарантії виробника (постачальника).

Основні технічні дані про машину чи апарат включають: продуктивність (кг/год, м<sup>3</sup>/год, шт/год); потужність встановлених електродвигунів (кВт); масу обладнання (кг); габаритні розміри довжина, ширина, висота (м); витрати робочих середовищ: пари, води, повітря та ін.; особливі вимоги експлуатації.

## Глава 1. Транспортні засоби в консервній промисловості

Транспортні засоби в консервній промисловості забезпечують взаємозв'язок між окремими машинами та апаратами потокових технологічних ліній, цехами та дільницями. Для транспортування плодів і овочів використовуються транспортери для соків та іншої сировини з невисокою в'язкістю насоси.

### 1.1 Транспортери

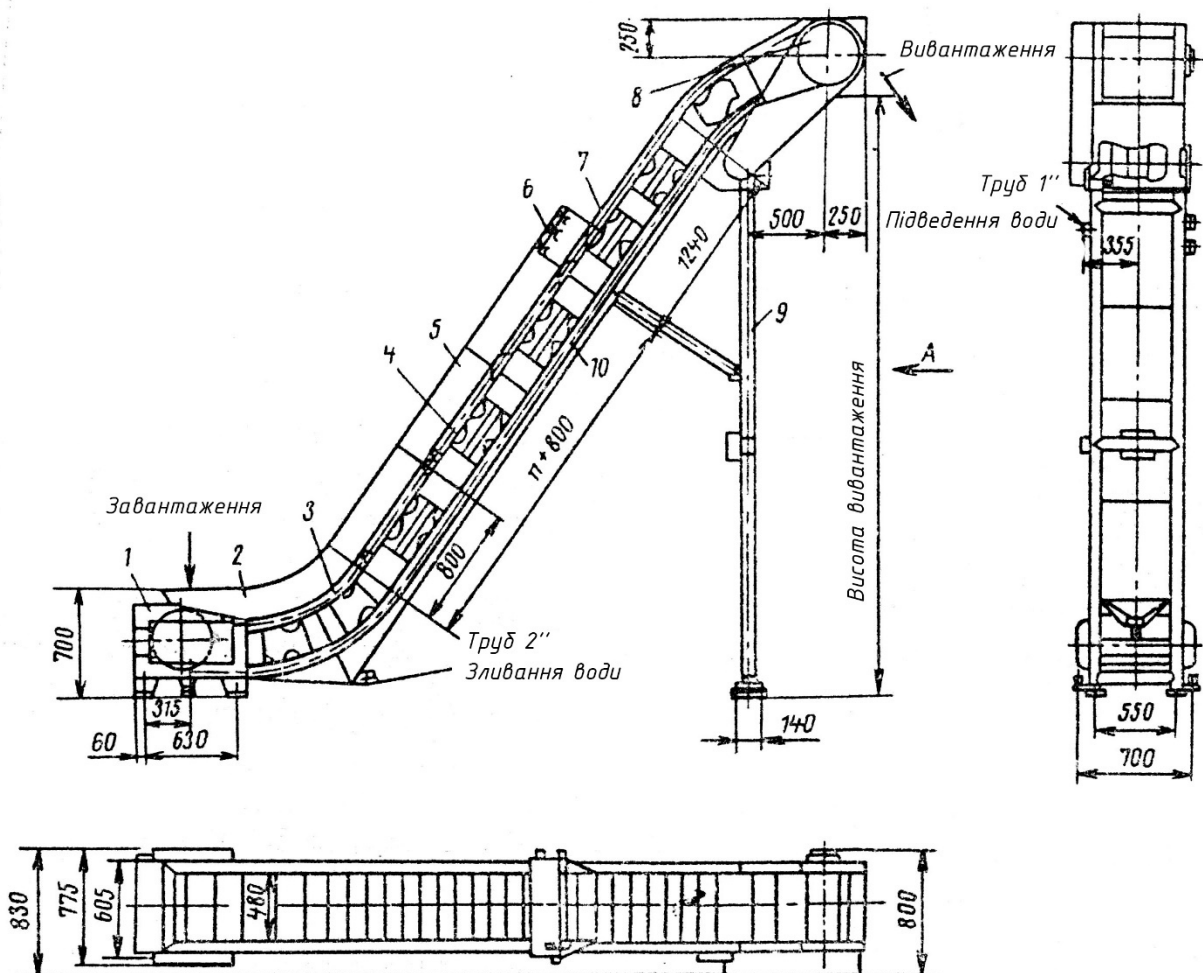


Рис. 1.1. Елеватор Р9-КТ2-Э:

1 - натяжна станція; 2 - бункер; 3 - дугоподібна секція; 4 - ківш; 5 - огорожа; 6 - душовий пристрій; 7 - пряма секція; 8 - приводна станція; 9 - стійка; 10 - жолоб.

**Елеватор Р9-КТ2-Э («гусяча шия»)** (рис. 1.1) призначений для транспортування насипом на певну висоту і довжину овочів, фруктів і інших продуктів. Використовується для взаємозв'язку машин в тих випадках, коли

вузол вивантаження попередньої знаходиться нижче вузла завантаження наступної.

Продуктивність технічна при транспортуванні, т/год:

гороху	13,5
овочів	9
фруктів	5,85
Встановлена потужність, кВт:	0,8

Елеватор «Гусяча шия» випускається в чотирьох модифікаціях (табл. 1.1).

Табл. 1.1. Технічні дані елеваторів.

Показники	P9KT2Э	P9KT2-Э-01	P9-КТ2-Э-02	P9-КТ2-Э-03
Число прямих коротких секцій	3	2	1	0
Займана площа, м <sup>2</sup>	4,05	3,67	3,29	2,90
Висота підйому, м	3,900	3.245	2,590	1,935
Маса, кг	800	730	660	590

Приводна 8 і натяжна 1 станції в елеваторі (рис. 1.1) з'єднуються між собою за допомогою прямих 7 і дугоподібних 3 секцій.

Ковшовий транспортер складається з двох втулково-роликових тягових ланцюгів з порожнистими валиками (осями) і ковшів 4. Ковші зварні з нержавіючого листового прокату. Корпус ковша виконується перфорованим або може виготовлятися без перфорації.

Стійка 9 зварюється з труб з перемичками. Душовий пристрій 6 складається з двох труб з соплами, поперечної труби і штуцера з різьбою для під'єднання до водопровідної мережі. Набір піддонів утворює жолоб 1 коробчастого перерізу. Сировина подається у бункер 2. Для уникнення розсипання сировини елеватор оснащений бічними огороженнями 5.

Електроустаткування розташоване в електрошафі, встановлений поза елеватором.

**Конвеєр стрічковий А9-КТБ** (рис.1.2) призначений для транспортування під кутом до горизонтальної площини плодоовочевої сировини і може використовуватися в комплексах переробки плодів та овочів (крім грубо габаритних: кавуни, дині тощо)

Технічна характеристика

Продуктивність, кг/год, не менше	2000
Споживання електроенергії, кВт, не більше	0,5

Висота розвантаження, мм:	
при куті нахилу 20°, не більше	1500
при куті нахилу 45°, не більше	2850
Ширина стрічки, мм	400
Швидкість руху стрічки, м/с, не більше	0,4
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	3530
ширина	900
висота	2800

**Конвеєр А9-КТБ** складається з наступних складових частин: корпусу 1, привідної 2 та натяжної 3 станцій, механізму підйому 4, стрічки 5, електрообладнання 6.

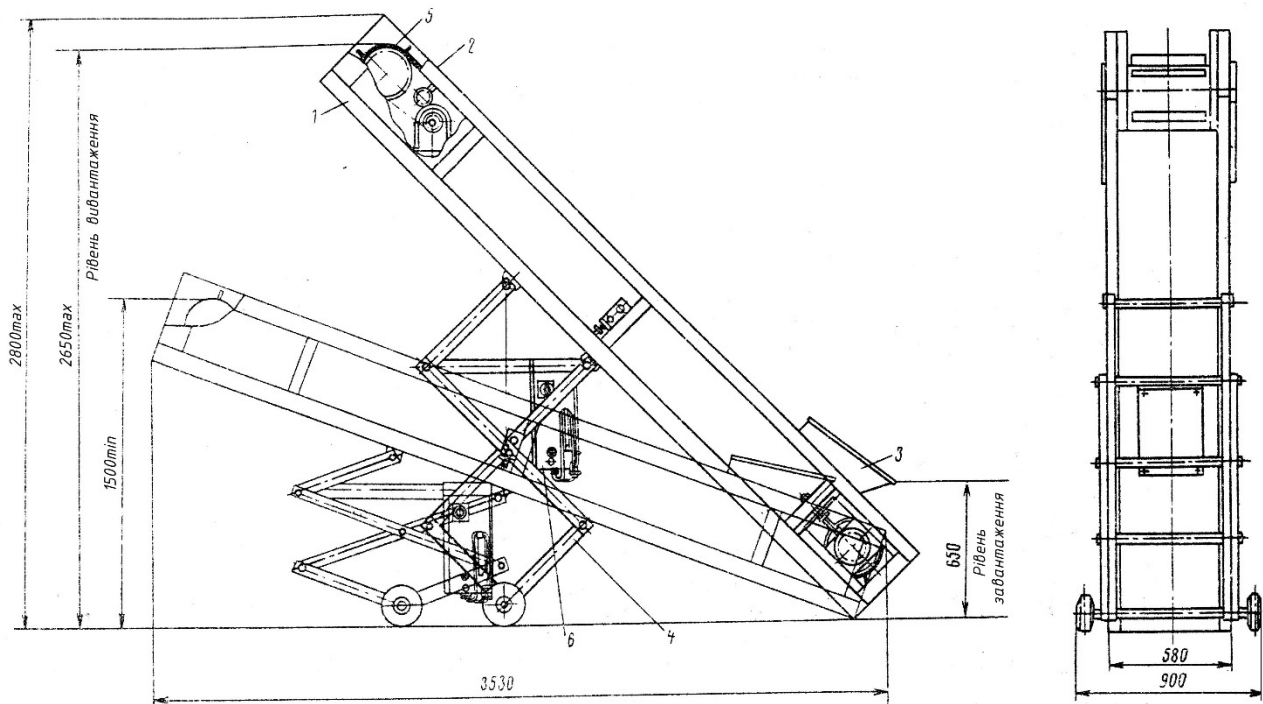


Рис. 1.2. Загальний вигляд конвеєра А9-КТБ:

1 – корпус; 2 – привідна станція; 3 – натяжна станція; 4 – механізм підйому; 5 – електрообладнання; 6 – гвинтова пара..

Конвеєр являє собою зварний корпус, жорстко з'єднаний з механізмом підйому. На корпусі конвеєра змонтовані привідна і натяжна станції. До механізму підйому кріпляться два колеса, завдяки яким конвеєр може легко перевстановлюватися.

Привідна станція розміщена в верхній частині конвеєра між верхньою і нижньою гілками стрічки, передає рух стрічці з оребренням, яка транспортує продукт під кутом до горизонтальної площини.

Натяжна станція забезпечує натяг стрічки, достатній для передачі тягового зусилля.

Зміна кута нахилу конвеєра і тим самим висоти розвантаження його досягається за допомогою механізму підйому, що виконаний у вигляді пантографа (при допомозі гвинтової пари).

Електрообладнання конвеєра складається з ящика з пускозахисною апаратурою, який розміщений на пантографі, кнопкової станції і мотор-редуктора, встановлених на корпусі конвеєра.

**Транспортер інспекційний роликівий КТО** (рис.1.3) призначений для інспекції та ополіскування овочів і фруктів. Використовується на підприємствах консервної промисловості.

Технічна характеристика

Продуктивність, (по помідорах), кг/год,	2000
Витрата води (при тиску в магістралі 0,2...0,5 МПа), м <sup>3</sup> /год	3
Швидкість руху транспортного полотна, м/с,	0,4
Ширина транспортного полотна, мм	400
Встановлена потужність, кВт	0,6
Габаритні розміри, мм, не більше:	
Довжина	4250
Ширина	1212
Висота	1700
Маса, кг	570

Транспортер КТО складається з каркасу 3, транспортерного полотна 1, завантажувального бункера 2, кишень 4 і душового пристрою 6.

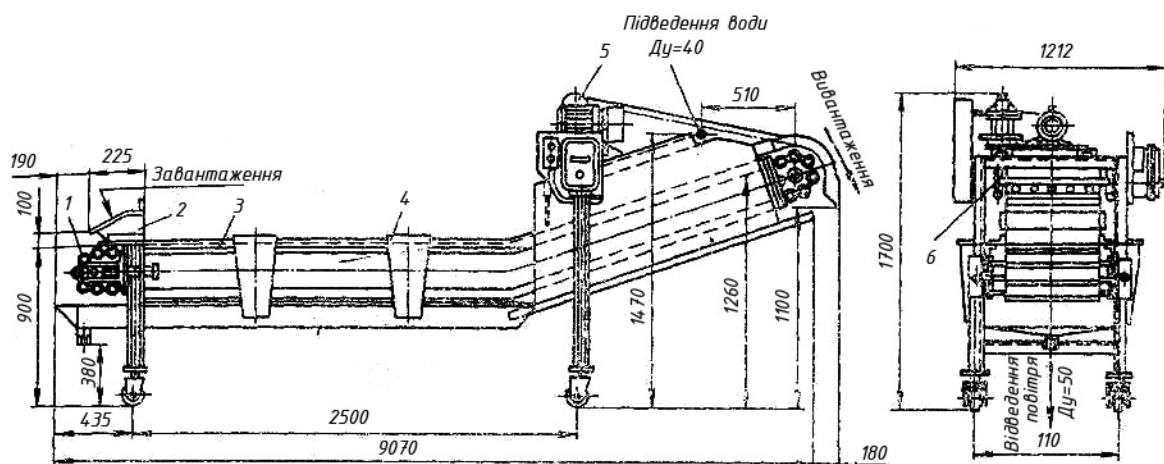


Рис. 1.3. Загальний вигляд транспортера КТО:

1 – транспортне полотно; 2 – завантажувальний бункер; 3 – каркас; 4 – кишень; 5 – привід; 6 – душовий пристрій.

Каркас транспортера являє собою зварну конструкцію з кутників та швелерів. На каркасі закріплені підшипники ведучого та натяжного валів із зірочками. Зірочки несуть на собі тяговий ланцюг з транспортерним полотном, виконаним з дюралюмінієвих роликів діаметром 70 мм.

При русі полотна ролики перекочуються по гумових направляючих змушуючи повертатися, продукт, що знаходиться на них, що забезпечує кращі умови інспекції

Транспортне полотно по боках обмежуються дюралюмінієвими бортами, що запобігають потраплянню продукту на ланцюг. Для запобігання потрапляння продукту на ланцюг.

На полотно продукт поступає через завантажувальний бункер, оснащений засувкою, що регулює товщину шару продукту. Для видалення відходів по довжині транспортера з обох сторін розміщені спеціальні кишені.

Продукт, який пройшов інспекцію, ополіскується водою з душового пристрою, встановленого над нахиленою частиною транспортера. Вивантаження продукту проводиться через регульований по висоті лоток.

Привід 5 транспортера здійснюється від електродвигуна через редуктор, клинопасову та ланцюгову передачі.

В випадку переналаштування технологічної лінії конструкція транспортера передбачає встановлення і перекочування його на катках.

Кінематична схема зображена на рис.1.4.

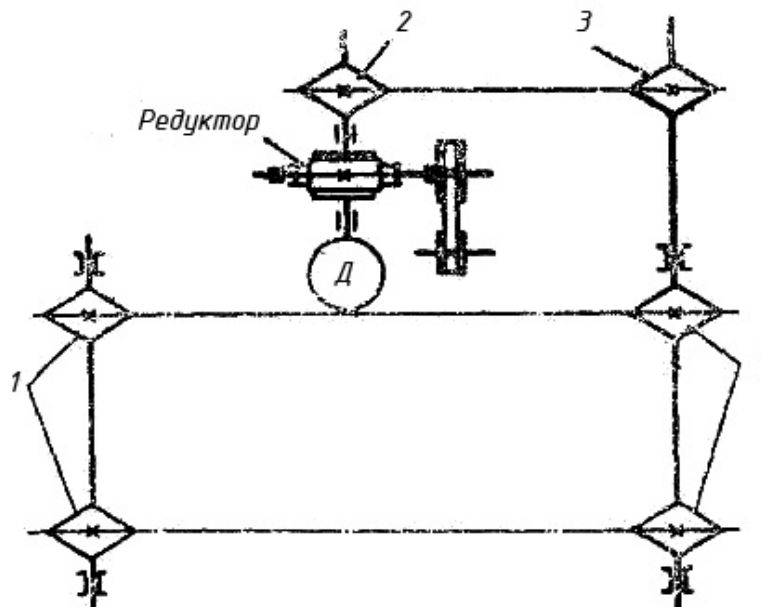


Рис. 1.4. Кінематична схема транспортера КТО:  
1 – зірочка транспортера; 2, 3 – зірочки приводу.

## 1.2 Насоси

Насоси в консервній промисловості використовуються:

- для транспортування рідких і пастоподібних продуктів;
- для переміщення продукту через апарати під час обробки;
- для регулювання продуктивності ліній і апаратів.

За принципом дії насоси розділяють на два класи: об'ємної дії і відцентрові.

В насосах об'ємної дії перекачування рідини проходить шляхом витіснення певних об'ємів продукту із замкнутого простору робочими органами насосів (поршнями, плунжерами, кулачками), у відцентрових - під дією відцентрової сили.

### Основні параметри насосів :

подача ( $m^3$ ) – кількість рідини, яку насос перекачує за одиницю часу;

тиск насоса (Па) – величина, яка визначається за залежністю:

$$P = P_k - P_n + \rho \frac{V_k^2 - V_n^2}{2} + \rho \cdot g (Z_k - Z_n),$$

де  $\rho$  – густина продукту,  $kg/m^3$ ;

$P_k, P_n$  – тиск на виході і вході в насос;

$V_k, V_n$  – швидкості руху рідини на виході і вході насоса,  $m/s$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння  $m^2/s$ ;

$Z_k, Z_n$  – висота центру ваги січення виходу і входу насоса,  $m$ ;

напір насоса – приріст механічної енергії, яку надає насос 1  $kg$  рідини, що проходить через нього. Напір вимірюється в метрах або в атмосферах.

Теоретична потужність, яку споживає насос:

$$N_m = Q \cdot P,$$

де  $Q$  – подача насоса,  $m^3/s$ ;

$P$  – тиск насоса, Па.

Потужність, яку реально споживає насос визначають за формулою:

$$N_e = \frac{N_m}{\eta_n},$$

де  $\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії насоса.

$$\eta_n = \eta_{об} \cdot \eta_z \cdot \eta_{мех},$$

де  $\eta_{об}$  – об'ємний коефіцієнт корисної дії (враховує протікання рідини через нещільності);

$\eta_g$  – гідравлічний коефіцієнт корисної дії (являє собою відношення дійсного напору до теоретичного);

$\eta_{мех}$  – механічний коефіцієнт корисної дії (характеризує втрати потужності на механічне тертя).

Потужність, яку споживає електродвигун :

$$N_{дв} = \frac{N_e}{\eta_{пер} \cdot \eta_{дв}},$$

де  $\eta_{пер}$  – коефіцієнт корисної дії передач;

$\eta_{дв}$  – коефіцієнт корисної дії двигуна.

Встановлену потужність двигуна приймають більшою  $N_{дв}$ , враховуючи можливі перевантаження, що виникають в момент пуску насоса:

$$N_{вст} = \beta \cdot N_{дв},$$

де  $\beta$  – коефіцієнт запасу потужності.

### 1.2.1 Відцентрові насоси

**Відцентрові насоси** використовуються для перекачування рідких продуктів типу соків.

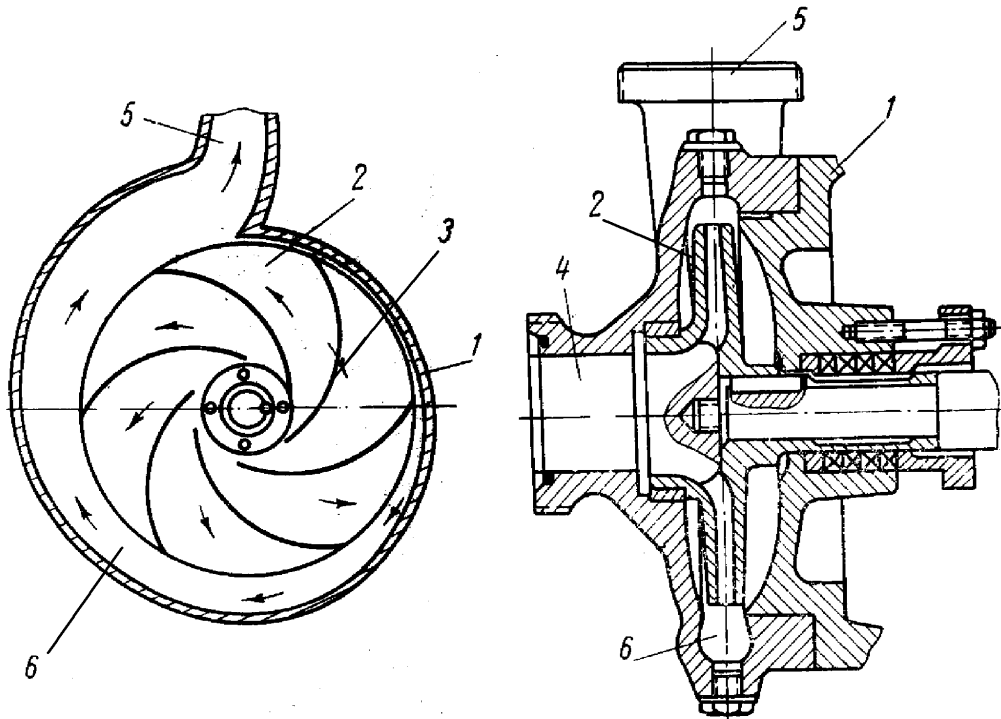


Рис. 1.5. Відцентровий насос:

1 – корпус; 2 – лопатеве колесо; 3 – лопаті; 4 – патрубок для надходження продукту; 5 – патрубок для відведення продукту; 6 – канал для руху продукту.



Основним робочим органом насоса (рис.1.5) є лопатеве колесо 2, розміщене в корпусі 1. Корпус має патрубок для підводу рідини до лопатевого колеса та патрубок для відведення потоку рідини від нього.

Робоче колесо складається з двох дисків, між якими розміщені лопаті 3, що утворюють криволінійні канали для проходження рідини.

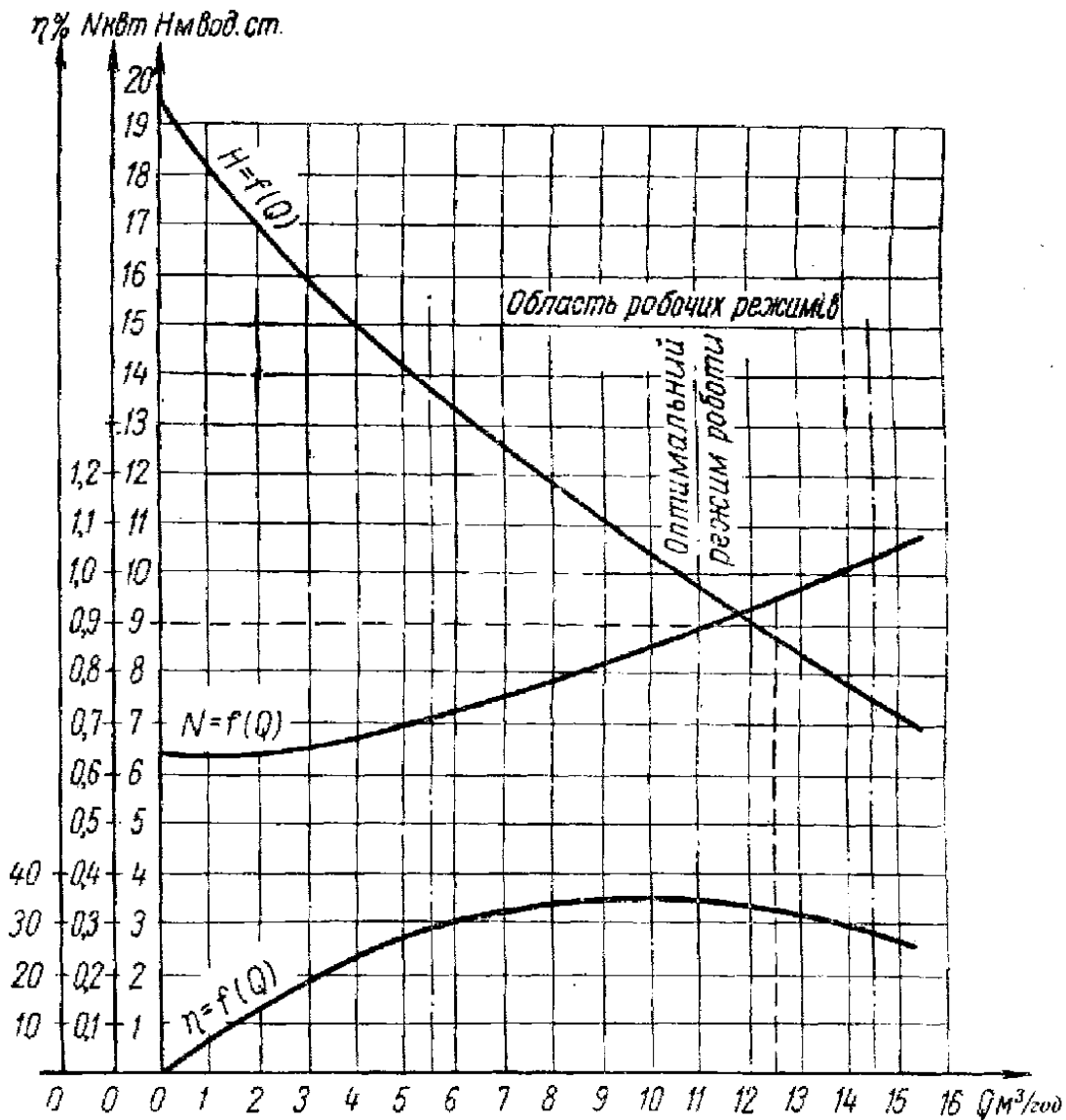


Рис. 1.6. Характеристики відцентрового насоса МЦС12-10.

В камеру робочого колеса рідина надходить через отвір в центрі одного диска і виходить під дією відцентрової сили з каналу 6 по колу. Вхідний отвір 4 з'єднаний зі всмоктуючим чи всмоктувальний на рис всмоктувальний. При виході з робочого колеса в ньому створюється вакуум, що забезпечує неперервне надходження нових порцій продукту. Внаслідок цього відцентровий насос не може створювати розрідження і всмоктувати рідину, якщо всмоктуючий трубопровід заповнено повітрям. Обов'язковою умовою роботи відцентрового

насоса є початкове повне заповнення корпусу та всмоктуючого трубопроводу рідиною.

Характеристикою відцентрового насоса називається крива, яка визначає взаємозв'язок об'ємної подачі з напором, потужністю і коефіцієнтом корисної дії насоса ( $H = f(Q)$ ,  $N = f(Q)$ ,  $\eta = f(Q)$ ). Характеристика відцентрового насоса (рис. 1.6) наводиться в технічному паспорті.

Згідно з характеристикою можна вибрати оптимальні режими роботи насоса, тобто напір і подачу, які відповідають максимальним значенням коефіцієнту корисної дії.

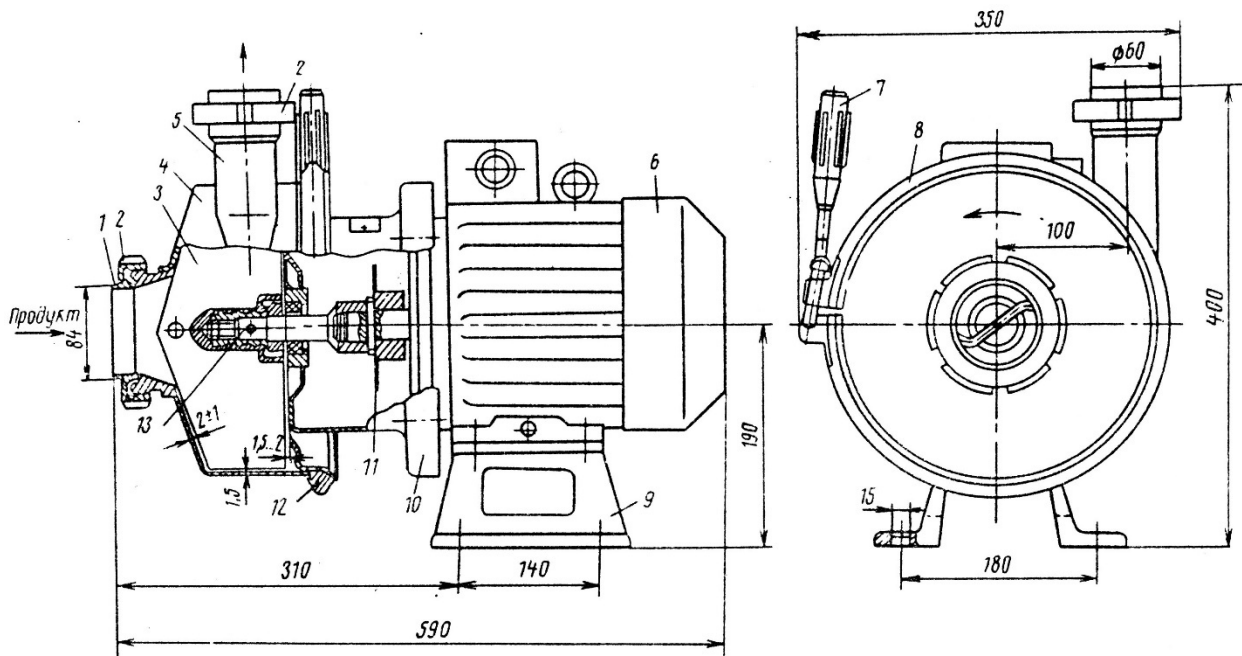


Рис.1.7. Загальний вид насоса А9-КНА:

1 – всмоктувальний патрубок; 2 – гайка; 3 – лопатеве колесо; 4 - корпус; 5 – нагнітальний патрубок; 6 – електродвигун; 7 – ручка затискача; 8 – затискне кільце; 9 – опора; 10 – корпус; 11 – муфта; 12 – ущільнюоче кільце; 13 – наконечник.

При встановленні відцентрових насосів в технологічні лінії на всмоктувальній і нагнітальній лінії необхідно встановити вентилі. Продуктивність насоса можна регулювати, перекриваючи кран на нагнітальній лінії. Регулювати продуктивність насоса вентилем на всмоктуючій лінії не можна, оскільки це призведе до підвищеного піноутворення.

Під час пуску насоса спочатку повністю відкривають кран на всмоктуючій лінії, включають електродвигун, а потім відкривають кран на нагнітальній лінії. При зупинці - навпаки.

Насоси з гумовими ущільнюючими манжетами і торцевими ущільнювачами не можна запускати в роботу без продукту більш ніж на 1 - 1,5

хв. Продукт, який передає насос, виконує роль змащуючої і охолоджуючої рідини. Якщо рідина не поступає в насос, його необхідно терміново відключити.

### 1.2.2 Насоси об'ємної дії

Насоси об'ємної дії можна розділити на дві групи: роторні, в яких робочі органи здійснюють обертовий рух (шестерні, коловоротні, пластинчаті та ін.) та насоси, в яких робочий орган виконує зворотно-поступальний рух.

Максимальний тиск, який може розвинути насос об'ємної дії, залежить від механічних характеристик робочих органів, точності виготовлення і потужності двигуна.

Теоретична залежність між тиском і подачею насоса являє пряму лінію. Реальна характеристика насосу (рис. 1.8) відображає можливе перетікання рідини між корпусом і робочими органами при збільшенні тиску.

Для попередження можливого пошкодження насоса у випадку різкого збільшення тиску нагнітання (наприклад, у випадку закупорювання трубопроводу) насоси об'ємної дії оснащуються перепускними клапанами, які встановлюють або безпосередньо в насосі, або в трубопроводах. Запобіжний клапан забезпечує повний перепуск перекачуваної рідини із лінії нагнітання в лінію всмоктування при підвищенні тиску вище допустимого значення. В цьому випадку подача насоса знижується до нуля.

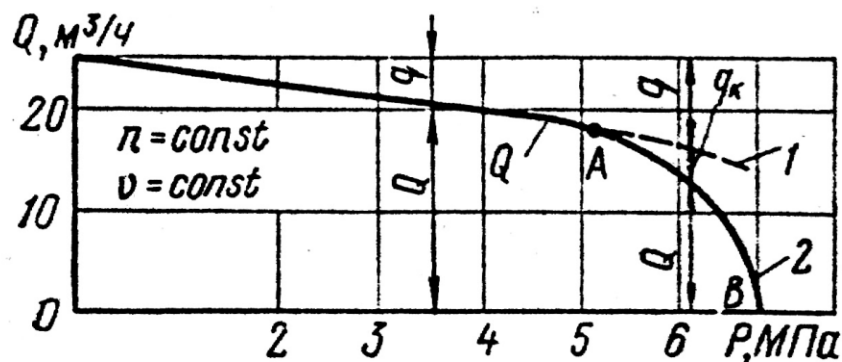


Рис. 1.8. Характеристика насоса об'ємної дії:

1 – можливе положення кривої без перепуску рідини; 2 – робота насоса з перепуском рідини через запобіжний клапан; А – початок відкриття запобіжного клапана; В – повний перепуск рідин з нагнітальної частини у всмоктууючу;  $q$  – витікання рідини в робочих органах;  $q_k$  – витікання рідини через запобіжний клапан.

**Шестерні насоси** належать до об'ємних роторних насосів.

Шестерні насоси (рис. 1.9) створюють меншу механічну дію на продукт і дозволяють одержати значно більший тиск, ніж відцентрові. Об'ємна подача шестерного насоса визначається розмірами його робочих органів і числом обертів за хвилину. В певній мірі, вона залежить від в'язкості рідини, гідравлічних втрат власне в насосі і тиску нагнітання.

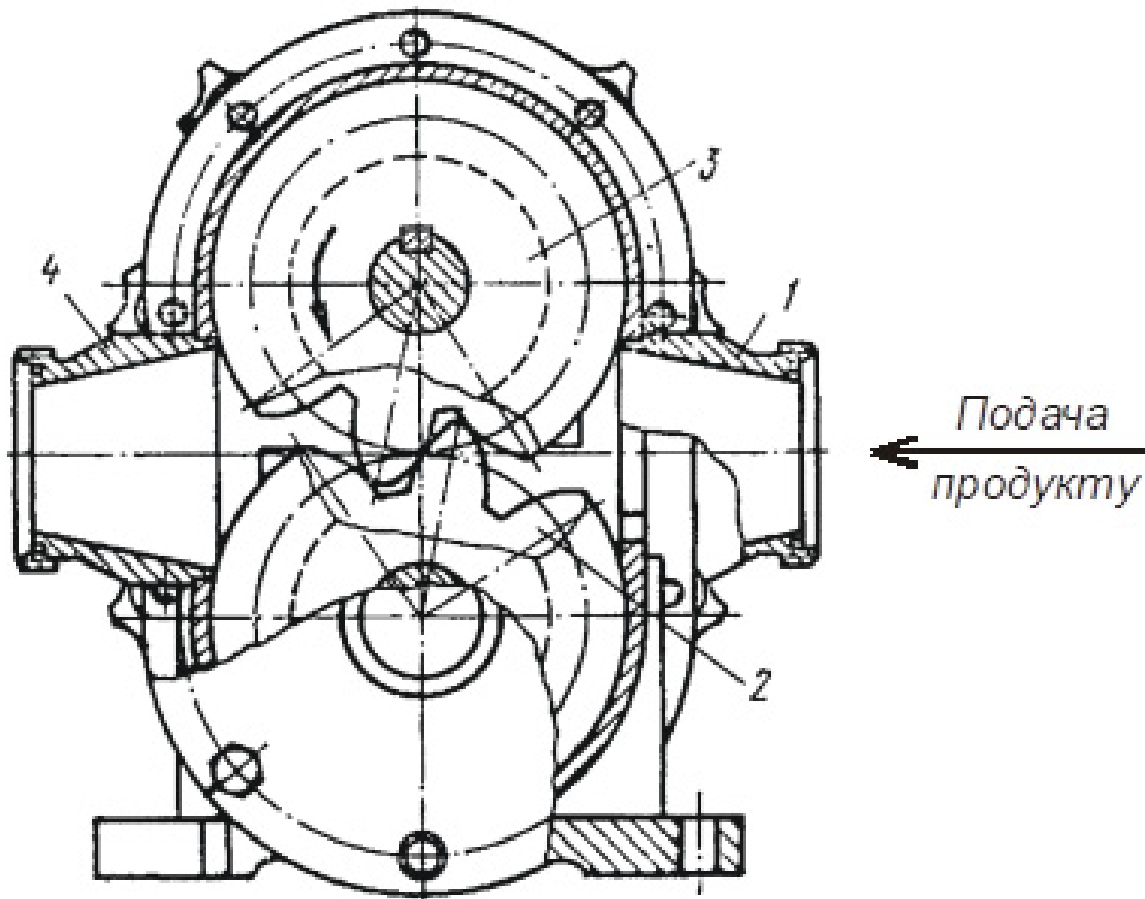


Рис. 1.9. Схема шестерного насосу:  
1, 4 – випускний і впускний патрубки; 2, 3 – шестерні.

Для приблизного визначення теоретичної продуктивності  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) можна використати наступну формулу:

$$Q = k \cdot \frac{D^2}{z} \cdot b \cdot n \cdot \eta_0$$

де  $k$  – конструктивний коефіцієнт (для некоригованих зубів  $k = 7$ , для коригованих зубів  $k = 9,4$ );

$D$  – діаметр початкового кола шестерні, м;

$z$  – число зубів;

$b$  – ширина шестерень, м;

$n$  – частота обертання ведучого вала насоса, 1/с;

$\eta_o$  – об'ємний к.к.д. насосу (рівний 0,75...0,78).

Потужність для приводу шестерних насосів визначають за формулою аналогічною як для відцентрових. К.К.Д. шестерних насосів знаходиться в межах 0,3-0,6.

В консервній промисловості використовуються **шестерні насоси марки НШМ-5, НШМ-10** (рис. 1.10) відповідно продуктивністю 5 і 10 м<sup>3</sup>/год із напором 20 м вод.ст. Робочим органом насоса є дві шестерні, одна з яких ведуча. Ведуча шестерня 2 закріплена за допомогою шпонки на ведучому валі 4, шестерня 3 ведена, нерухомо запресована на вал. Шестерні виготовлені з нержавіючої сталі, корпус - з латуні. Корпус кріпиться на чавунній основі 5, яка безпосередньо кріпиться до фланця електродвигуна. Ведучий і ведений вал обертаються в підшипниках ковзання - бронзових втулках, запресованих в основу і корпус насоса. Від валу електродвигуна до валу насоса рух передається за допомогою пальцевої муфти. Продукт, поступаючи в камери між зуби, переноситься з боку всмоктування на бік нагнітання і витісняється під час входу зубів в зачеплення.

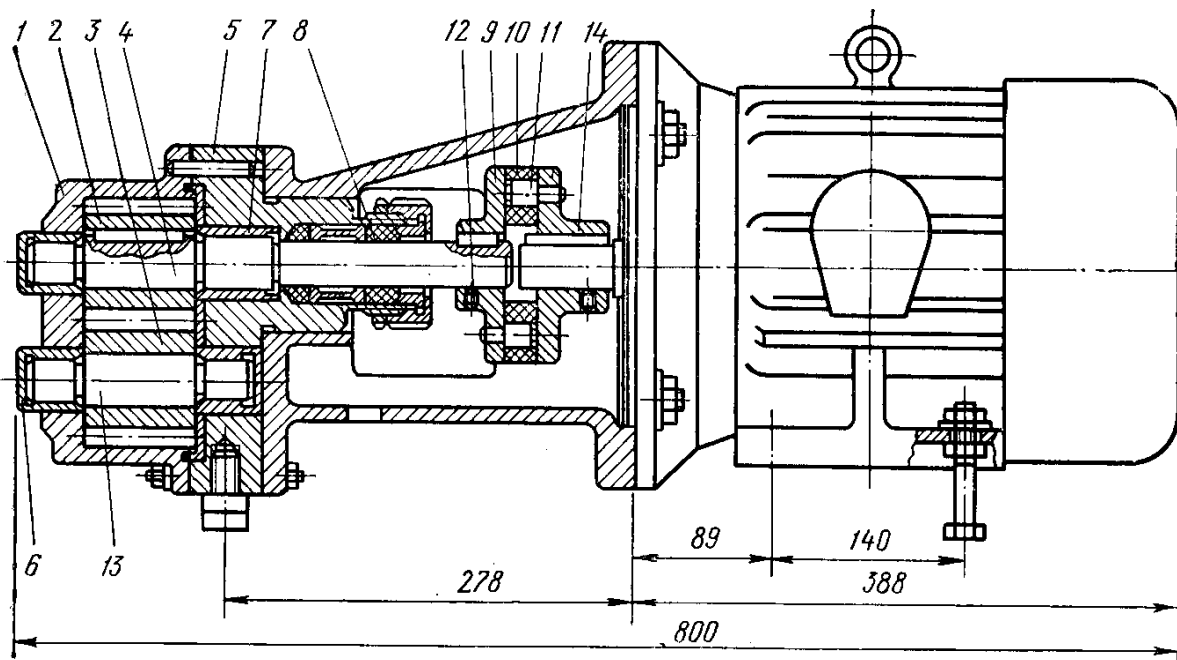


Рис. 1.10. Насос НШМ – 10:

1 – корпус; 2,3 – ведуча і ведена шестерня; 4 – ведучий вал; 5 – основа; 6, 7 – втулки; 8 – набивка; 9 – ведена напівмуфта; 10 – кільце; 11 – палець; 12 – гвинт; 13 – вал веденої шестерні; 14 – ведуча напівмуфта.

### 1.2.3 Гвинтові насоси

**Гвинтові насоси** належать до насосів об'ємної дії, в яких продукт рухається вздовж робочих органів в результаті періодичної зміни об'єму камери, котру він займає.

Гвинтові насоси створюють малу механічну дію на продукт і забезпечують рівномірну подачу.

Їх можна використовувати для перекачування текучих і нетекучих середовищ. В іншому випадку вони мають бути оснащені подаючим шнеком. Основними функціональними елементами насоса є гвинт 2 і обойма 1 (рис. 1.11), що розміщені в корпусі 3. Центр перерізу гвинта зміщений відносно осі на величину ексцентриситету  $e$ , який становить 1...8 мм.

Зовнішня поверхня гвинта утворюється обертанням синусоїди навколо осі з одночасним її переміщенням. Обойма виконана у вигляді пустотілого циліндра з профільованою внутрішньою поверхнею двозахідного гвинта. Крок двозахідної гвинтової поверхні обойми  $T$  дорівнює подвоєному кроку гвинта  $2t$ . Це забезпечує в кожному положенні гвинта під час обертання суцільну ущільнюючу лінію.

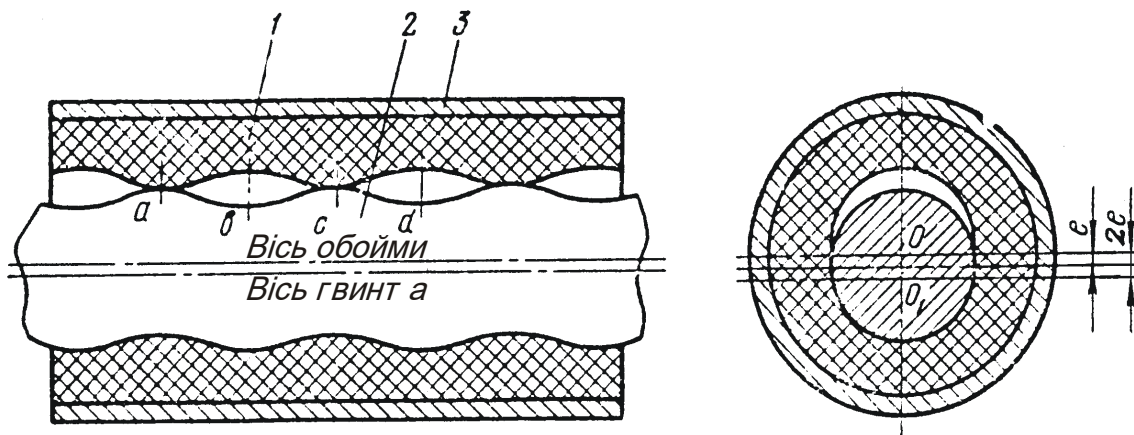


Рис. 1.11. Обойма-гвинт:

1 – обойма; 2 – гвинт; 3 – корпус.

Об'ємна подача одногвинтового насоса визначається об'ємом рідини, що проходить через прохідний переріз обойми  $4e \cdot D$  за одиницю часу і переміститься за один оберт гвинта на величину кроку обойми  $T$ .

Дійсна об'ємна подача гвинтового насоса (в л/с) буде:

$$Q = \frac{4e \cdot D \cdot T \cdot n}{60} \eta_0,$$

де  $e$  – ексцентриситет, м;

$D$  – діаметр січення гвинта, м;

$T$  – крок об'ємної, м;  
 $n$  – частота обертання, об/хв;  
 $\eta_0$  – об'ємний коефіцієнт корисної дії.

Напір одногвинтового насоса визначається різницею між тиском нагнітання  $p_H$  і тиском всмоктування і складається із перепаду тисків по кроках об'ємної  $\Delta p$ . Для насосів, які працюють при тиску до 1 МПа  $\Delta p$  приймають рівним 15...25 м.вод.ст.

$$H = \Delta P \frac{L}{T \cdot \rho \cdot g},$$

де  $L$  – довжина робочої частини, м.

В насосах для харчових продуктів пари гвинт-об'ємної виготовляють з харчової гуми, дозволеної для контакту з харчовими продуктами.

Початковий натяг для м'якої, середньої і твердої гуми знаходиться в межах 0,15...0,5мм. Потужність на валу насоса  $N$  (кВт) визначають за формулою:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot g}{102\eta},$$

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_z \cdot \eta_m,$$

де  $\eta_0$ ,  $\eta_z$ ,  $\eta_m$  – відповідно об'ємний, гідравлічний і механічний коефіцієнт корисної дії.

Повний к.к.д. одногвинтових насосів знаходиться в межах 0,1...0,6.

Із збільшенням напору загальний коефіцієнт корисної дії зменшується.

Серед гвинтових насосів найбільш широке розповсюдження отримали одногвинтові насоси.

### 1.2.4 Поршневі і плунжерні насоси

Поршневі і плунжерні насоси використовують для перекачування в'язких продуктів у випадках, коли необхідно створити високий тиск, а також як дозатори у лініях розфасування продукції для об'ємного дозування.

Робочим органом насоса є поршень або плунжер, розміщений в циліндрі. Принцип дії базується на тому, що під час руху в один бік в циліндрі створюється розрідження, всмоктувальний клапан відкривається і рідина поступає в циліндр доти, доки поршень не почне переміщуватися в протилежний бік. Всмоктувальний клапан закривається, а нагнітальний під дією тиску - відкривається (рис. 1.12).

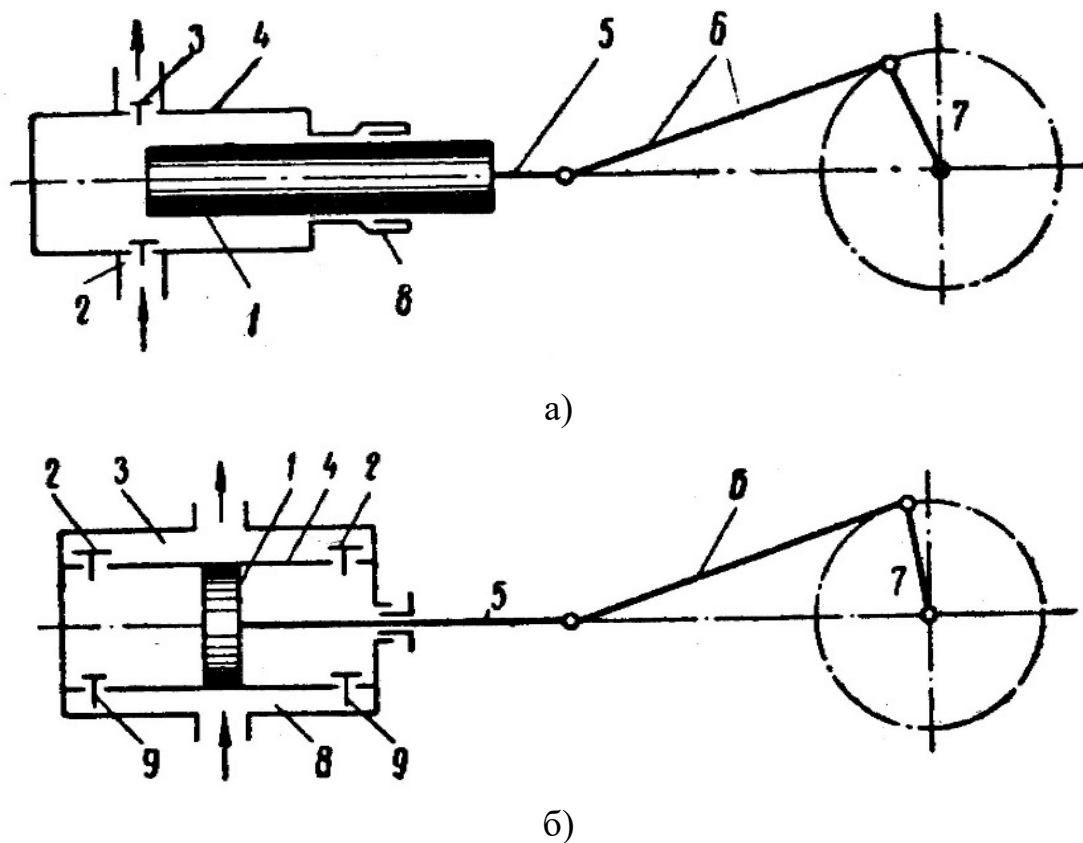


Рис. 1.12. Поршневі насоси:

а) схема плунжерного насоса простої дії: 1 – плунжер; 2 – всмоктувальний клапан; 3 – нагнітальний клапан; 4 – циліндр; 5 – шток; 6 – шатун; 7 – кривошип; 8 – сальник; б) – схема поршневого насоса подвійної дії: 1 – поршень; 2 – нагнітальний клапан; 3 – нагнітальна камера; 4 – циліндр; 5 – шток; 6 – шатун; 7 – кривошип; 8 – всмоктувальна камера; 9 – всмоктувальний клапан.

Поршневі і плунжерні насоси бувають простої і подвійної дії, одно- і двоступеневі, одно- і багатоплунжерні. В консервній промисловості для забезпечення рівномірності подачі використовують дво- і триплунжерні насоси.

Подача плунжерного насоса  $Q$  залежить від числа ходів і розмірів плунжера:

$$Q = \frac{60\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n}{4} \eta_0 = 47.1D^2 \cdot S \cdot n \cdot \eta_0,$$

де  $D$  – діаметр поршня, м;  
 $S$  – хід поршня, м;  
 $n$  – число подвійних ходів поршня;  
 $\eta_0$  – об'ємний к.к.д ( $\eta_0 = 0,7 \dots 0,9$ ).

Використовуються в промисловості насос ОНБ-М, К5 – ОНВ, насосна дозуюча установка НДУ і насоси дозатори серії НД.



### **Питання для самоперевірки.**

1. Вкажіть характерну особливість машин.
2. Вкажіть характерну особливість апаратів.
3. Які складові відносяться до Структурних елементів машин?
4. Що використовується для транспортування сировини на підприємстві?
5. Для чого використовуються насоси у консервній промисловості?
6. З чого складається колесо відцентрового насоса?
7. Як залежить продуктивність відцентрового насосу від тиску?
8. Від чого залежить тиск, який може створити насос об'ємної дії ?
9. Які переваги гвинтових насосів?
10. Чим відрізняються поршневі і плунжерні насоси?

## Глава 2. Обладнання для миття сировини і тари

Завданням миття є очистити поверхню від різного роду забруднень і мікроорганізмів. Вибір типу машини для миття в першу чергу визначається об'єктом миття (сировина, упаковка, тара, обладнання).

Робочим середовищем в даному випадку є вода або миючий розчин. Для миття сировини використовують холодну воду, кришок і нової тари гарячу воду, оборотної тари і обладнання миючі розчини.

Миючий розчин повинен забезпечити активне протікання наступних процесів: змочування поверхні, диспергування забруднень (набухання, пептизацію, подрібнення, омилення жирів) і відведення їх з поверхонь.

Змочування поверхні залежить від поверхневого натягу миючого розчину і міжфазового натягу на границі миючий розчин – тверде тіло. Ефективне змочування поверхні забруднень забезпечується при мінімальному поверхневому натягу. Для зниження поверхневого натягу використовують два способи: підвищення температури миючого середовища і введення поверхнево-активних речовин (ПАР).

Так, поверхневий натяг води при температурі 20°C досягає  $72,75 \cdot 10^{-3}$  Н/м, при 90°C –  $60 \cdot 10^{-3}$  Н/м.

В залежності від природи середовища всі миючі засоби можна розділити на 4 групи:

**аніоноактивні**, до яких відносяться звичайні мила, використовуються в лужному середовищі, при дисоціації утворюють поверхнево активний іон, заряджений негативно;

**катионоактивні**, в яких при дисоціації утворюються позитивний іон, використовується в кислотному середовищі і є дезінфікуючими засобами.

**амфолітні**, які в залежності від умов середовища можуть бути аніоноактивними і катионоактивними.

**неіоногенні**, які в воді не дисоціюють.

На якість миючого розчину значно впливає твердість води. У воді, твердістю більше ніж 7,1 кг/екв/л витрати миючих засобів значно більші. Рекомендується використовувати пом'якшену воду.

Чистота відмивання поверхонь визначається відсутністю забруднень і певним вмістом мікроорганізмів. На внутрішній поверхні відмитої тари допускається наявність не більше 500 клітин мікроорганізмів незалежно від об'єму. На відмитих поверхнях обладнання та інвентарю допускається наявність не більше 100 клітин мікроорганізмів на 1 см<sup>2</sup>.

Дезінфекцію відмитих поверхонь після миття проводять 5% -ним освітленим розчином хлорного вапна, який містить 100-400 мг активного хлору на 1 мг розчину, 0,5-ним розчином їдкою луго NaOH, або хлораміном. Хлорне вапно при контакті з повітрям окислюється, його активність знижується, тому після 2...4 год. перебування на дезінфекційній поверхні його змивають проточною водою

Інтенсифікації процесу миття можна досягнути шляхом турбулізації миючого розчину і додаткової механічної дії на забруднення.

Турбулізацію миючого розчину здійснюють барботуванням повітря, перемішуванням лопатками, коливанням миючого розчину під дією ультразвуку.

Механічна дія сприяє диспергуванню і відведенню забруднень і здійснюється миючими струменями, щітками, тертям між сировиною при перемішуванні.

## 2.1 Властивості миючих струмин

Механічну дію струменю на забруднення використовують при митті сировини і тари.

Для інтенсивної механічної дії використовують витікання струменю через насадки. Ефективність дії струменю буде залежати від енергії, яку він несе та концентрації цієї енергії. При витіканні із насадки струмінь ділиться на три ділянки: компактний, роздроблений і розпилений. При митті використовують першу ділянку, довжина якої рівна  $150d$  струменю.

Витрати рідини через одну насадку визначаються за формулою:

$$Q = \mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2p}{\rho}}, (\text{м}^3/\text{с}) \quad (2.1)$$

де:  $\mu$  – коефіцієнт витрат;  
 $d$  – діаметр отвору, м;  
 $p$  – тиск рідини в насадках, Па;  
 $\rho$  – густина рідини,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Швидкість руху: 
$$v = \phi \sqrt{\frac{2p}{\rho}}, \quad (2.2)$$

де  $\phi$  – швидкісний коефіцієнт.

Кінетична енергія струмини (Дж):

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{Q\rho v^2}{2} = \frac{\pi\mu\phi^2 d^2 \rho}{8} \left(\frac{2p}{\rho}\right)^{\frac{3}{2}}. \quad (2.3)$$

Із виразу видно, що енергія струмини залежить від маси рідини і від квадрату швидкості її витікання. При зменшенні діаметру отвору витікання рідини питома енергія струмини збільшується.

Практика показує, що оптимальні діаметри отворів витікання струменю знаходиться в межах 1,5...2,5 мм. Діаметр отворів нижче 1,5 мм вимагає тонкої очистки миючого розчину на фільтрувальних перегородках. При збільшенні діаметру отвору до 3,5 мм енергія струменю зменшується на 50% при одній і тій же витраті миючого середовища. Тому доцільно використовувати декілька насадків з мінімальним діаметром отворів.

Із збільшенням напору біля насадку збільшується швидкість витікання, а відповідно і енергія струменю підвищується. Кожному діаметру насадка відповідає оптимальний напір рідини біля насадку, вище якого інтенсивність розмиву забруднень знижується.

Для діаметрів насадків 1,5...2,5 мм доцільний напір 0,12...0,2 МПа. Струмінь доцільно подавати під кутом 90°, тоді ним розмивається пляма діаметром рівним приблизно 10d струменю. Із збільшенням діаметру насадки діаметр плями, що розмивається зменшується. При високих напорах струменю вода буде не розтікатися, а відбиватися від поверхні.

Під кутом нижче 5° Струмінь не доцільно подавати, оскільки основна маса розчину буде рухатись дотично до поверхні, а не розмивати забруднення.

Доцільний час дії 40...60 с, після чого струмінь необхідно змити відносно поверхні.

При митті скляних пляшок і банок кількість рідини повинна бути строго визначена. В процесі миття пляшка чи банка знаходиться вінцем вниз. Тому в першу чергу потік рідини повинен доставати дна пляшки. В той же час при шприцюванні утворюється два потоки: струмінь миючого розчину, який поступає в пляшку і потік який стікає навколо вінця (чи горла) по стінках.

Тому умовою якісного миття є встановлення насадки по центрі пляшки. Також необхідно, щоб зустрічні потоки не дотикались і не змішувались. При збільшенні кількості рідини може наступити явище «захливання горла». При цьому рідина, яка поступає в пляшку може змішуватись із рідиною, яка витікає, проходить руйнування струменю і зменшення його енергії.

## **2.2 Класифікація обладнання для миття сировини**

Широкий спектр сировини, який значно відрізняється за своїми структурно-механічними і міцністними властивостями, а також характером забруднень обумовив велику різноманітність машин, які використовуються в консервній промисловості.

За способом миття сировини машини можуть бути з м'яким і жорстким режимом або комбіновані.

М'який режим миття спостерігається тоді, коли продукт не контактує з робочим органом машини і між собою, а тільки з миючим розчином. Такий режим використовується для відносно чистих плодів і овочів. Він передбачає відмочування і ополіскування чистою водою.

При жорсткому режимі миття сировина контактує з робочими органами машини і між собою. Жорсткий режим миття використовується, в основному, для попереднього миття корене- і клубнеплодів.

В залежності від співвідношення миючого розчину і сировини режим миття може бути жорстким або м'яким в машинах однієї конструкції. Якщо питомий об'єм миючого розчину буде в 2...3 рази більшими, ніж сировини режим миття буде м'яким.

В залежності від характеру технологічної операції машини є періодично і неперервнодіючі.

За конструкцією робочого органу поділяються на барабанні, вентиляторні, кулачкові, елеваторні, вібраційні, флотаційні.

Незалежно від тої чи іншої конструкції машини, процес миття повинний відповідати наступним вимогам:

бути ефективним;

не призводити до підвищених втрат сухих речовин;

не призводити до пошкоджень, які при наступних операціях можуть викликати підвищені втрати;

забезпечувати економні витрати води.

Якість миття сировини перевіряють контрольним миттям.

При контрольному митті сировини прозорість її не повинна змінюватися. Витрати води становить 1...3 м<sup>3</sup> на 1 т сировини. В основному воду в машинах подають протитечійно рухові сировини.

### 2.3 Обладнання для миття сировини

*Машини мийні А9-КМБ* (елеваторного типу) використовуються для миття томатів і м'якої сировини. Промисловість випускає три типи машин цієї марки: А9-КМБ-4, А9-КМБ-8, А9-КМБ-16 продуктивністю відповідно 4, 8, 16 т/год.

Будова всіх трьох типів машин однакова, відрізняються вони тільки по ширині та швидкості руху роликового транспортера.

Машина складається із наступних основних збірних одиниць: ванни 1, роликового конвеєра 5, роликового транспортера 3 з піднімача 9, вентилятора 12 і мотор-редуктора 8. Ванна оснащена люком (для підведення забруднень при санітарній обробці) і клапаном 15 для періодичної очистки машини.

В ванні вставлені похила решітка, роликовий конвеєр транспортер і повітряний барботер.

В кінці її на похилій ділянці над роликовим конвеєром розміщений шприцювальний пристрій 4 для ополіскування плодів.

Роликовий транспортер за допомогою підйомника 9 повертається навколо осі верхніх зірочок і виводиться з ванни при санітарній обробці машини, а також при ремонті конвеєра. Для подачі повітря в барботер на задній підставці 10 встановлений вентилятор 12 високого тиску з індивідуальним електродвигуном. Роликовий конвеєр приводиться в рух від мотор-редуктора 8 через ланцюгову передачу.

Сировина поступає в ванну на похилу решітку, під якою розміщений барботер. Повітря, піднімаючись в верх приводить в рух сировину, інтенсифікуючи відмочку і відділення забруднень. З похилої решітки сировина попадає на роликовий конвеєр, де продовжується процес руйнування забруднень від сировини за рахунок тертя плодів при їх повороті роликами, які обертаються. При виході з ванни на лоток 7 сировина ополіскується струменем чистої води.

До машин елеваторного типу відносяться машина Т1-КУМ-5, КУМ-1, КУВ-1, КУМ.

Машини КУМ-1 і КУМ укомплектовані роликовими і пластинчатими транспортерними полотнами для роботи на дрібному продукту

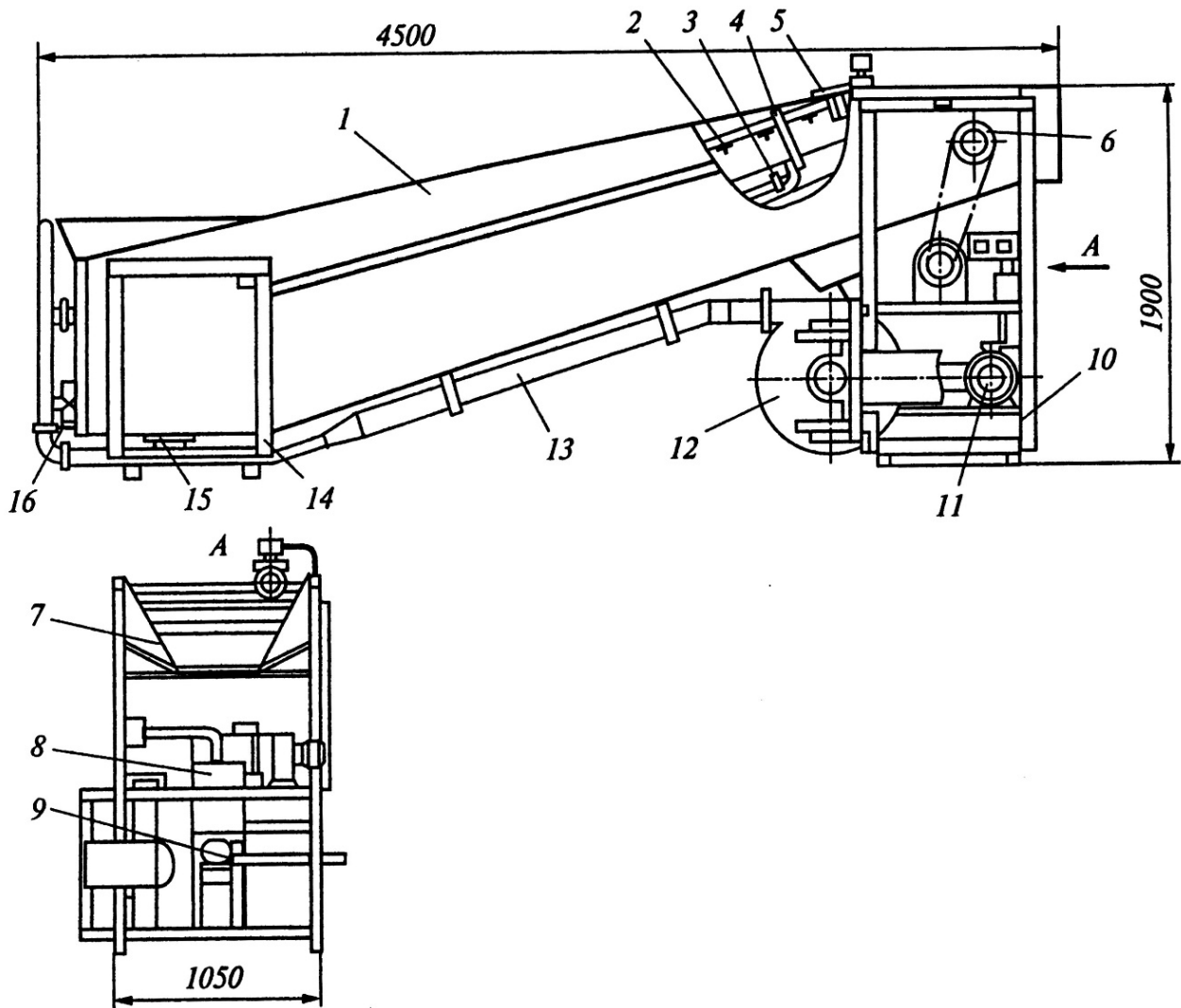


Рис. 2.1. Машина мийна А9-КМБ:

1 – ванна, 2 – насадки, 3 – роликовий транспортер, 4 – шприцювальний пристрій, 5 – запірний магніт, 6 – ланцюгова передача, 7 – лоток, 8 – мотор – редуктор, 9 – підймач, 10, 14 – підставки, 11 – електродвигун, 12 – вентилятор, 13 – повітропровід, 15 – клапан, 16 – люк.

**Машина мийно-барабанна А9-КМ-2** служить для миття твердих плодів і овочів і використовується в лінії виробництва овочевих салатів.

Розміри сировини, які піддаються миттю знаходяться в межах 15-200 мм. Машина змонтована на зварному каркасі із фасонного сталюого прокату. На каркасі закріплена ванна розділена перегородкою на дві частини. В кожній частині ванни розміщено барабани 2 і 3. Обидва барабани рівні по довжині і діаметру. За барабаном 3 розміщений третій барабан 4. Всі три барабани встановлені на спільному валу 7 і здійснюють обертовий рух.

Перші два барабани служать для відмочування і відділення забруднень. Поверхня барабану виготовлена із фасонних вигнутих смуг. Між смугами є щілини, через які забруднення проходять в ванну і осідають на дно. Третій барабан 4 служить для чистого ополіскування протічною водою.

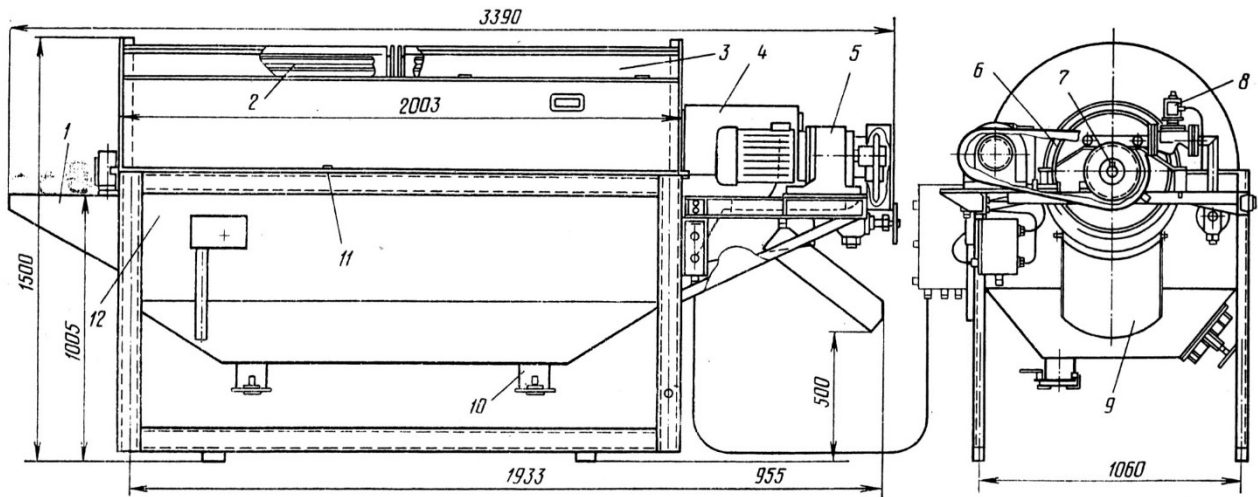


Рис. 2.2. Машина мийно-барабанна А9-КМ-2:

1 – лоток, 2 – 3 – барабани, 4 – барабан, 5 – мотор – редуктор, 6 – ланцюгова передача, 7 – вал, 8 – запірний вентиль, 9 – лоток, 10 – зливний патрубок, 11 – каркас, 12 – ванна.

Вода в душовий пристрій поступає через вентиль 8, зблокований з електродвигуном.

Сировина із лотка 1 поступає в барабан 2, потім лопатками перекидається спочатку в барабан 3 і із нього спеціальним ковшем - в барабан 4.

При обертанні барабану процес миття інтенсифікується за рахунок перемішування сировини і миючого розчину. При збільшенні числа обертів барабану висота піднімання сировини по ходу руху барабану збільшується.

Для машини А9-КМ-2 число обертів барабану становить  $1,2 \text{ с}^{-1}$ .

**Машина мийно-струшувальна КМЦ** служить для миття овочів, фруктів, ягід, а також для миття і охолодження сировини після теплової обробки.

Принцип роботи машини полягає в митті продукту душуванням при транспортуванні його по поверхні сита, яке виконує зворотно-поступальний рух.

Машина складається із рами 1 із сталюого прокату, на якій змонтовано сито 3 із шарнірними підвісками 8, ексцентриковий механізм 9, штанги 6, які з'єднують ексцентрики з ситом, привідний електродвигун 2, ванна 4 для збору і відводу забрудненої води, колектор 7, завантажувальний бункер 5 з регулюючою засувкою.

Сировина поступає в бункер 5 із нього попадає на сито 3, яке здійснює зворотно-поступальний рух. Кількість сировини, яка подається регулюється засувкою. Над ситом розміщений колектор 7. За рахунок складного руху сита, яке розміщене під кутом  $5^\circ$  до горизонту сировина переміщується вздовж сита та інтенсивно перемішується.

Технічна характеристика:

продуктивність машини	2...2,5 т/год
Потужність приводу	1,1 кВт

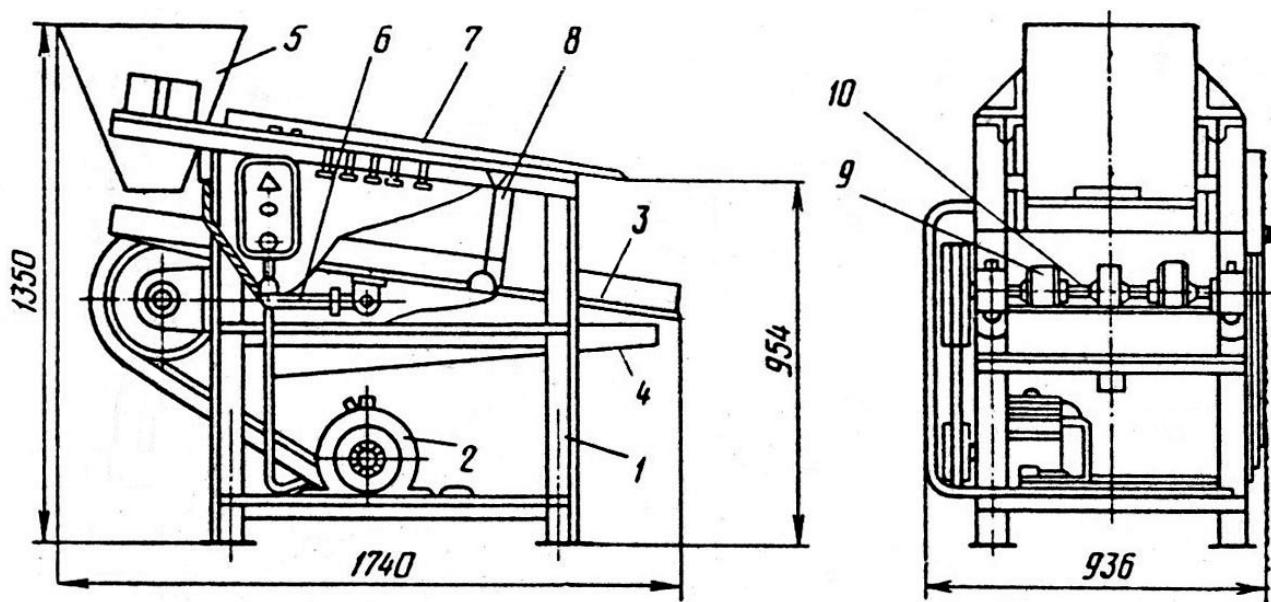


Рис. 2.3. Машина мийно – струшувальна КМЦ:

1 – рама, 2 – привід, 3 – сито; 4 – ванна для збору і відводу забрудненої води, 5 – бункер, 6 – штанги, 7 – колектор, 8 – шарнірні підвіски, 9 – ексцентриковий механізм, 10 – вал,

**Машина А9-КМ-2Ц** по принципу дії аналогічна машині КМЦ. При русі продукту по поверхні рами, яка виконує зворотно-поступальний рух, на продукт подається вода із колектора.

Вібраційна рама кріпиться до станини під кутом нахилу  $3^\circ$  до горизонту по ходу руху продукту за допомогою чотирьох опорних важелів, які надають їй можливість здійснювати плоско паралельний рух.

Полотно виконано у вигляді лотка з прутковими ділянками, в проміжках між якими за допомогою планки встановлюють три пруткові ступені.

Пруткові ступені можуть розміщуватись з кутами по ходу продукту  $5^\circ$  і  $10^\circ$  до горизонту. Таке чергування ділянок по ходу руху продукту сприяє більш повному відділенню води.

За своїм функціональними призначенням все полотно ділиться на три зони двократної миття і ополіскування. Пруткові ступені є швидкоз'ємними елементами, що забезпечує швидке регулювання їх положення і зручність санітарної обробки внутрішніх поверхонь.

Лоток служить для прийому сировини, яка поступає в машину.

Вібратор складається з двох ексцентричних маховиків, розміщених на двох паралельних валах. Вали з'єднані між собою зубчатою передачею і встановлені на підшипниках кочення в корпусі вібратора.

За допомогою зубчатої передачі вали приводяться в обертання в протилежних напрямках.

Душовий пристрій служить для подачі води.

Сировина, поступаючи в лоток, попадає під дію двох шприцювальних форсунок, за допомогою яких відбувається замочка сировини. Потім сировина поступає послідовно на два каскади миття і два каскади ополіскування.



При русі по поверхні вібраційної рами сировина постійно перевертається як за рахунок вібрації, так і за рахунок падіння при переході із однієї зони миття в другу.

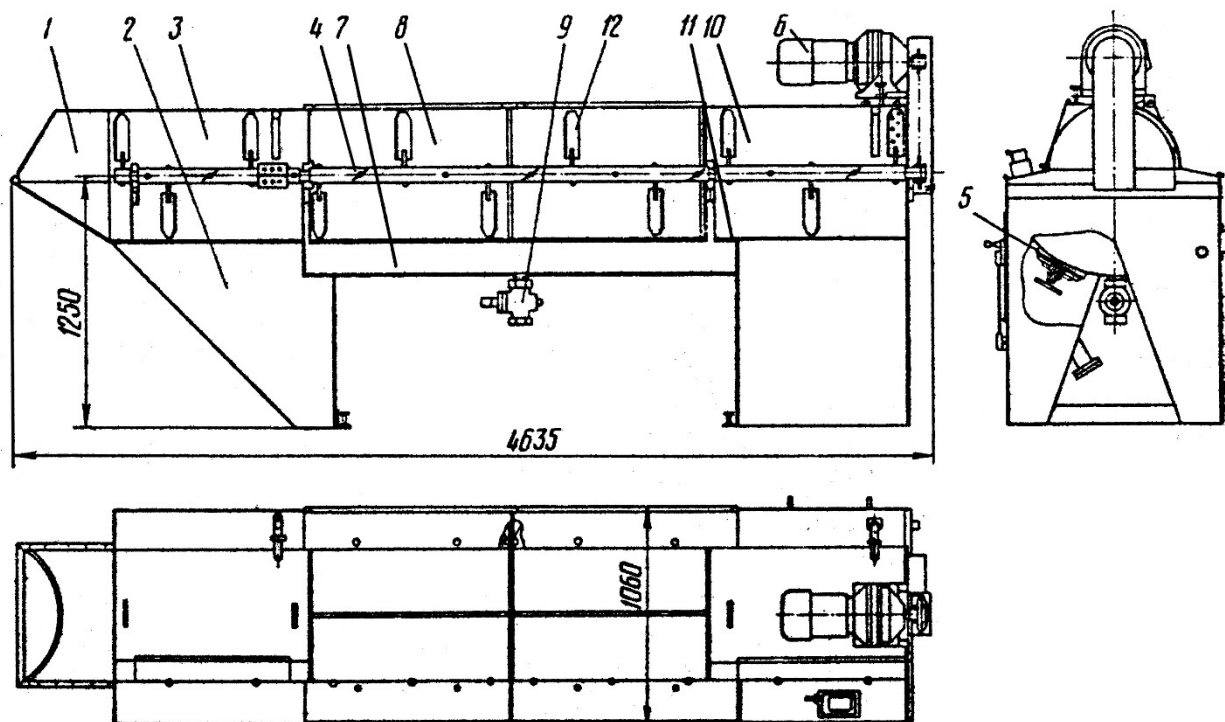


Рис. 2.4. Лопатева мийна машина А9-КЛА/1:

1 – завантажувальний бункер; 2 – рама; 3, 8, 10 – відсіки; 5 – люк; 6 – двигун-редуктор; 7 – ванна; 9 – вентиль; 11 – днище, 12 – лопаті.

*Лопатева мийна машина А9-КЛА/1* служить для миття коренеплодів. Основою машини є рама 2 з листового прокату. Складовими частинами є завантажувальний бункер 1 і ванна 7 з трьома відсіками. Перший відсік 3 служить для первинного миття, в результаті чого проходить відмочування забруднень. Другий відсік 8 представляє собою барабан з перфорацією в нижній частині. В ньому проходить основне миття і відділення забруднень від сировини. Барабан кріпиться на валу 4, його положення фіксують двома фіксаторами. При санітарній обробці барабан можна повертати відносно валу.

Барабан розміщений у ванні 7. Через отвори перфорації забруднення проходять в ванну, яка має два люки 5 і вентиль 9. Через вентиль відводиться вода, а через люки – забруднення при санітарній обробці. Третій відсік 10 служить для ополіскування сировини. Частина днища 11 цього відсіку має перфорацію для стікання води і забруднень в основну ванну. В кінці першого і третього відсіків встановлені колектори. На валу, який проходить через всі три відсіки, встановлені лопаті 12, якими сировина перемішується і пересувається вздовж відсіку.

Сировина завантажується в бункер 1, потім лопаттю передається в другий основний миючий відсік. В кінці другого відсіку вона перекидається лопаттю в третій відсік, де ополіскується від залишків забруднень.

Конструкція машини передбачає можливість сухої очистки коренеплодів від забруднень. Для цього необхідно повністю відкрити зливний люк, а подачу води в відсік первинного миття обмежити до 0,2 м<sup>3</sup>/год. Необхідність сухої очистки визначається ступенем забруднення сировини.

**Машина Т1-КУН** служить для миття петрушки, кропу, селери, листків хрону, м'яти.

Машина складається з станини 1, викидача 2, виносного транспортера 3 і приводу 4 і сопел 5. Станина представляє собою зварну конструкцію із листової сталі. Верхня частина станини утворює ванну, яка складається з двох відсіків попереднього і кінцевого миття. Між відсіками розміщений викидач, який складається з двох перфорованих частин, закріплених на валу, який обертається.

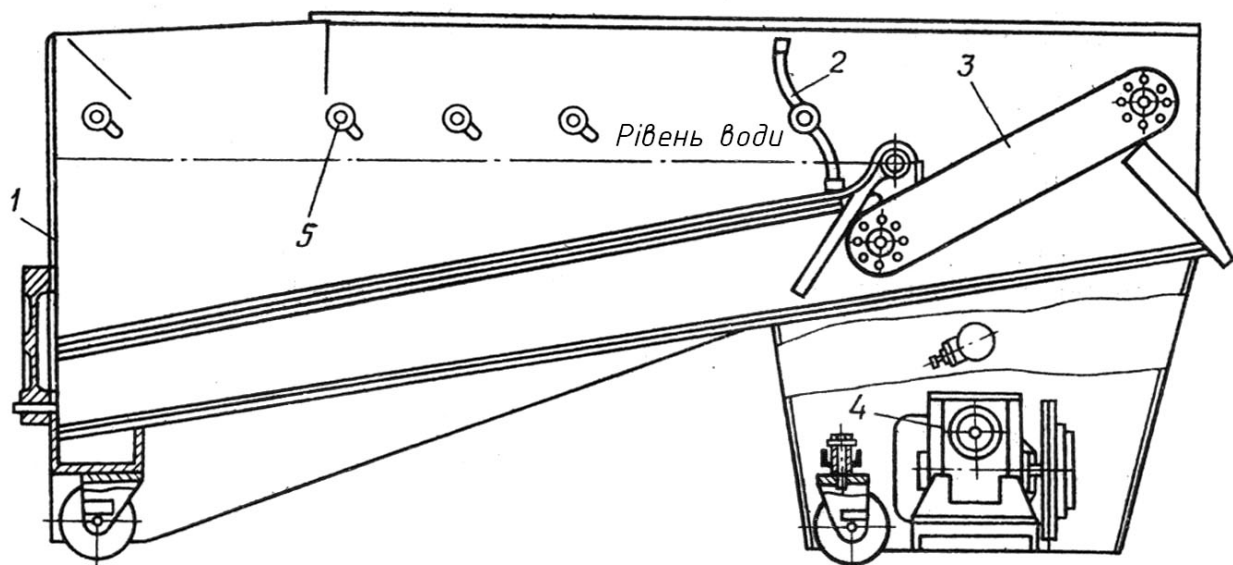


Рис. 2.5. Машина Т1-КУН:

1 – станина, 2 – викидач, 3 – виносний транспортер, 4 – привід, 5 – сопла.

Перед початком роботи ванна машини наповнюється водою. Зелень через вікно невеликими порціями загрузається в ванну, де потоками води, які подаються через сопла 5, вона переміщається до викидача і попадає в другий відсік, а потім на виносний транспортер.

**Щітково-мийна машина Т1-КУМ-3** служить для миття огірків, баклажанів, кабачків та інших відносно твердих плодів і овочів.

Основою машини служить ванна 5 виготовлена з кутового і листового прокату. Ванна кріпиться на чотирьох стойках виготовлених з швелерів. В верхній частині ванни на одному рівні встановлені п'ять блоків 3, зібраних із капронових і гумових щіток. Під щітковими блоками розміщений щітковий піддон 4, який складається із п'яти секцій закріплених на рамі 2. Кожна секція піддона складається із почергово розміщених щіток і планок. Рама секції

встановлена на ексцентриках 1, за допомогою яких регулюється зазор між нерухомим піддоном і щітками в залежності від розмірів сировини, яку піддають миттю в межах 50 мм.

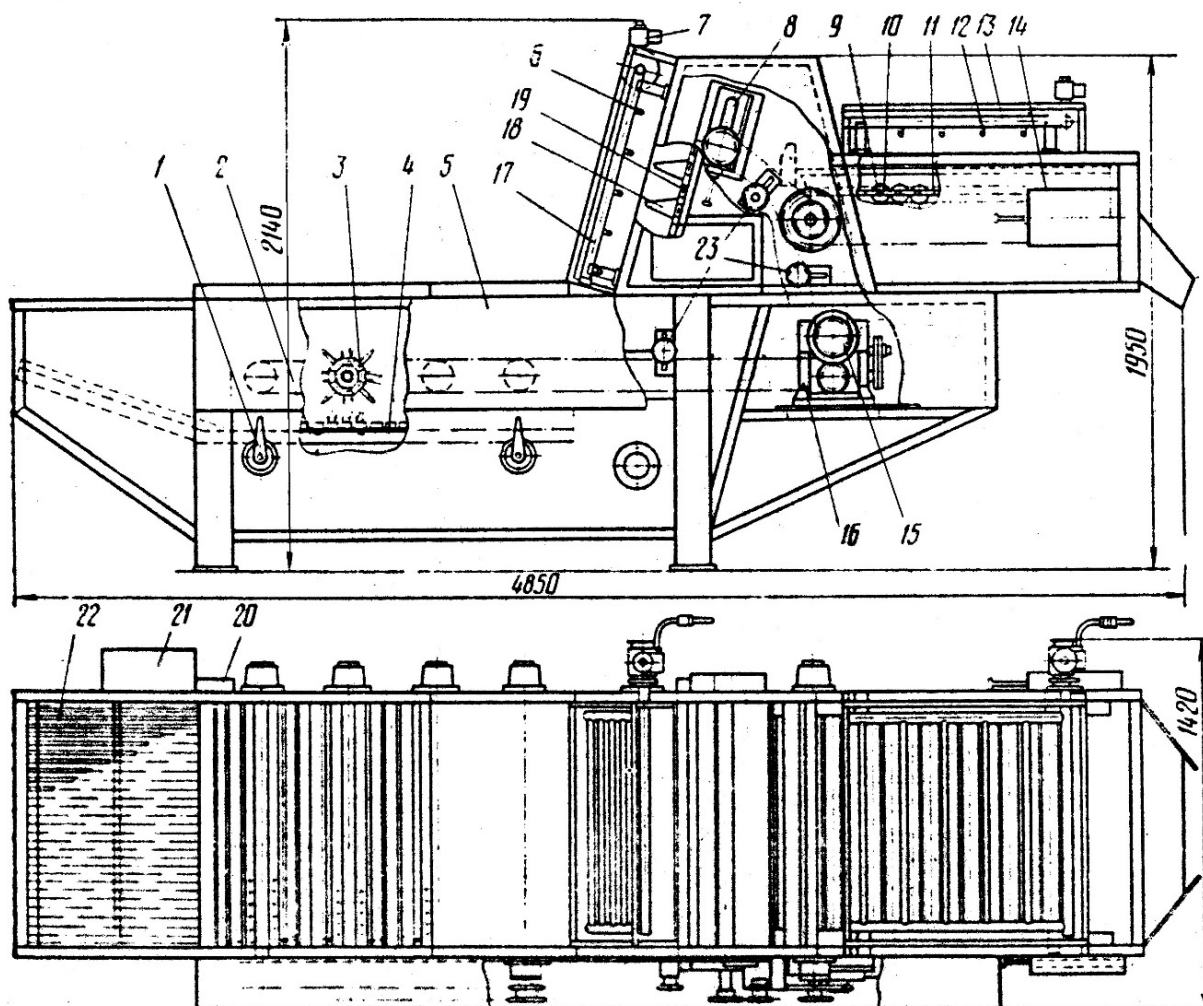


Рис. 2.6. Мийна машина Т1-КУМ-3:

1 – ексцентрик, 2 – рама, 3 – блоки гумових щіток, 4 – щітковий піддон, 5 – ванна, 6, 12 – насадки, 7 – запірний вентиль, 8, 14 – натяжні пристрої, 9 – ланцюг, 10 – ролики, 11 – напрямні, 13, 17 – колектори, 15 – блок (зубчасте колесо і зірочка), 16 – черв'ячний редуктор, 18 – ковші, 19 – елеватор, 20 – стійки, 21 – кишені, 22 – решітка, 23 – натяжна зірочка.

В кінці щіткових блоків розміщений елеватор, який представляє собою два похилих паралельних ланцюги із спеціальними скребками і планками, які утворюють ковші 18 і закріплені на спеціальних ланках.

За елеватором розміщений роликівий транспортер, який складається із двох паралельних горизонтальних ланцюгів 9 з пальцями, на яких обертаються ролики 10 при русі їх по напрямних 11, встановлених під транспортером.

Паралельно елеватору і роликівому транспортеру встановлені шприцювальні пристрої, які складаються із колекторів. Вода із колекторів поступає в ванну 5.

Надлишок води з легкими домішками переливається в спеціальний бункер і відводиться з машини. Привід щіткових блоків, елеватора і роликового транспортеру здійснюється за рахунок ланцюгової передачі.

Сировина загружається в передню частину ванни на металеву решітку, а потім поступає під щіткові блоки. Блоки проводять очистку сировини від забруднень і одночасно транспортують вздовж ванни до елеватора. Елеватором сировина піднімається із ванни і подається на роликовий транспортер, звідки подається на наступну операцію.

## 2.4 Обладнання для миття склотари і ящиків

*Машина СП-60М* служить для миття скляних банок місткістю 0,5-1 л. такого ж типу машини СП-70, СП-72, які відрізняються лише продуктивністю і місткістю тари.

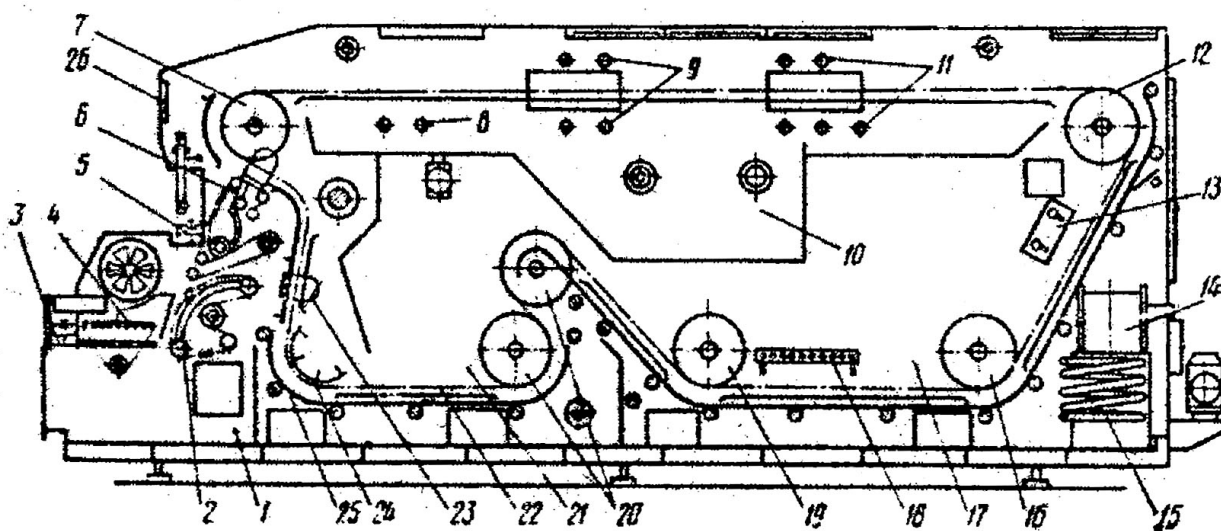


Рис. 2.7. Машина СП-60М:

1 – корпус; 2 – механізм завантаження; 3 – транспортер; 4 – акумулятор; 5 – транспортер; 6 – механізм вивантаження, 7 – зірочки, 8 – насадки, 9 – насадки, 10 – ванна, 11 – насадки, 12 – зірочка, 13 – сопла, 14 – механізм відбору етикеток, 15 – теплообмінник, 16 – зірочки, 17 – ванна, 18 – теплообмінник, 19 – зірочка, 20 – зірочка, 21 – ванна, 22 – несучий ланцюг, 23 – касети, 24 – напрямна, 25 – напрямна, 24,25 – напрямні, 26 – прилади контролю.

Машина являє собою автомат для послідовної обробки банок миючим розчином і водою на операції відмочування і шприцювання. Через всі операції миття банки проходять в спеціальних касетах 23, зварної конструкції із десяти гнізд, які кріпляться до ланцюгів транспортеру 22.

За принципом дії машина є ланцюговою, відмочно-шприцювальною з ритмічно-переривистим рухом основного транспортера з банкonoсіями.

Машина являє собою закритий зварний корпус із листової сталі з боковими і заднім люками для обслуговування машини. В нижній частині корпусу розміщені дві відмочні ванни для води і миючого розчину 17 і 21, а в верхній – ванна 10 для оборотної води шприцювання банок.

Банки з транспортеру завантаження 3 подаються на акумулятор 4 і стіл завантаження, і за допомогою механізму завантаження 2 попадають в гнізда пляшконосіїв.

Перша ванна 21 служить для відмочування банок, температура води – 40...45°C. Ванна 17 заповнена миючим розчином з температурою 80...85°C. Далше носії з банками рухаються ввєрх по похилій напрямній і два рази шприцюються миючим розчином при температурі 70...90°C із насадок (сопел) 13.

На верхній прямолінійній дільниці ванни банки піддаються шприцюванню із насадок 11 оборотною водою температурою 90°C, а потім із насадок 9 омиваються чистою проточною водою з температурою 60°C. Для підігрівання миючого розчину в другій відмочній ванні встановлений трубчатий теплообмінник 15.

Вода в першій відмочній ванні підігривається шляхом подачі оборотної води із верхньої ванни через вентиль, а в період підігріву – шляхом барботування пари. Банки після чистового ополіскування обробляються парою.

Механізм відбору етикеток 14 являє собою сітковий барабан, всередині якого розміщений лоток збору етикеток. Миючий розчин із другої відмочної ванни засмоктується насосом всередину барабану. Етикетки присмоктуються до внутрішньої поверхні сітки барабану, піднімаються ввєрх і здуваються в лоток повітрям, яке подається вентилятором.

Механізм вивантаження 6 служить для виштовхування вимитих пляшок на транспортер 5.

На ведучому валу механізму завантаження встановлена кулачкова муфта, яка спрацьовує при заклинюванні штовхачів або їх ланцюгів.

Основний транспортер приводиться в рух зірочками 7, які одержують рух від храпового механізму. Натяг ланцюгів здійснюється зірочками 12.

На швидкохідному валу редуктора приводу машини розміщена шарикова муфта, яка спрацьовує при перевантаженні або заклинюванні банконосіїв і їх ланцюгів.

Машина забезпечена автоматичним регулюванням температури.

Температура води в ванні підтримується на рівні 70...80°C. Підігрів води при пуску машини проводиться барботером, а при встановленому режимі - теплообмінником.

Машина працює наступним чином: від цехового транспортеру пляшки подаються на транспортер завантаження машини, який подає їх на акумулятор. Тут пляшки групуються по кількості гнізд в пляшконосію і по окремих потоках. Пляшки попередньо зрошують відпрацьованою водою для виключення термічного бою пляшок. Далі пляшки завантажуються в пляшконосії і попадають в першу ванну пляшкоминої машини. Температура в першій ванні пляшкоминої машини 50-60°C, в другій ванні 70-80°C. Тут пляшки проходять відмочку в середовищі миючого розчину. На петлі переходу пляшки із першої ванни в другу встановлена труба з соплами для змиву етикеток.

**Ящикомийні машини** мають корпус 1 прямокутної форми, виготовлений із листової сталі. Транспортер для ящиків вмонтований в машину. На обох кінцях корпусу є вікна через які входять і виходять ящики. Вікна закриті гумовими занавісками, для запобігання розбризкування води при митті ящиків.

Всередині корпусу за допомогою зірочок рухаються два ланцюги 5, з'єднані між собою планками 6. На планках є виступи для захоплення ящиків. До ланцюгів транспортеру прикріплені рамки 7, які котяться по напрямляючих 8 із кутового прокату. Привід транспортера здійснюється від ведучого валу 9, який приводиться в рух від електродвигуна 11 через клинопасову передачу 12, черв'ячний редуктор 13 і зубчасту передачу 14.

Всередині ванни 1 розміщений барботер 18 для підігрівання води. Для очищення оборотної води використовуються фільтри 21, розміщені в кишені 22.

Над ванною розміщено два шприцювальні пристрої 16 з гарячою оборотною водою і 15 – з гарячою проточною водою. Шприцювальні пристрої закриті кожухами 2. На виході ящики знімаються з транспортеру за допомогою похилої площадки 3 і подаються на площадку розвантаження 4.

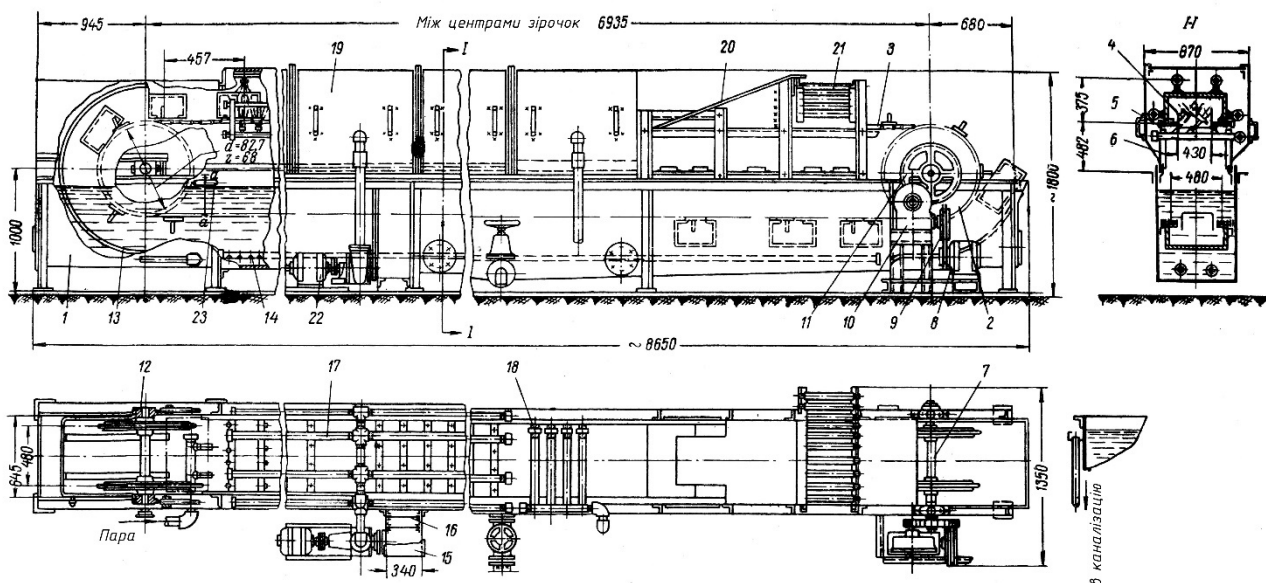


Рис. 2.8. Машина для миття ящиків з відмочуванням:

1 – ванна; 2 – кожух; 3 – площадка; 4 – площадка розвантаження; 5 – ланцюг; 6 – планки; 7 – рамки; 8 – напрямні; 9 – вал; 10 – зірочки; 11 – електродвигун; 12 – клинопасова передача; 13 – черв'ячний редуктор; 14 – зубчаста передача; 15, 16 – шприцювальні пристрої; 17 – насос; 18 – барботер; 19 – підшипники; 20 – напрямляючі; 21 – фільтри; 22 – кишеня.

Забруднені ящики вручну встановлюються на транспортер дном вниз, виступами транспортеру вони захоплюються і занурюються у гарячу та рухаються вздовж ванни. На верхній ділянці транспортера ящики шприцюються спочатку гарячою оборотною, потім гарячою протічною водою.

Технічна характеристика машини для миття ящиків.

Тип	Лінійна з відмочуванням
Продуктивність, шт/год	900
Витрати води, м <sup>3</sup> /год	3,25

Витрати пари, кг/год	600
Потужність електродвигунів, кВт	13,4
Габаритні розміри, мм	8650x1350x1800
Маса, кг	1500

Значний ефект миття дротяних корзин одержують при використанні водоповітряних форсунок. Вона представляє собою двоканальний концентричний змішувач в центральний канал вводиться миючий розчин, а в кільцевий - стиснуте повітря. Перед щільною насадкою розчин і повітря перемішуються і викидаються в виді струменю.

## 2.5 Машини для миття жерстяної тари

Розрізняють дві різновидності процесів миття жерстяної тари. Перша - миття пустої тари перед наповненням консервованою масою, друга - миття закупореної наповненої тари перед стерилізацією і після неї.

Для миття жерстяної тари перед наповненням використовують гравітаційні лінійні самоплинні машинні пристрої.

Для миття жерстяних банок використовуються машини А9-КМ1-125, А9-КМ2-125, А9-КМ2-250, ідентичні по будові. Максимальна продуктивність двох перших 125, а третьої - 250 банок в хвилину.

Для миття пустих і наповнених банок використовується **універсальна мийна машина МЖУ-125М**.

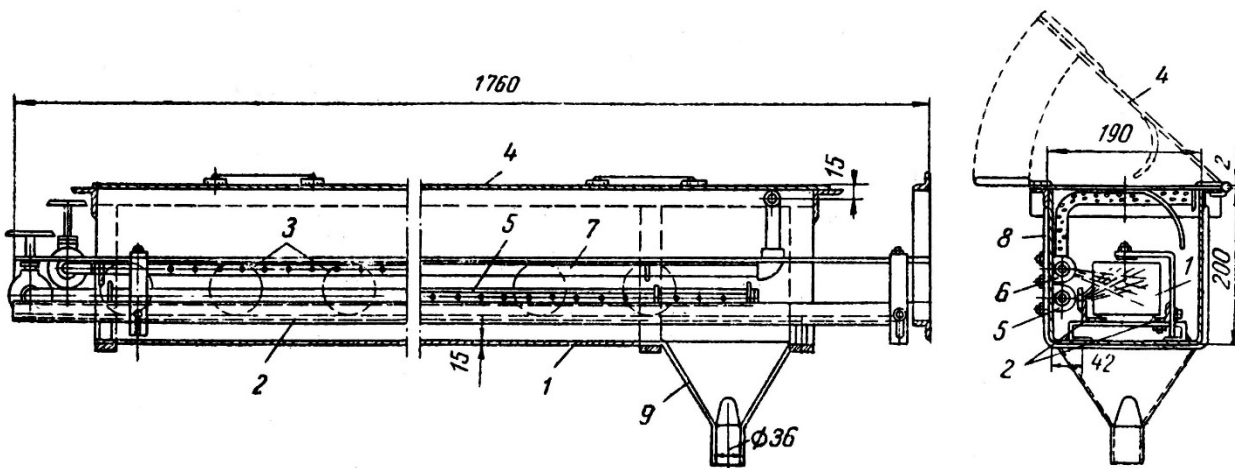


Рис. 2.9. Універсальна мийна машина МЖУ-125М:

1 – камера; 2 – напрямні; 3- балка; 4 – полоса; 5,6 – колектори; 7 – полоса; 8 – труба; 9 – збірник.

Лінійні самоплинні пристрої виконуються як нестандартне обладнання. Пристрої складаються із металевої камери 1, в якій під невеликим кутом розміщені напрямні 2 із кутового прокату. По напрямній котиться банка 3. Над ними закріплена направляюча полоса 7. Камера прохідна, тому торцевих стінок немає.

Вздовж бокової стінки камери розміщено два колектори з отворами для шприцювання внутрішньої поверхні банок: 6 - парою і 5 - струменем води. Банки

в машину поступають відкритим кінцем до шприцювального колектора. Зовнішня поверхня банок піддається дії тільки пари, яка витікає із отворів труби 8. Вода після шприцювання і конденсат пари стікають в збірник 9 і відводяться в каналізацію.

Металева камера 1 зверху закрита кришкою 4, що шарнірно кріпиться і при ремонті і чистці колекторів 5, 6 і труби 8 відкривається.

При переході від банок одного розміру до банок іншого розміру змінюють віддаль між направляючими кутниками і верхньою направляючою половою.

**Машина А9-КМ2-250** служить для миття жерстяних банок, складається із ванни-основи 1 із трьох секцій і мийної камери 12. Секція 8 служить для збору відпрацьованої води і має патрубок 7 для зливу її, секція 6 - для основного мийного розчину, секція 5 з барботером 4 і трубчатим теплообмінником 2 - для ополіскування водою, яка зливається через патрубок 3.

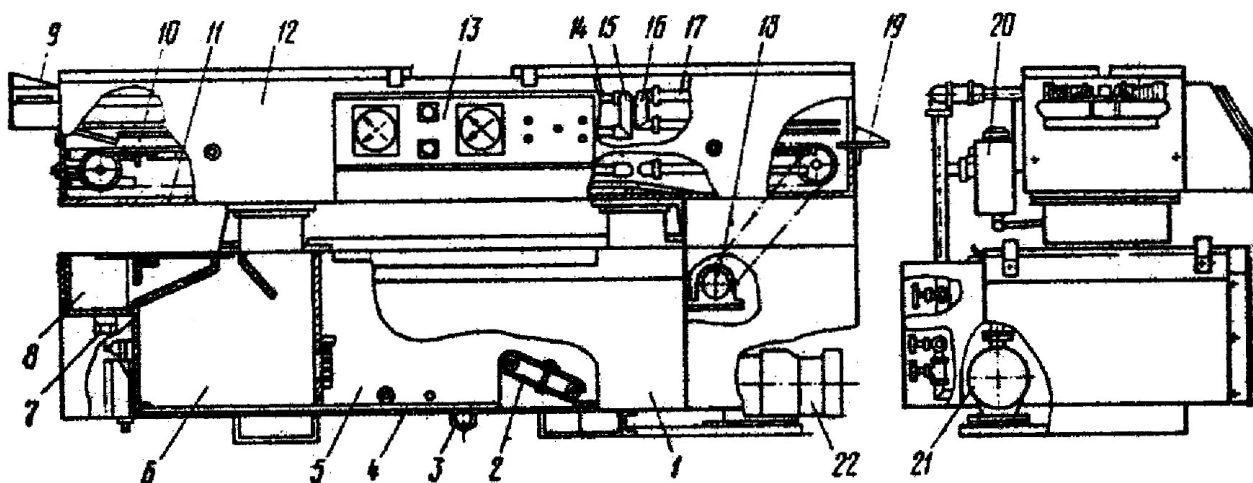


Рис. 2.10. Машина А9-КМ2-250:

1 – ванна; 2 – трубчастий теплообмінник; 3, 7 – патрубки; 4 – барботер; 5, 6, 7 – секції; 8 – секція; 9 – лоток; 10 – напрямні; 11 – ланцюговий транспортер; 12 – камера; 13 – щиток; 14 – труби; 15 – колектор; 16 – колектор; 17 – труби; 18 – мотор-редуктор; 19 – лоток; 20 – ємність; 21 – мотор-редуктор; 22 – лоток.

Всередині розміщений ланцюговий транспортер 11 з направляючими 10 для банок, колектор 15 з трубами 14 для мийного розчину і колектор 16 з трубами 17 для води.

## 2.6 Технічні засоби для миття технологічного обладнання

Для миття ємностей використовують миючі головки.

Пристрої з миючими головками є стаціонарними і переносними. Розрізняють головки з приводом (пневматичні, гідравлічні, електричні) і головки без приводу.

Основними вимогами до головок передбачається створення достатньої гідродинамічної дії на поверхню, яку омивають, що визначається діаметром, напором і кутом падіння струмини на стінку резервуару.



Для миття вертикальних резервуарів використовують миючі головки з реактивним струменем (рис. 2.11).

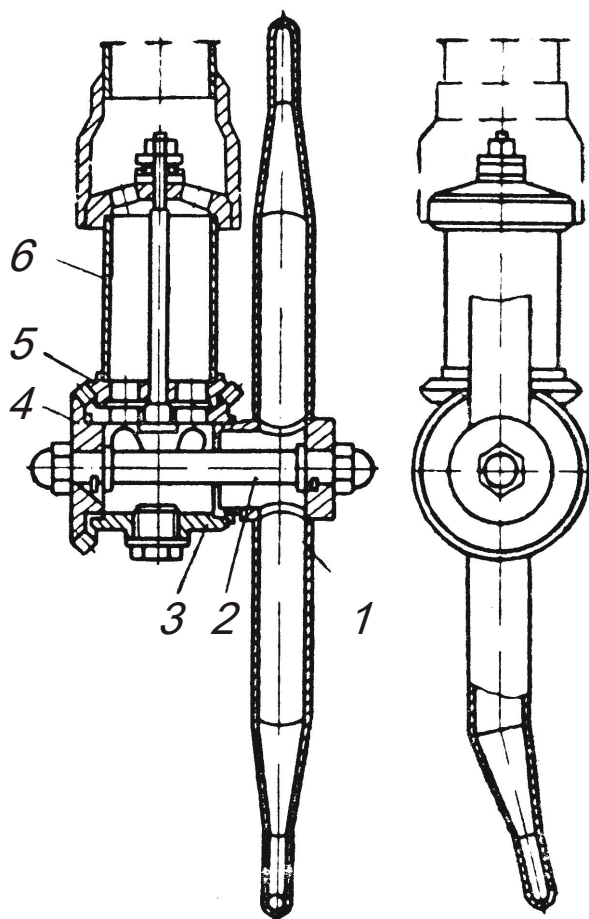


Рис. 2.11. Реактивна миюча головка:

1 – ротор з соплами; 2 – вал; 3 – цапфа; 4 – конічна шестерня; 5 – колесо зубчасте конічне; 6 – корпус головки.

Корпус головки встановлений на кінці труби, опущеної в резервуар. В корпусі на його осі розміщена цапфа 3. В цапфі розміщений валик, на одному кінці якого знаходиться пустотілий ротор з соплами, а на другому – конічна шестерня 4. Шестерня входить в зачеплення з зубчастим колесом 5, нерухомо закріпленим на корпусі головки.

Працює миючий пристрій наступним чином: вода або миючий розчин під тиском поступає по трубі і через пустоти в головці потрапляє в ротор. Сопла в роторі розміщені під кутом до його діаметра, то виникає реактивна сила, яка обертає ротор. Ротор починає обертати шестерню, закріплену на його валу. Шестерня оббігає по нерухомо закріпленому на корпусі головки зубчастому колесі. Цапфа з ротором, який обертається, здійснює круговий рух в горизонтальній площині. Завдяки цьому струмені мийного розчину, описуючи складну траєкторію, обробляють всю внутрішню поверхню резервуару.

## 2.7 Автоматизовані установки для миття технологічних ліній

Для миття технологічних ліній використовуються системи безрозбірного миття (рис. 2.12).

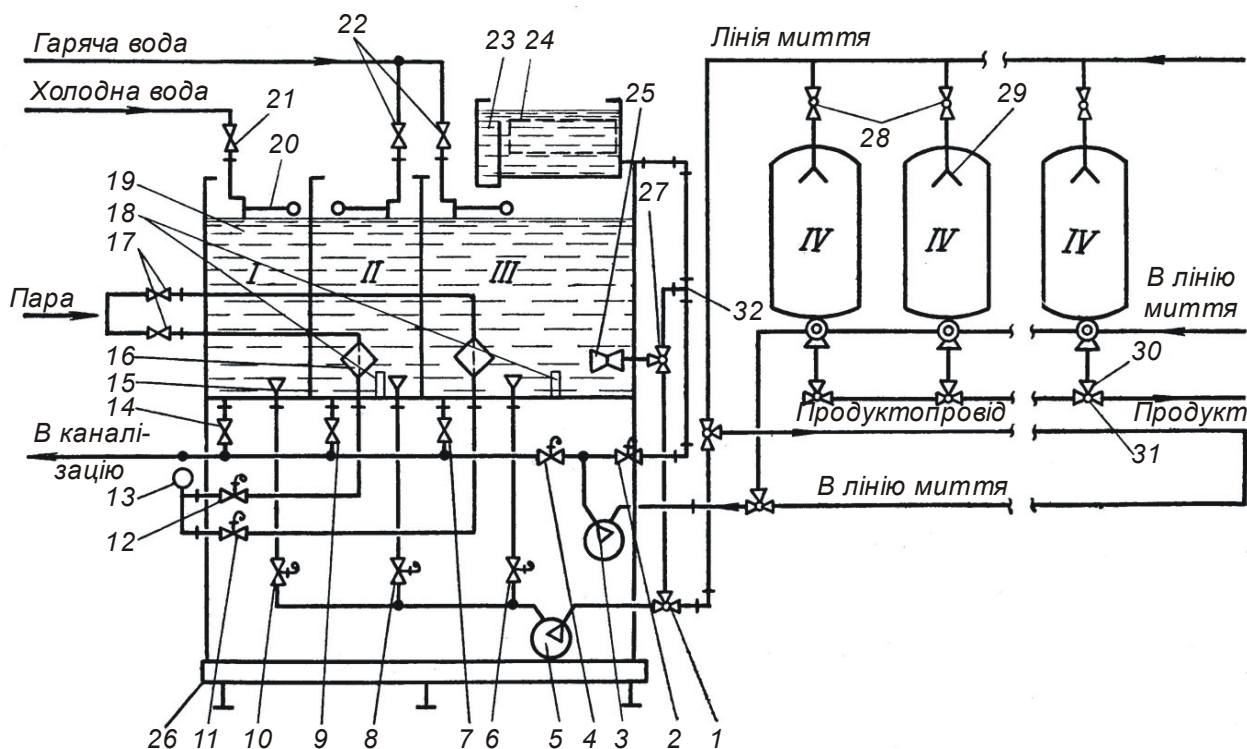


Рис. 2.12. Схема установки для циркуляційного миття резервуарів і продуктопроводів:

1 – відсік для холодної води; II – відсік для гарячої води; III – відсік для мийно-дезінфікуючого розчину; IV – місткості з оброблюваним продуктом; 1, 27, 30, 31 – триходові крани для розчину; 2, 4, 6, 8, 10, 11, 12 – клапани електропривідні; 3 – насос вихровий для відкачування мийного розчину; 5 – насос вихровий для подачі мийного розчину; 7, 9, 14 – зливні вентиля; 13 – конденсатовідвідник; 15 – фільтр; 16 – нагрівач; 17, 21, 22 – вентиля; 18 – датчик температури; 19 – місткість трисекційна; 20 – регулятор рівня рідини; 23 – бачок для приготування розчину; 24 – корзина для компонентів розчину; 25 – мішалка ежекторна; 26 – основа; 28 – кран подачі оброблюваного продукту; 29 – реактивна мийоча головка; 32 – трійник.

Основою установки для циркуляційного миття служить зварна рама, на якій встановлений трисекційний бак, вихровий насос, електропривідні клапани і комунікації. В трисекційному баку передбачені секції для холодної і гарячої води та секції мийно-дезінфікуючого розчину. В секції гарячої води і мийно-дезінфікуючого розчину розміщені змієвики підігріву. В змієвики передбачено подачу пари в автоматичному режимі. Вода в секції поступає із заводської магістралі.

Наповнення секцій регулюється поплавковим регулятором рівня. Бачок для підготовки мийно-дезінфікуючого розчину, всередині якого знаходиться корзина для закладки компонентів розчину, розміщений над відповідною

секцією і з'єднаний трубопроводом з вентилям. Всі секції мають зливні пристрої, з'єднані з каналізацією.

Порядок роботи установки наступний:

споліскування холодною водою зі зливом в каналізацію;

споліскування гарячою водою;

миття мийно-дезінфікуючим розчином (проводять циркуляційно з поверненням в секцію насосом відсмоктування через бачок для приготування мийно-дезінфікуючого розчину);

повторне споліскування лінії гарячою і холодною водою.

Система автоматики забезпечує необхідну послідовність і тривалість миття. Також система миття може працювати і в ручному режимі.

Тривалість циклу миття становить біля 20 хв.

## 2.8 Установка для безрозбірного миття пастеризаційно-охолоджувальних установок

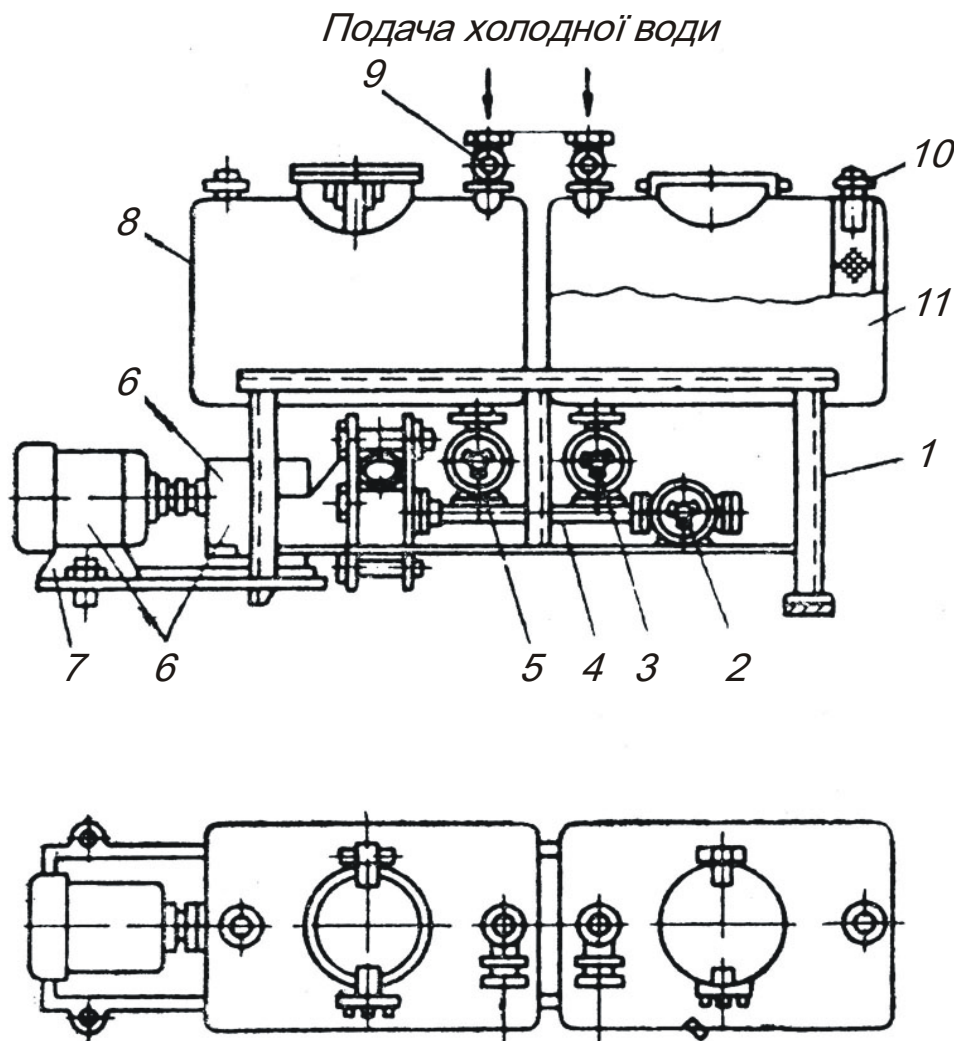


Рис. 2.13. Установка для безрозбірного миття пластинчастих пастеризаторів:

1 – каркас; 2, 3, 5 – крани; 4 – трубопровід; 6 – двигун з насосом; 7 – плита; 8, 11 – циліндричні бачки; 9 – вентилі; 10 – знімний фільтр.

Установка для миття пастеризаційних і стерилізаційних установок (рис. 2.13) включає два бачки, встановлені на зварній рамі, насос, прогумовані крани 2, 3 і 5, знімний фільтр 10, вентиля 9 подачі холодної води.

Перед миттям пастеризатор від'єднують від технологічних магістралей і до нього приєднують трубопроводи мийної установки. В баки подають холодну воду і промивають пастеризатор від залишків оброблюваного продукту протягом 10 хв.

Після цього закривають всі крани мийної установки, заповнюють бачки холодною водою і готують в одному бачку 0,5%-ний розчин азотної кислоти, а в іншому – 0,7...1,5%-ний розчин каустичної соди. Промивання починають розчином азотної кислоти, яка циркулює через пастеризатор протягом 30 хв.

Після циркуляції розчин кислоти змивають і промивають пастеризатор холодною водою до повного змивання кислоти. Потім із іншого бачка здійснюють промивання розчином каустичної соди протягом 60 хв. Після миття содою проводять промивання холодною водою до тих пір, поки вода не стане прозорою. Далі через пастеризатор протягом 5...10 хв пропускають гарячу воду для відведення з пластин бруду.

## 2.9 СП – миття

Принцип дії циркуляційного миття оснований на сумісній дії хімічної активності миючого розчину і механічної дії струменю.

Миючий розчин перебуває в контакті із забрудненою поверхнею протягом певного часу, при заданій концентрації миючого розчин, температурі і механічній дії.

Для забезпечення ефективного миття необхідна велика кількість миючого розчину і тривалий час його дії.

Табл. 2.1. Стандартний цикл СП-миття.

Технологічна операція	Завдання
Попереднє ополіскування холодною або гарячою водою	Очищення від грубих забруднень
Основне миття	Очищення від решти забруднень
Ополіскування	Очищення від миючого розчину
Дезінфекція	Знищення мікроорганізмів, які залишились
Кінцеве ополіскування	Очищення від дезінфікуючого розчину

Конструкція циркуляційного миття вибирається індивідуальною для кожного підприємства і залежить від виду забруднень, конструкції і матеріалу обладнання, технологічної схеми виробництва.

Умови, при яких забезпечується безперебійне миття:  
логічна безперебійна послідовність запрограмованих операцій;

проникнення миючого розчину у всі частини і обладнання, які контактують із продуктом;

конструкція установки передбачає вільне перетікання рідини і повне відведення миючих та дезінфікуючих розчинів;

достатня кількість миючого розчину відповідної концентрації для ефективного проведення процесу.

Переваги: СП дозволяє економити пару, воду і миючі засоби завдяки:

циркуляція миючого розчину через циркуляційний бачок невеликої місткості;

попереднє ополіскування проводиться теплою водою, яка збирається в танку вторинної води на операціях кінцевого ополіскування і дезінфекції;

здійснюється регулювання витрат миючих засобів для кожного об'єкту миття за допомогою частотного перетворювача подаючого насосу;

заповнення миючого контура у відповідності із заданим параметром об'єму кожного об'єкту миття.

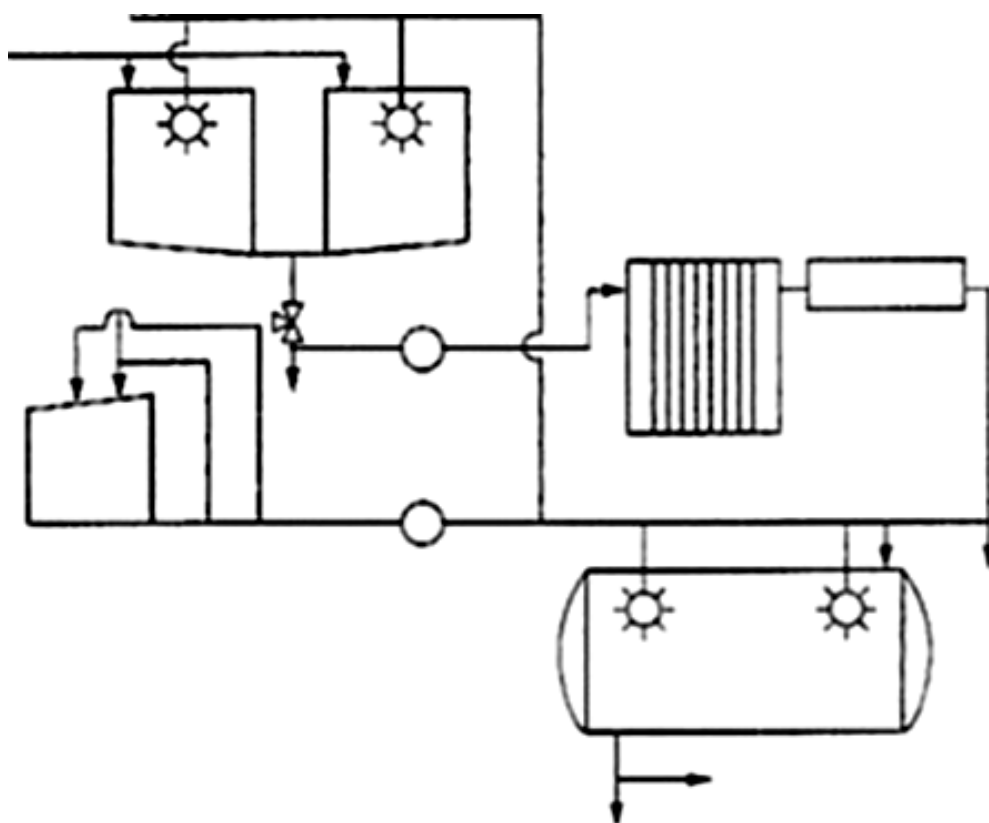


Рис. 2.14. Схема СІР-мийки.

При розрахунку систем циркуляційного миття підбирають відцентровий насос, який повинен прокачувати воду і миючі розчини через об'єкт миття із заданою швидкістю.

Швидкість руху води і миючих розчинів знаходиться в межах 1,5–2 м/с, що дозволяє зберігати турбулентний режим потоків при митті. Також розраховують об'єм баків для води, миючих і дезінфікуючих розчинів.

При підборі відцентрового насоса необхідно знати кількість води або миючих розчинів, циркулюючих в контурі, і загальний напор

Кількість води чи миючого розчину  $M$  (в м<sup>3</sup>/год) визначаються за формулою

$$M = 2826 \cdot d^2 \cdot v,$$

де  $d$  – внутрішній діаметр трубопроводу, м;  
 $v$  – середня швидкість потоку, м/с.

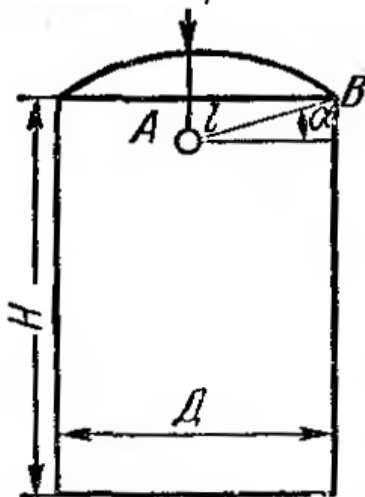
Загальний напір, необхідний для руху води або миючого розчину із заданою швидкістю при митті трубних комунікацій, визначається як сума напорів на подолання геометричної висоти, гідравлічних опорів і швидкісного напору.

Розрахунок загального напору  $H_{заг}$  (у м) виконується за формулою

$$H_{заг} = h_1 + \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{d} + \sum \zeta + 1 \right),$$

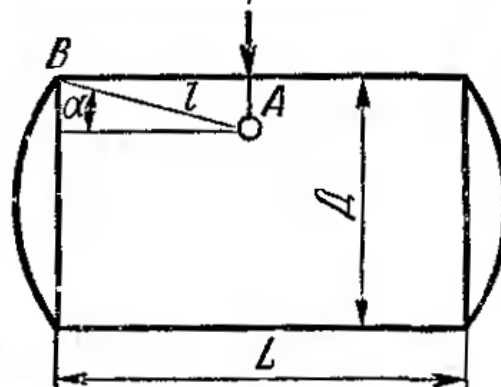
де  $h_1$  – геометрична висота, м;  
 $v$  – задана швидкість руху миючого розчину, м/с;  
 $g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>;  
 $L$  – загальна довжина трубопроводу, м;  
 $d$  – внутрішній діаметр трубопроводу, м;  
 $\lambda$  – коефіцієнт опору по довжині трубопроводу;  
 $\zeta$  – коефіцієнт місцевого опору.

Миючий розчин



а)

Миючий розчин



б)

Рис. 2.15. До розрахунку системи циркуляційного миття:  
 а – вертикальних ємностей; б – горизонтальних ємностей та цистерн

Геометричний об'єм бака для води або миючого розчину  $V_2$  (у м<sup>3</sup>) визначається за формулою

$$V_2 = 1,2 \cdot V_p,$$

де  $V_p$  – робочий об'єм, м<sup>3</sup>;

$$V_p = V_1 + V_2, \quad (2.4)$$

де  $V_1$  – об'єм контура миття, м<sup>3</sup>;

$V_2$  – об'єм, необхідний для запобігання засмоктування відцентровим насосом повітря і забезпечення його нормальної роботи, м<sup>3</sup>;

$$\begin{aligned} V_1 &= 0,785 \cdot d^2 \cdot L \\ V_2 &= F \cdot h, \end{aligned} \quad (2.5)$$

де  $F$  – площа перетину бака, м<sup>2</sup>;

$h$  – висота стовпа рідини над центром отвору, з якого витікає миючий розчин до насоса, м ( $h = 0,15 - 0,20$  м).

Потрібна кількість води або миючого розчину при митті цистерн і ємностей визначається за формулою

$$M = 0,785 \cdot d_1^2 \cdot n \cdot \mu \sqrt{2 \cdot g \cdot H},$$

де  $d_1$  – діаметр отвору в форсунці, м;

$n$  – число отворів у форсунці (число отворів повинне забезпечувати рівномірне покриття миючим розчином внутрішньої поверхні резервуара);

$\mu$  – коефіцієнт витрати ( $\mu = 0,8 - 0,85$ );

$H$  – напір, створюваний перед отвором, м.

Визначення напору  $H$  (у м) води або миючого розчину пов'язане з визначенням необхідної довжини  $l$  струменя від форсунки до самого видаленого місця на внутрішній поверхні цистерни або ємності. Для вертикальних і горизонтальних ємностей вона буде різна.

Рівняння траєкторії вільної струмини, що витікає з отвору форсунки під напором  $H$  і під деяким кутом  $\alpha$  до горизонту, має вигляд

$$y = x \cdot \operatorname{tg}(\alpha) - \left( \frac{g \cdot x}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \right).$$

Екстремальна точка траєкторії ( $\alpha$ ) визначається

$$y' = \operatorname{tg}(\alpha) - \left( \frac{2 \cdot g \cdot x}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \right) = 0,$$

тоді

$$x = \frac{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha) \cdot \operatorname{tg}(\alpha)}{g}$$

і довжина струменя  $l(AB)$ , на якій вона має достатній запас кінетичної енергії, визначиться за формулою

$$l = \frac{x}{\cos(\alpha)} = \frac{v_0^2 \cdot \cos(\alpha) \cdot \operatorname{tg}(\alpha)}{g}. \quad (2.6)$$

Швидкість витікання  $v_0$  (у м/с) визначається за формулою

$$v_0 = \mu \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (2.7)$$

Необхідний об'єм бака для води або миючого розчину  $V_p$  (у м<sup>3</sup>) визначають за формулою (2.4).

Об'єм контура миття  $V_1$  (у м<sup>3</sup>) визначають як

$$V_1 = V' + V'',$$

де  $V'$  – об'єм трубопроводу від відцентрового насоса до форсунки, м<sup>3</sup>;

$$V' = 0,789 \cdot d^2 \cdot L;$$

$V''$  – об'єм миючого розчину, необхідного для покриття дна цистерни або ємності:

для вертикальних ємностей  $V_g''$  (в м<sup>3</sup>)

$$V_g'' = 0,785 \cdot D^2 \cdot H,$$

де  $D$  – внутрішній діаметр ємності, м;

$h$  – висота рівня розчину в ємності м ( $h = 0,3$  м);

для цистерн і горизонтальних циліндрових ємностей  $V_z''$  (у м<sup>3</sup>)

$$V_z'' = f_c \cdot L_p,$$

де  $f_c$  – площа сегменту, м<sup>2</sup>;

$L_p$  – довжина ємності, м.

Висоту рівня розчину в резервуарі (висоту сегменту) слід прийняти  $h_c = 0,3$  м.

Загальний напор  $H_{заг}$  (у м) системи циркуляційного миття цистерн і ємностей, необхідний для підбору відцентрового насоса, визначається за формулою

$$H_{заг} = h_1 + h_2 + H,$$

де  $h_1$  – геометрична висота подачі, м;

$h_2$  – втрати напору по довжині трубопроводу і в місцевих опорах, м.

### Питання для самоперевірки.

1. На які групи ділять миючі засоби?
2. Яким чином можна досягти інтенсивної механічної дії в процесі миття?
3. Від чого залежить енергія мийної струмини?
4. Які основні параметри насосів?
5. Що враховує об'ємний коефіцієнт корисної дії насосів?
6. Яка обов'язкова умова роботи відцентрового насосу?
7. Що включають характеристики відцентрового насоса?
8. На які групи можна розділити насоси об'ємної дії?
9. Які бувають мийні машини за способом миття сировини?
10. У яких випадках використовують миючі машини з м'яким режимом?



11. У яких випадках використовують миючі машини з жорстким режимом?
12. Яка в середньому температура води, якою попередньо окроплюються накопичені на столі навантажені пляшки?
13. Яка температура розчину для миття тари повинна бути в першій ванні пляшкомиїної машини?
14. Яке середовище в другій ванні пляшкомиїної машини?
15. Які основні елементи машини для миття ящиків?
16. До якого типу машин відноситься вентиляторна мийна машина?
17. Як працює реактивна миюча головка?
18. Що собою являє система СІР миття?
19. Які переваги СІІ миття?
20. Для яких машин можна використовувати СІР миття?

### Глава 3. Обладнання для калібрування сировини

Калібрування - розділення продукту на групи з приблизно однаковими розмірами по формі і масі.

Сортування - в розділення продукту на групи приблизно однакової якості.

Калібрування плодів та овочів здійснюється на калібрувальних пристроях різного типу. Принцип дії калібрувальних робочих органів оснований на зміні площі опорної поверхні, на якій знаходиться продукт.

Стрічкові калібрувальні пристрої (рис. 3.1, а) представляють собою послідовно змонтовані під нахилом стрічкові транспортери з отворами різних діаметрів, встановлені один над одним. Стрічка кожного транспортеру виконана з отворами певного діаметру, який зростає для кожного наступного транспортера. Продукт, потрапляючи на стрічку транспортера з отворами свого діаметру провалюється у відповідний збірник.

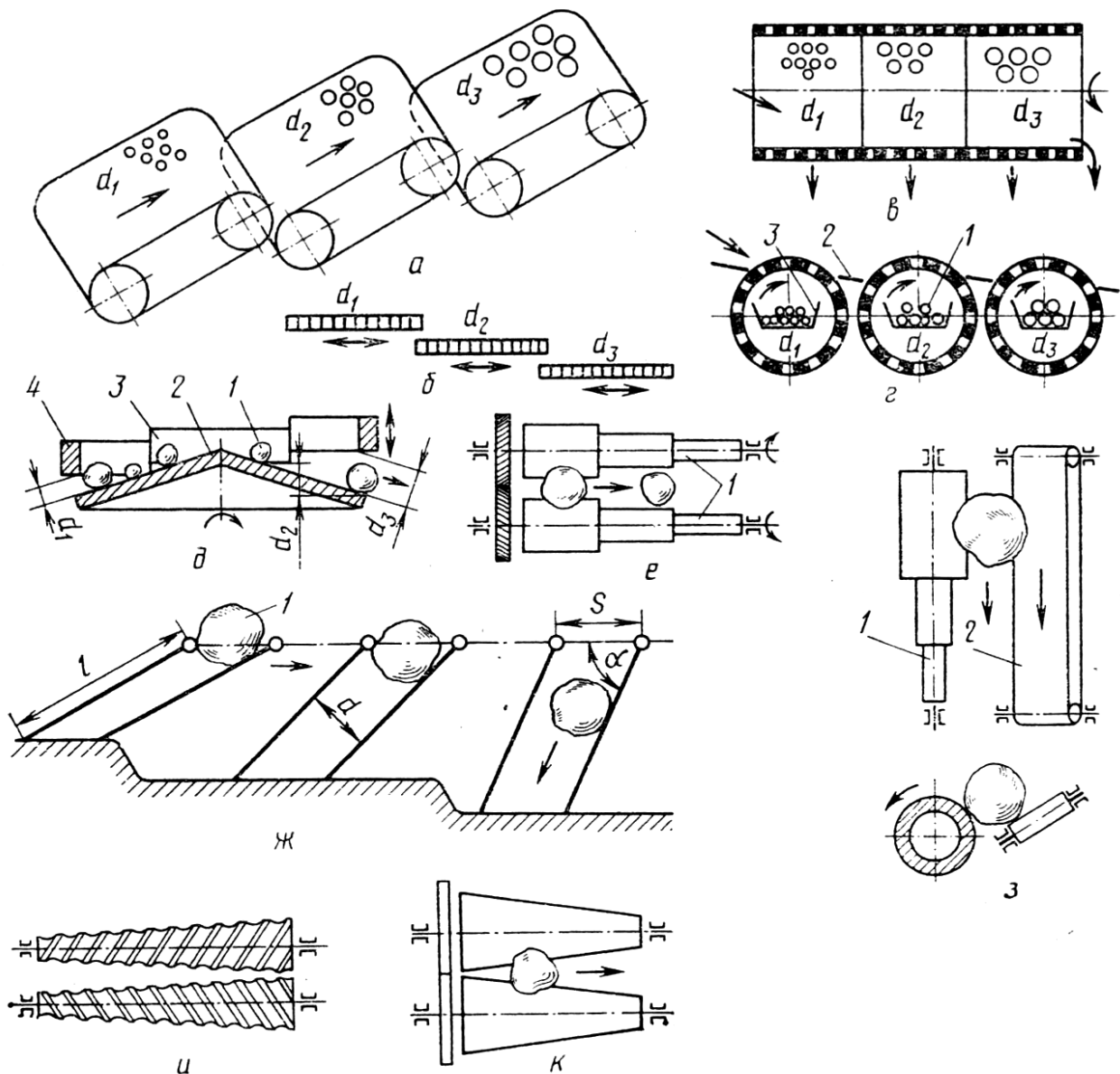


Рис. 3.1. Схеми калібрувальних робочих органів.

Для калібрування може бути використане горизонтально встановлене вібруюче плоске полотно (рис. 3.1, б) або декілька полотен з отворами різного діаметру. Барабанні калібрувальні пристрої (рис. 3.1., в, г) представляють собою барабан з отворами на поверхні. Поверхня барабану розділена на зони з отворами, розміри яких збільшуються і можуть мати різну форму. Різновидом барабанних калібрувальних пристроїв є паралельно змонтовані барабани, які обертаються. Між ними встановлена плоска похила поверхня. Плід попадає в отвори барабану і падає в збірний лоток всередині барабану, а потім відводиться на подальшу обробку. Дискові калібрувальні пристрої (рис. 3.1., б) складаються із диску, який обертається і ребер, розташованих над диском так, що утворюються отвори діаметром  $d_1, d_2, d_3$ . Розміри отворів можуть регулюватися зміною положення ребер над поверхнею диску. У валкових калібрувальних пристроях і валково-стрічкових утворюються отвори відповідно між двома паралельно змонтованими ступінчастими валиками, або між ступінчастим валиком і похило змонтованим стрічковим транспортером (рис. 3.1, е, з). Тросовий калібрувальний пристрій складається з рухомих тросів, які непаралельно розходяться (рис. 3.1, ж).

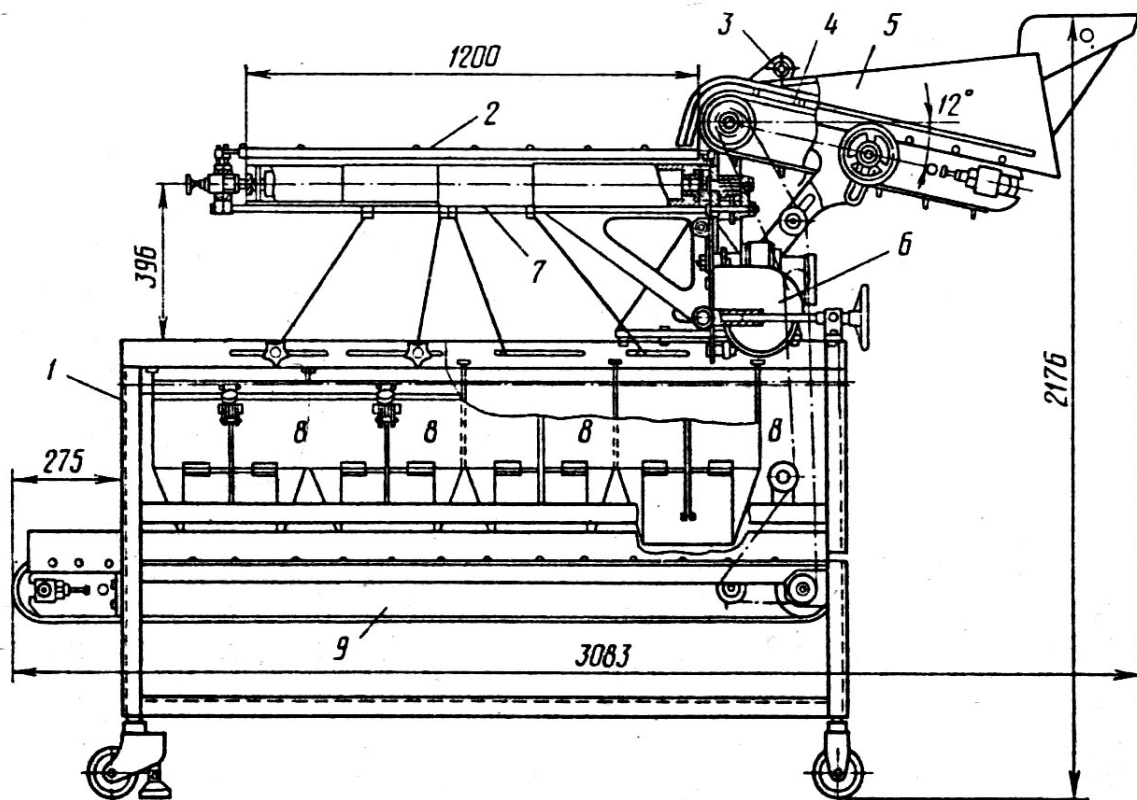


Рис. 3.2. Універсальна калібрувальна машина:

1 – станина; 2 – калібрувальна головка; 3 – скидачі; 4 – стрічковий транспортер; 5 – завантажувальний пристрій; 6 – привід; 7 – ступінчасті валики 8 – збірники; 9 – стрічковий транспортер.

Шнековий калібрувальний пристрій здійснює калібрування плодів кулеподібної форми за допомогою двох шнеків, які обертаються в різні сторони

(рис. 3.1, і). Такого ж принципу дії кінцевий калібрувальний пристрій (рис. 3.1, к). Калібрувальний ефект встановлюється двома кінцевими валками, віддаль між якими постійно збільшується.

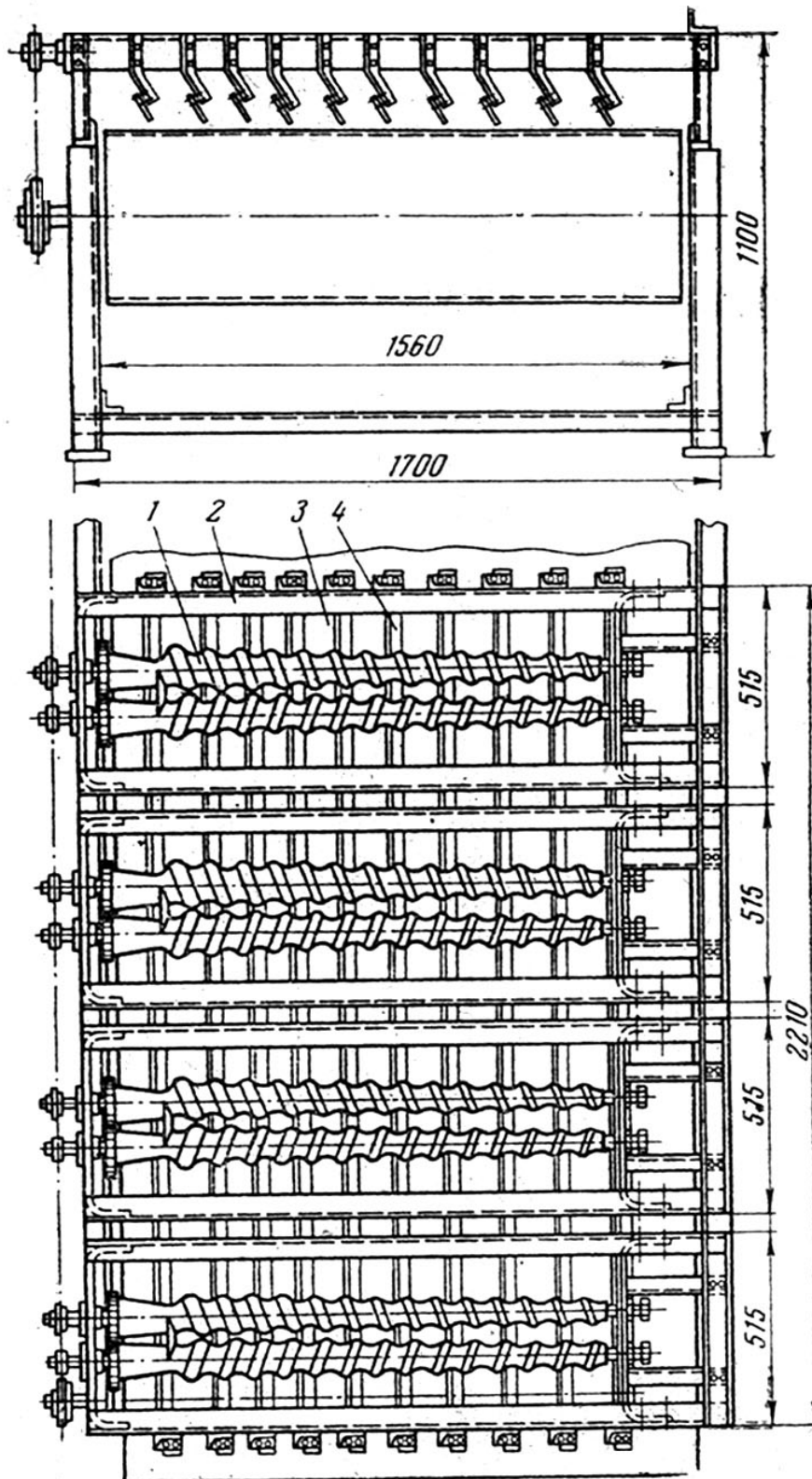


Рис. 3.3. Шнекова калібрувальна машина:  
1 – шнекові калібрувальні механізми; 2 – станина; 3 – транспортер; 4 – перегородки.

**Універсальна калібрувальна машина** із змінними робочими органами може калібрувати майже всі види плодів та овочів. Продукт надходить в машину в п'ять потоків, що значно підвищує продуктивність машини.

Машина складається із станини 1, завантажувального пристрою 5, калібрувальної головки 2, збірників 8 для відведення продуктів з машини і приводу 6. В калібрувальній головці розташовано п'ять ступінчастих валиків 7, які обертаються назустріч один одному. Подача продукту здійснюється скидачами 3, встановленими над п'ятьма похилими стрічковими транспортерами 4. В залежності від форми продукту ступінчасті валики можна нахилити на кут  $18^{\circ}$ , забезпечуючи при цьому поступовий рух продукту. З калібрувальної головки плоди поступають в збірники 8. По мірі заповнення збірники відводяться стрічковим транспортером 9.

Продуктивність машини 0,28-0,42 кг/с. Частота обертання ступінчастих валиків 38 об/хв, шнекових - 55 об/хв.

**Шнекова калібрувальна машина.** Калібрування здійснюється двома шнеками, які обертаються в протилежні сторони. Шнеки мають постійний крок і змінний діаметр. Шнекова калібрувальна машина застосовується для калібрування плодів кулеподібної форми.

В основному використовуються чотирьопотокові машини, які відповідно включають чотири пари шнекових калібрувальних елементів змонтовані на станині. Під калібрувальними елементами розміщений стрічковий транспортер 3, розділений перегородками 4 на 10 потоків. Продукт в залежності від розміру попадає в один із потоків і виноситься транспортером.

В шнекових калібрувальних машинах діаметр валу в кожному наступному витку відрізняється від діаметра валу в попередньому на 5 мм, що і визначає різницю у розмірі кожної фракції.

Продуктивність машини здійснюється в межах 600-1000 кг/год. Технічна продуктивність може бути розрахована, виходячи із частоти обертання шнекових калібрувальних елементів. За паспортними даними машини калібрувальні елементи роблять 54 об/хв, тобто приймають 54 плоди в хв. Тобто при середній масі яблука 60 г продуктивність машини складає:  $60 \times 54 \times 4 \times 0,06 = 777$  кг/с.

**Калібрувальна машина А9-ККБ** (рис. 3.4) призначена для калібрування майже всіх видів плодів і овочів. Машина складається з станини 1, вузла калібрування 2, фракційного транспортера 3, транспортера відходів 4, елеватора 5 і привода 6. Вузол калібрування 2 складається з роликового калібрувального ланцюга і копіра, який регулює зазор між роликами на різних ділянках калібрувальної машини. Робоча гілка стрічкового полотна фракційного транспортера 3 розділена перегородками, що відділяють одну фракцію від іншої. Елеватор 5 має завантажувальний бункер і транспортерну стрічку з гумовими скребками для рівномірного завантаження сировиною калібрувальної машини.

Машина працює наступним чином. Сировина засипається в бункер елеватора, а звідти скребковим транспортером подається на калібрувальне полотно.

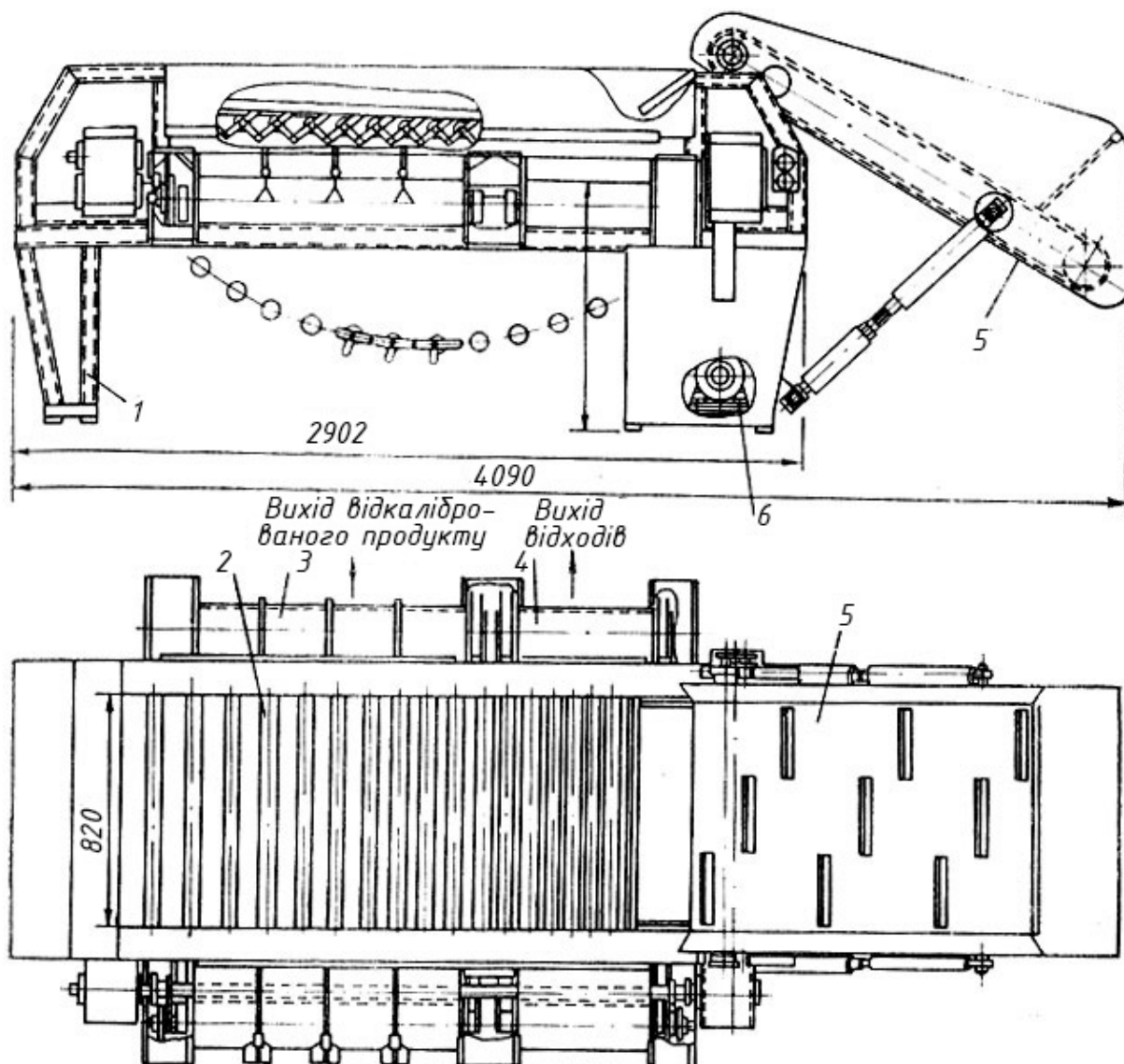


Рис. 3.4. Калібрувальна машина А9-ККБ:

1 – станина, 2 – ролики; 3 – фракційний транспортер; 4 – транспортер відходів; 5 – елеватор;  
6 – електродвигун.

На першій ділянці калібрування проводиться орієнтування подовгастих овочів або фруктів віссю уздовж роликів калібрувальної ланцюга і видалення відходів, які мають розміри менші від мінімальних. Ці відходи провалюються в зазори між роликами і відводяться транспортером відходів 4. На другій ділянці калібрування ролики поступово розходяться, зазор між ними збільшується, овочі або плоди провалюються в ці зазори, розділяючись на певні фракції за розмірами, і видаляються з машини фракційним транспортером 3.

Технічні характеристики калібрувальної машини А9-ККБ

Продуктивність машини, кг/год	до 3000
Швидкість руху калібрувального ланцюга, м/с	0,15...0,21
Довжина, мм	
калібрувальна ділянка	1700
відсортовувальна ділянка	400

Діаметр ролика, мм	75
Довжина ролика, мм	900
Потужність електродвигуна, кВт	2,2
Габаритні розміри, мм	4780x1955x1725
Маса машини, кг	2125

**Сортувальний транспортер** використовується для сортування вручну. Представляє собою стрічковий транспортер з прогумованою стрічкою, розділеною перегородками на три частини.

Сировина подається в бокові відсіки. Плоди, які не відповідають стандарту, вкладаються на середню частину стрічки. Швидкість руху стрічки 0,1 м/с, ширина 0,8 м. Продуктивність 0,42 кг/с.

**Гідравлічні класифікатори** служать для розділення зеленого горошку, кукурудзяних зерен та інших видів мілкої сировини.

В металевому жолобі гідравлічного сортувала тече суміш горошку з розсоллом, густиною біля 1080 кг/м<sup>3</sup>. Коефіцієнт масової концентрації  $K = 6 \pm 8$ . В залежності від густини зерен горошку частина зерен буде спливати, інша - тонути.

**Інспекційні транспортери.** Контрольні операції, які проводяться в певних точках технологічного процесу, здійснюються за допомогою стрічкових транспортерів, або автоматичних інспекційних пристроїв.

Недоліком стрічкового транспортеру є недоступність для огляду нижньої частини.

Для томатів, яблук використовуються інспекційні транспортери, робоче полотно яких виконано з роликів, що обертаються навколо своєї осі.

При двосторонньому обслуговуванні довжина інспекційного транспортеру визначається як:

$$L = \frac{aG}{2g} + l + l_{\text{H}};$$

де:  $a$  – ширина робочого місця, м;

$G$  – кількість сировини, яка поступає, кг/с;

$g$  – норма виробітку, кг/год;

$l$  – довжина установки для ополіскування, м;

$l_{\text{H}}$  – довжина стрічки, яка не використовується, м.

Продуктивність транспортера визначається з врахуванням можливості огляду продукту (стрічку заповнюють на 70-80 %).

Продуктивність транспортера, в залежності від допустимої швидкості руху стрічки і навантаження на 1 м<sup>2</sup>:

$$G = v \cdot b \cdot K,$$

де:  $v$  – швидкість руху ( $v = 0,1-0,12$  м/с);

$b$  – ширина стрічки ( $b = 0,6-0,9$  м);

$K$  – кількість сировини, яка завантажується на 1 м<sup>2</sup> стрічки транспортера.

**Продуктивність калібрувальних машин:**

$$P = f \cdot v \cdot \rho,$$

де  $f$  або  $F$  – площа поперечного перерізу продукту в машині м<sup>2</sup>;

$v$  – швидкість руху продукту в перерізі м/с;

$\rho$  – густина продукту кг/м<sup>3</sup>;

$\phi$  – коефіцієнт заповнення.

Потужність електродвигуна:

$$N = \mu \frac{N_m}{\eta_M},$$

де  $\mu$  – коефіцієнт, який залежить завантаження транспортера ( $\mu = 1,3 \div 3$ )

$N_m$  – теоретична потужність валу електродвигуна транспортера:

$$N_m = (K_1 \cdot v \cdot L + 0,0555 \cdot P \cdot g \cdot L \pm P \cdot g \cdot H) K_2;$$

$L$  – довжина транспортера, м;

$g$  – прискорення вільного падіння м/с<sup>2</sup>;

$K_1$  – коефіцієнт, який залежить від ширини транспортера;

$K_2$  – коефіцієнт, який залежить від довжини транспортера;

$H$  – висота піднімання, м.

Табл.3.2. Залежність коефіцієнту  $K_1$  від ширини транспортера

Ширина транспортера, м	0,4	0,5	0,65	0,8	1	1,2	1,4
Коефіцієнт $K_1$	12	15	20	24	30	35	40

Табл. 3.3. Залежність коефіцієнту  $K_2$  від довжини транспортера.

Довжина транспортера, м	5-15	15-30	30-45
Коефіцієнт $K_2$	1,25	1,12	1,05

Питання для самоперевірки.

1. Що собою представляє калібрування сировини?
2. Що собою представляють стрічкові калібруючі пристрої?
3. Яке конструктивне рішення застосовують для робочих органів шнекової калібрувальної машини?
4. Для чого застосовують гідравлічні класифікатори?
5. Вкажіть недоліки стрічкового інспекційного транспортеру.
6. З якою метою ступінчаті валики в універсальній калібрувальній машині встановлюють під кутом?
7. Для якої сировини застосовують шнекові калібрувальні пристрої?
8. Яким чином здійснюється калібрування в універсальній калібрувальній машині?
9. Які особливості застосування інспекційних транспортерів?10.



## Глава 4. Обладнання для очищення і різання

### 4.1 Класифікація обладнання для очищення і різання

Подрібнення продуктів відбувається шляхом механічної дії на продукт. В залежності від міцнісних характеристик продукту та кінцевої мети подрібнення можна проводити роздавлюванням, розбиванням, розриванням і різанням.

Для подрібнення с/г сировини, яка має 80-90% вологи, широко використовується різання. Нарізані куски мають правильну форму і потім піддаються тільки тепловій обробці.

При роздавлюванні, розриванні і розбиванні шматки мають неправильну форму і, в більшості випадків, піддаються подальшому тонкому подрібненню (притиранню, варінню).

Ударна дія використовується для твердих матеріалів, які мають високу міцність і використовуються в основному як спеції.

Подрібнення різанням проводиться ножами різної форми, виготовленими із інструментальних сталей У7-У9, або хромистої сталі 9ХС, ЦХ15.

Лезо ножа має форму клина з різним кутом заточування  $\alpha$  (рис. 4.1), а за формою ножі можуть бути плоскі, криволінійні, дискові.

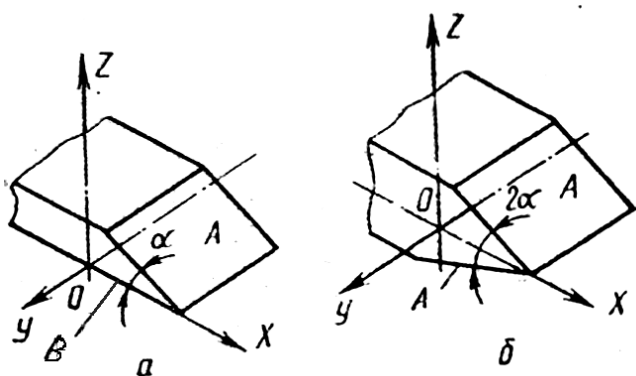


Рис. 4.1. Схема кута заточування леза:  
а) одностороннє заточування; б) двостороннє заточування; А- площина заточування – робоча грань;  $\alpha$  - кут заточки; В – опорна поверхня.

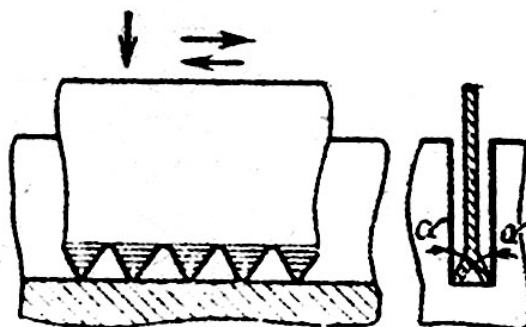


Рис. 4.2. Схема різання розпилюванням.

Якщо приходить розрізати матеріали, які важко деформуються з високою механічною міцністю, то лезо ріжучого інструменту повинно мати кут заточки  $0^\circ$ . Процес різання перетворюється в розпилювання.

При цьому розпилений матеріал не доторкається зі стінками пили, що зменшує втрати енергії на тертя між матеріалом і поверхнею ножа, яка є складовою загальних витрат енергії, визначається за формулою П.А. Ребіндера:

$$E = E_1 + E_2 + E_3,$$

де  $E_1$  – енергія, яка витрачається на утворення нового елемента;

$E_2$  – втрати енергії на тертя;

$E_3$  – втрати енергії на пластичну деформацію.

Ніж з двостороннім заточуванням леза можна розглядати як два спарених ножі по опорній поверхні.

Для різання ніж повинен здійснювати одночасно два силових рухи: перпендикулярно лезу і паралельно йому – відповідно зі швидкістю по нормалі до поверхні  $V_n$  і по дотичній до поверхні  $V_d$ .

Результуюча швидкість леза ножа:

$$V = \sqrt{V_n^2 + V_d^2}.$$

Відношення між дотичною  $V_d$  і нормальною  $V_n$  складовими швидкості різання називають кутом ковзання  $K_\beta$ :

$$\frac{V_d}{V_n} = \operatorname{tg} \beta = K_\beta,$$

де  $\beta$  – кут між нормальною складовою швидкості і результуючою швидкістю.

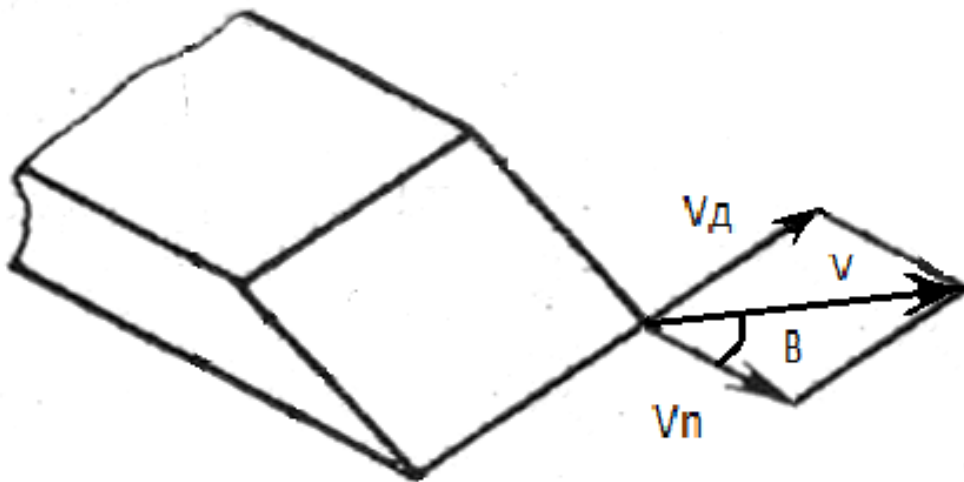


Рис. 4.3. Схема швидкостей ножа.

Коефіцієнт ковзання характеризує ефективність силової дії. При збільшенні коефіцієнту ковзання підвищується чистота поверхні зрізу, завдяки зменшенню загальної деформації стиснення і роздавлювання.

В деяких різальних машинах ніж не здійснює зворотно-поступального руху, тобто  $V_d = 0$  тому продукт подрібнюється не різанням, а рубанням.

Практичні швидкості руху ножі знаходяться в межах:  $V_d = 1 \div 30$  м/с, нормальна швидкість (швидкість подачі) становить  $0,1 \div 0,2 V_d$ .

Продуктивність ріжучого механізму (в кг/с) для плоского ножа можна визначити за формулою:

$$P = \phi \cdot F_0 \cdot \rho \cdot v_n \cdot z$$

а для дискового за формулою:

$$P = \phi \cdot F_0 \cdot h \cdot \rho \cdot \frac{\omega}{2 \cdot \pi} \cdot z$$

де  $\phi$  – коефіцієнт використання ріжучої здатності механізму;  
 $F_0$  – площа зрізу, м<sup>2</sup>;  
 $h$  – висота шару, який зрізає ніж, м;  
 $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\omega$  – кутова швидкість обертання диску, рад/с;  
 $v_n$  – лінійна швидкість продукту перпендикулярна до леза ножа (швидкість потоку) або швидкість подачі ножа.

Необхідну продуктивність електродвигуна можна визначити за формулою:

$$N = W \cdot \phi \cdot F \cdot \frac{\eta}{\eta_m} \cdot \eta_i$$

де  $W$  – середні питомі витрати енергії на різання, кДж/м<sup>2</sup>;  
 $F$  – ріжуча здатність машини, м<sup>2</sup>/с;  
 $\eta$  – коефіцієнт запасу міцності ( $\eta = 1,25 \dots 1,35$ );  
 $\eta_m$  – механічний ККД ( $\eta_m = 0,75 \dots 0,85$ );  
 $\eta_i$  – коефіцієнт, який враховує витрати енергії на подачу і відведення продукту ( $\eta_i = 0,9 \dots 0,95$ );

$F$  – ріжуча здатність, визначається як:  $F = l \cdot v_n \cdot z$  або  $F = F_0 \cdot \frac{\omega}{2 \cdot \pi} \cdot \eta_i$

відповідно для плоского і дискового ножів;

$l$  – довжина леза плоского ножа.

Табл. 4.1. Питомі витрати енергії на різання.

Продукт	Питомі витрати енергії на різання, кДж/м <sup>2</sup>
Морква	1,4...1,6
Цибуля	1,7...1,8
Капуста	1,0...1,2
Буряк	0,9...1,1
Картопля	0,6...0,7
М'ясо	5,0...8,0

## 4.2 Механізми та обладнання різання плодів і овочів

Механізми різання є основними елементами різальних машин і включають робочі органи і систему для подачі і відведення продукту.

Подача продукту здійснюється гравітаційно, примусово або самовільно від сили тертя, яка виникає між продуктом і поверхнею ножа.

Різання може проводитись в одній або декількох площинах прямо або криволінійно.

На рис. 4.4 а, б продукт зі швидкістю  $v_{np}$  рухається на транспортері ріжучий інструмент, складається з горизонтального леза і до дискового ножа, який обертається зі швидкістю  $v_{\partial}$ , на рис. 4.4 б встановлений стрічковий ніж, лезо якого направлено перпендикулярно рухові продукту. Стрічковий ніж натягнутий на два шківів і рухається вздовж продукту зі швидкістю  $v_g$ .

На рис. 4.4 в ріжучий механізм складається з нерухомого плоского ножа і гребінкоподібної опори 1. Різання проходить при похилому положенні ножа до площини руху і  $v_{np}$ . Таке положення доцільне при різанні великих плодів.

На рис. 4.4 г ріжучий механізм складається із валу 2 з дисковими ножами 1 і валу 3 з барабаном 4, які знаходяться в кожусі 5. На поверхні барабану нарізані канали, в які заходять ножі. Барабани обертаються назустріч один одному з різною швидкістю, що забезпечує розрізання продукту.

Робота з двома дисковими ножами показана на рис. 4.4, д.

На рис. 4.4 е показаний механізм різання плоским ножом, який здійснює зворотно-поступальний рух за допомогою кривошипно-шатунного механізму.

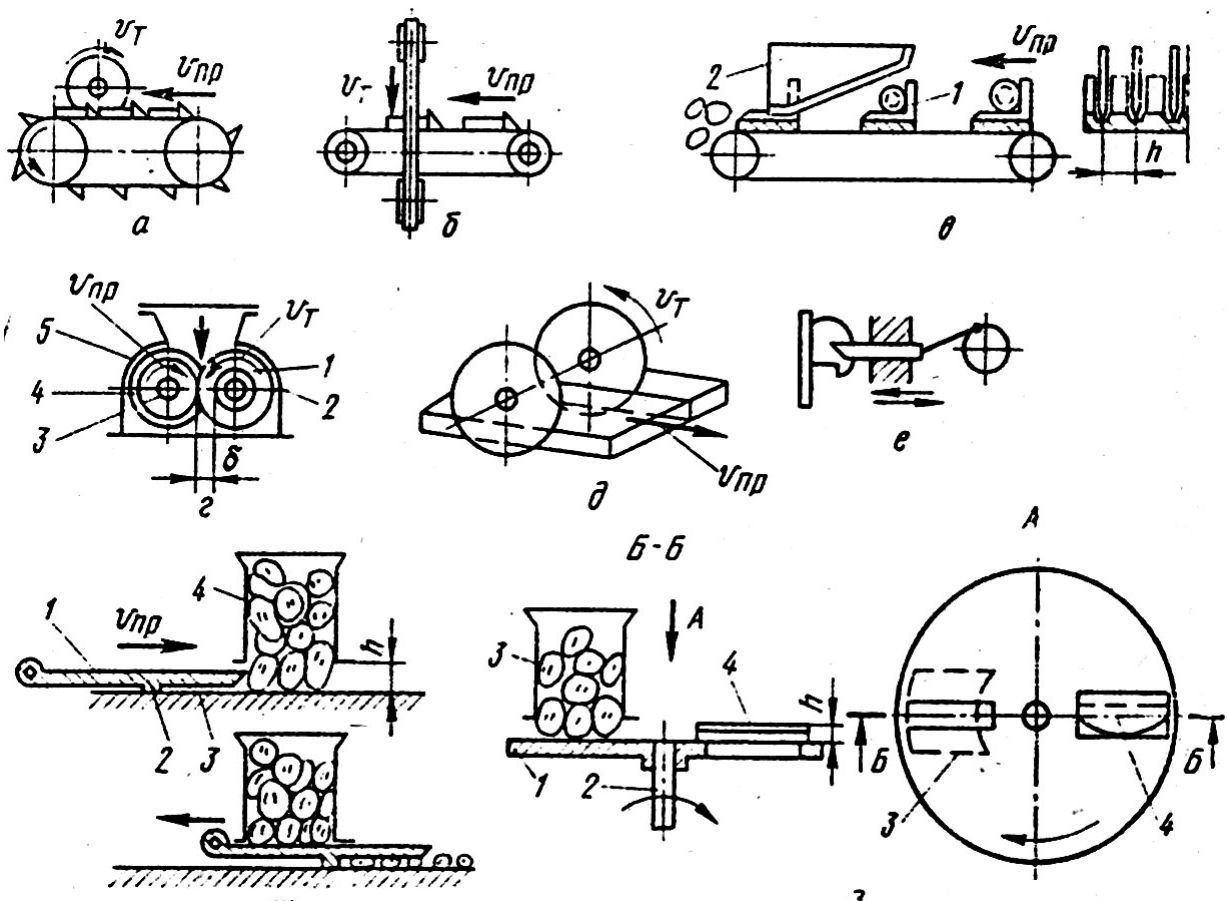


Рис. 4.4. Комбінований ріжучий інструмент.

В механізм, що показаний на рис. 4.4, ж плоди засипаються в бункер 4. Нижній край бункера знаходиться на віддалі  $h$  від нерухокої площини 3. Кожух бункера служить опорою, завдяки якій при русі ножа 1 відрізається виступаючий

з бункера шар продукту потрібної товщини. Потім ніж, виступом 2 виштовхує цей шар з бункера і повертається в початкове положення.

В механізмі з плоскими ножами рис. 4.4 ж зворотно-поступальний рух ножа замінено обертовим. Ніж 4 закріплений нерухомо на диску 1, який обертається так, щоб лезо його було розміщене вище диску на величину  $h$  і при обертанні валу 2 ніж зрізує шар продукту, який поступає з бункера 3.

Продуктивність ріжучого механізму

$$n = \phi \cdot F \cdot h \cdot \rho \cdot \frac{\omega}{2\pi} \cdot z \text{ (кг/с)}$$

або

$$n = \phi \cdot F \cdot h \cdot \rho \cdot \frac{n}{60} \cdot z$$

де  $\phi$  – коефіцієнт використання ріжучої здатності механізму;  
 $F$  – розрахункова площа зрізу, м<sup>2</sup>;  
 $h$  – висота шару продукту, що зрізається, м;  
 $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\omega$  – кутова швидкість, рад/с;  
 $n$  – частота обертання диску, об/хв;  
 $z$  – число ножів.

**Механізм для різання в трьох взаємно перпендикулярних площинах** показаний на рис. 4.5. В горизонтальному барабані 1 на горизонтальному валу обертається вертикальна шайба з радіальними лопатками 8. Частина 10 барабану 1 закріплена вільно за основу 9, її положення регулюється і фіксується гвинтом 11. Продукт 6 поступає в барабан і притискається шайбою 2 до його стінок.

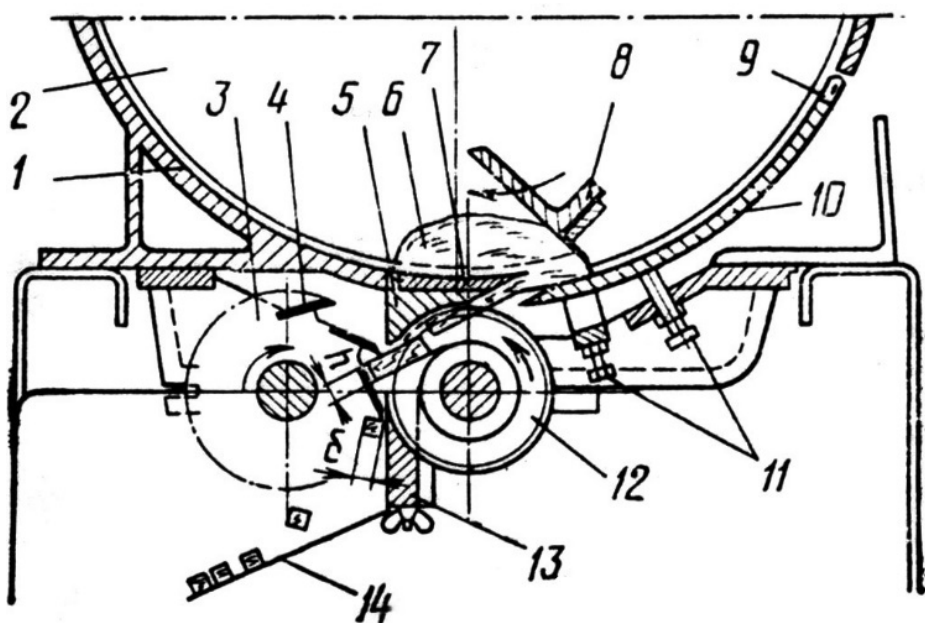


Рис. 4.5. Схема механізму різання:

1 – барабан, 2 – шайба; 3 – ротор; 4 – ножі; 5 – опори; 6 – продукт; 7 – ножі; 8 – лопатки; 9 – основа; 10 – пластина; 11 – гвинт; 12 – дисковий ніж; 13 – гребінь; 14 – жолоб.

Лопатки 8, обертаються, захоплюють продукт і подають до нерухомих плоских ножів 7, які розрізають його на шари. Висота  $h$  шару залежить від кута розташування 10 до барабану 1. Дисковий ніж 12 розрізає відрізані шари на смужки, а плоскі ножі 4, змонтовані на роторі 3, нарізають смужки на кубики.

Канали на поверхні опори 5 і зубці в заданій частині на відбиваючому гребені 13 дозволяють проводити повне відрізання продукту. Отримані кубики відводяться по жолобу 14.

В різальному механізмі машини „Ритм” (рис.4.6) продукт завантажується в бункер 1 і далі потрапляє в кишеньки живильника 2, що обертається з частотою 500 об/хв..

Електродвигун 4 приводить в рух зубчастий редуктор, розташований в корпусі 3. Продукт, що подається живильником в зону різання, розрізається в трьох взаємно перпендикулярних площинах і по лотку 5 виводяться з машини. Деталі і вузли змонтовані на зварній станині 6. Використовуючи комплект можна нарізати кубики з розміром граней 5, 7, 10 мм.

Продуктивність машини „Ритм” складає 0,56 кг/с (2000 кг/год), потужність електродвигуна 1,7 кВт, маса 280 кг.

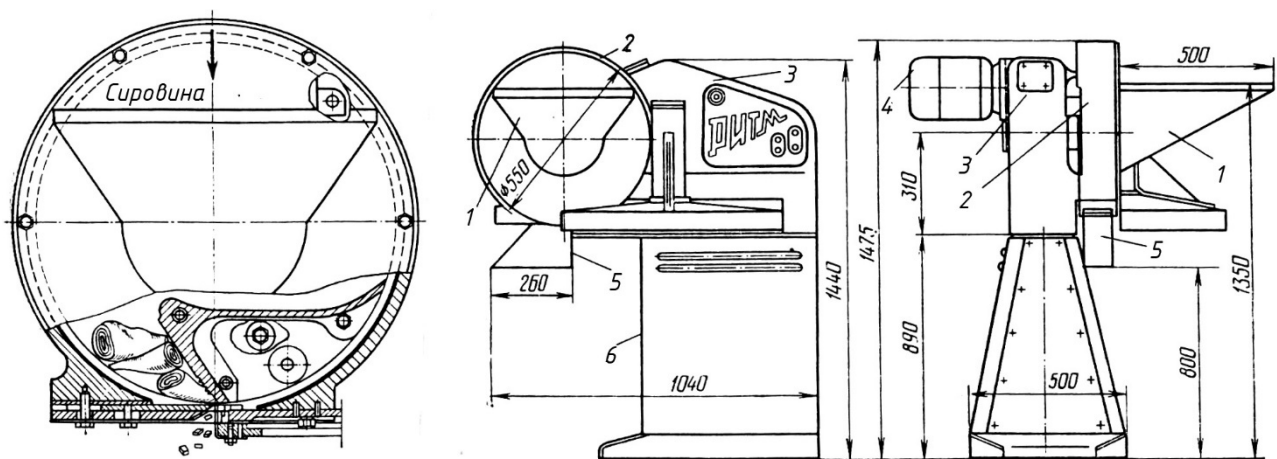


Рис. 4.6. Схема різальної машини „Ритм”:

1 – бункер; 2 – живильник; 3 – корпус; 4 – двигун; 5 – лоток; 6 – станина.

**Машина МШ-10000.** Призначена для шинкування капусти і різання коренеплодів.

Машина складається із зварної рами 8, шинковки, ручної черв'ячної передачі, стрічкового транспортера 7, завантажувального бункера 1, приймального бункера 6 з лотком і приводу.

До зварної рами, що має форму куба, прикріплені два направляючі конвеєри 12 із натяжними гвинтовими пристроями 11 і опорами барабана 10. Для полегшення переміщення машини рама оснащена колесами.

Шинковка складається із корпусу 4 з двома равликopodobними розтрубами вертикального вала 2 із закріпленим на ньому диском 5 з одинадцятьма ножами, горизонтального вала 3 і конічної передачі.

Черв'ячна передача слугує для ручного повороту машини перед пуском. Вона змонтована в коробці, укріпленій на зварній рамі. Вал, що обертає черв'як, має на кінці важіль 14 із рукояткою.

Зйомний завантажувальний бункер з лотком укріплений знизу під шинковкою.

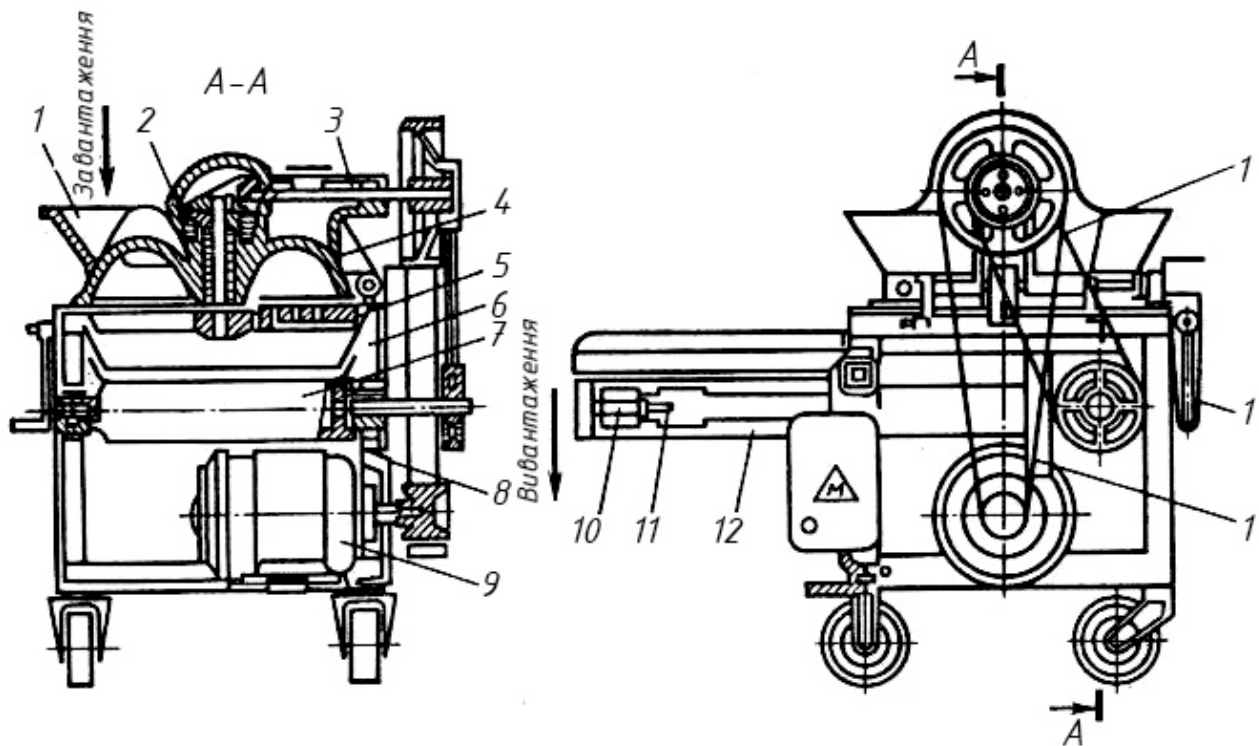


Рис. 4.7. Машина МШ-1000:

1 – завантажувальний бункер; 2 – вертикальний вал; 3 – горизонтальний вал; 4 – корпус шинковки; 5 – диск з ножами; 6 – приймальний бункер; 7 – стрічковий транспортер; 8 – рама; 9 – електродвигун; 10 – опори барабана; 11 – натяжний гвинтовий пристрій; 12 – напрямляючий кронштейн; 13, 15 – плоска і клинопасова передача; 14 – важіль.

Привід складається із електродвигуна 9, плоскопасової і клинопасової передач 13, 15.

Овочі подаються в прийомні розтруби корпусу шинковки, за допомогою диска затягуються всередину розтрубів і заклинюються між диском і внутрішньою стінкою розтруба. При подальшому обертанні диска ножі послідовно зрізують шар продукту товщиною 1мм, який падає на стрічку транспортера.

**Машина для нарізання яблук РЗ-КРА.** Машина призначена для механічної орієнтації, нарізання на частинки і видалення серцевини яблук при виготовленні фруктових консервів і встановлюється на підприємствах з обробки плодів.

Машина виготовлюється в кліматичному виконанні УХЛ, категорії 4 згідно з ГОСТ 15150-69.

## Технічна характеристика

Продуктивність технічна, кг/год, не менше	2000
Встановлена потужність, кВт	2,2
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	6050
ширина	1480
висота	1800
Маса, кг, не більше	2085
Технологічні параметри сировини	згідно ГОСТ 16270-70, ГОСТ 21122-75 і ТУ 18-4- 17-78
Граничні розміри плодів, мм	55...75
Коефіцієнт форми плодів	0,7...1,1

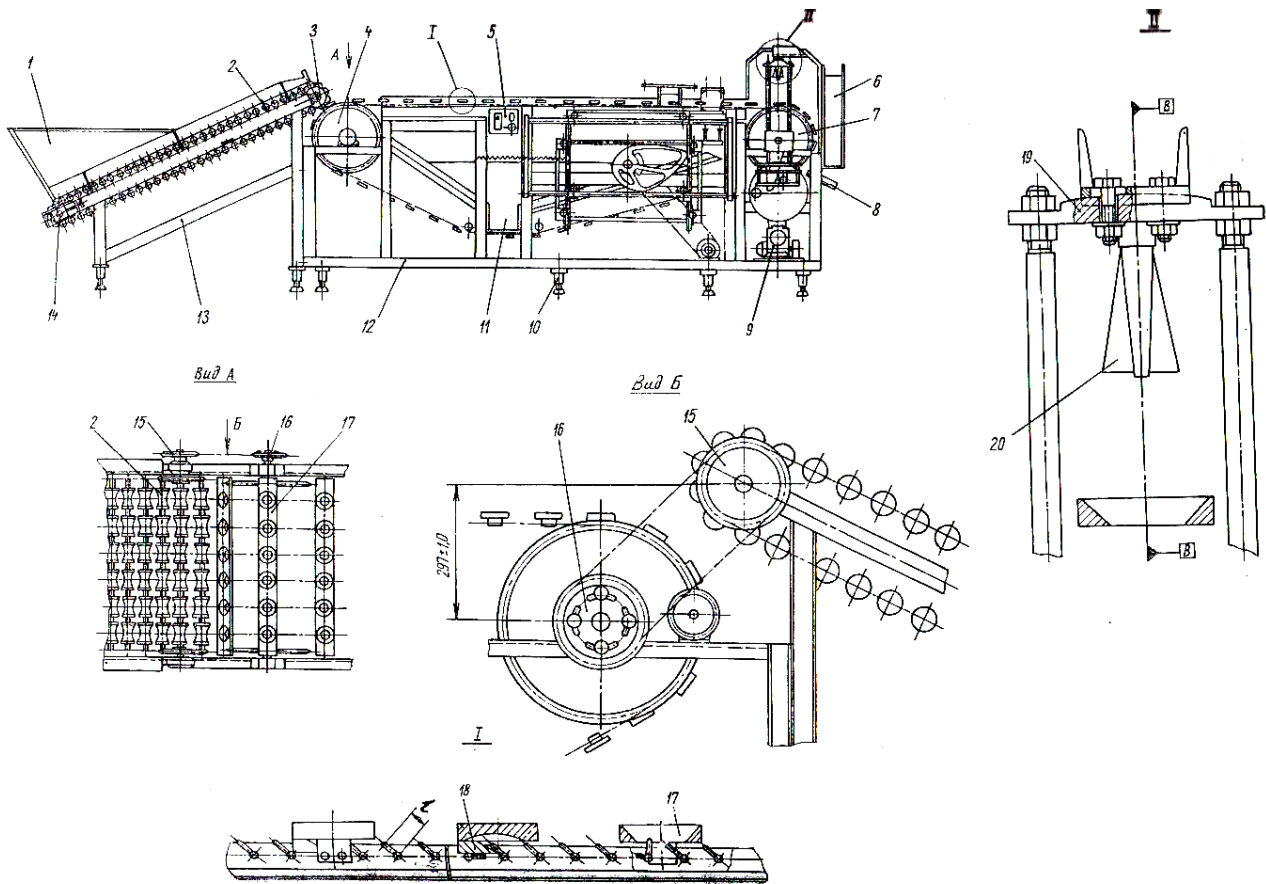


Рис 4.8. Машина РЗ-КРА:

1 - завантажувальний бункер; 2 - ролики; 3 - ведучий вал; 4 - вал горизонтального ланцюгового конвеєра; 5 - електрообладнання; 6 - лоток для відходів; 7 - ведучий вал; 8 - лоток для різаних яблук; 9 - привід; 10 - опора; 11 - лоток для повернення цілих яблук; 12, 13 - каркаси; 14 - ведений вал; 15, 16 - зірочка; 17 - плити; 18 - штовхачі; 19 - фіксатор; 20 - ножі.



Основою машини РЗ-КРА (рис 4.8) є каркаси 12 і 13. На каркасі 13 закріплені вали ведучий 3 із зірочкою 15 і ведений 14 нахиленого ланцюгового конвеєра, робочий орган якого складається із блоків роликів 2 і бункера 1 для приймання плодів. На каркасі 12 закріплені вали ведучий 7, ведений 4 із зірочкою 16, привід 9, електрообладнання 5 і опори 10. Вали 7 і 4 приводять в рух горизонтальний ланцюговий конвеєр робочий орган якого складається із плит 17 із штовхачами 18.

Плоди засипаються в завантажувальний бункер нахиленого конвеєра. При рухові ланцюгової передачі конвеєра ролики приводять плоди в рух. При цьому плоди западають в простір між сусідніми роликками і вкладаються в лупки плит горизонтального конвеєра, де відбувається їх орієнтування. Далі плоди проходять через підпружинені двостолові водовідвідники. При цьому зорієнтований плід надійно утримується держакком і фіксатором 19 і, долаючи опір підпружинених воріт, проходить через них, а неорієнтований плід не утримується і, провалившись через зазор між плитами, скочується по лотку 11, а зорієнтований плід повертається в лунку.

Далі плоди поступають на позицію нарізання. При рухові вниз ножі 20 входять в плід не на повну їх висоту, при зворотному русі плоди видаляються із лунок; при наступному робочому ході ножів сидячі на них плоди зустрічаються із плодами, що є зволоженими в лунках і розрізаються; частинки розрізаних плодів виносяться плитами конвеєра і лотком 8, а серцевина видаляється по лотку 6.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Із яких сталей виготовляють ножі різальних машин?
2. Якими способами можна проводити подрібнення?
3. Які переваги розпилювання?
4. Для подрібнення яких матеріалів застосовують обладнання ударної дії?
5. Як визначається і на що впливає кут ковзання леза по продукту?
6. Що характеризує коефіцієнт ковзання?
7. Яким чином здійснюється подача продукту в різальних машинах?
8. Від чого залежить продуктивність ріжучого механізму?
9. Яким чином реалізовано процес подрібнення у механізмі для різання в трьох взаємно перпендикулярних площинах?
10. З яким розміром граней можна нарізати кубики в різальному механізмі машини "Ритм"?

## Глава 5. Обладнання для подрібнення сировини.

### 5.1 Машини для подрібнення плодів й овочів

Грубе подрібнення харчових продуктів в консервній промисловості здійснюється дробарками трьох типів (рис.5.1).

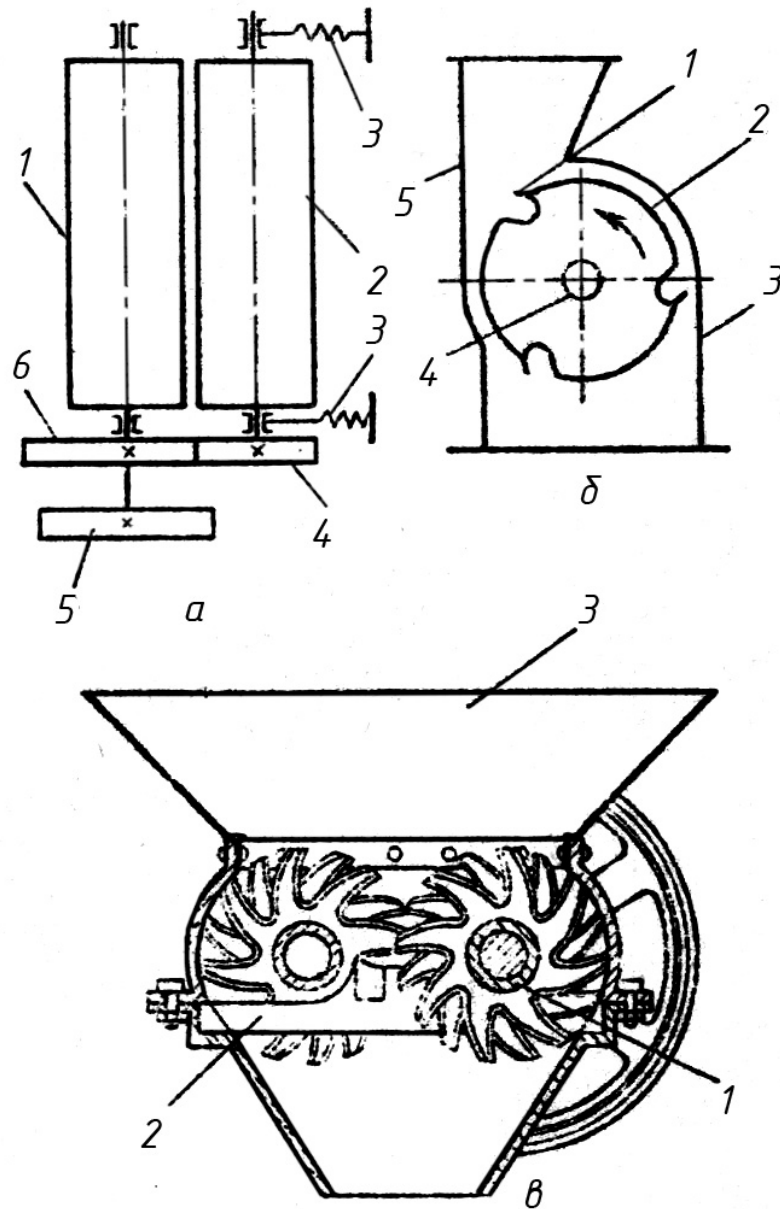


Рис. 5.1. Дробарки:

а) 1, 2 – чавунні валки; 3 – пружини; 4, 5, 6 – шестерні приводу; б) 1 – ножі; 2 – барабан; 3 – корпус; 4 – вал; в) 1 – диски; 2 – колосникова решітка; 3 – бункер.

Валкова дробарка (рис.5.1, а) застосовується для подрібнення винограду із гронами, які потім відокремлюються від ягід і направляються на соковиділення. Дробарка складається із двох чавунних рифлених валків 1 й 2, що обертаються в протилежні сторони. Підшипники валка 1 нерухомі; підшипники валка 2 рухомі.

За допомогою пружини 3 можна регулювати зазор між ними в межах 3-20 мм. При цьому одночасно із дробленням забезпечується розрив шкірочки ягід.

У ножовій дробарці (рис. 5.1, б) процес подрібнення носить більшою мірою характер стругання, ніж дроблення. Дробарка являє собою масивний барабан 2, на поверхні якого під кутом встановлені три ножі 1. Барабан приводиться в обертання валом 4. Всі названі деталі розташовані в чавунному корпусі 3. Перед кожним ножом є виїмка для зрізаного продукту, що потім викидається з барабана дробарки відцентровою силою. Продукт попадає із завантажувального бункера на барабан, що швидко обертається, а потім у зазор між барабаном і плитою 5, положення якої можна регулювати (її можна встановлювати ближче до центра, далі від осі обертання). Ніж, підходячи до плити, знімає (зскрібає) із продукту стружку, а потім викидає її з машини.

Двобарабанна дробарка (рис. 5.1, в) складається з набраних на два вали зубчастих дисків 1. Вона також може бути змонтована із двох литих зубчастих барабанів. Вали обертаються в протилежні сторони. Частота обертання валів неоднакова, що обумовлює різні кутові швидкості зубів і різні зусилля, що розривають продукт. Продукт завантажується в бункер 3. Подрібнений продукт падає вниз на колосникову решітку 2, піддаючись при цьому додатковому дробленню до розмірів, що забезпечують прохід його через зазори між колосниками.

Продуктивність валкових дробарок (в кг/с) можна визначити за формулою

$$P = \left(\frac{D}{2}\right)L \cdot \delta \cdot \omega \cdot \rho \cdot \phi$$

де  $D$  і  $L$  – діаметр і довжина валка, м;

$\delta$  – зазор між валками, м;

$\omega$  – кутова швидкість валка, який рухається з меншою швидкістю, рад/с;

$\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;

$\phi$  – коефіцієнт використання технічної продуктивності дробарки ( $\phi = 0,3 \dots 0,5$ ).

Продуктивність ножових дробарок визначається об'ємом продукту, який захоплюється робочими органами за один оберт робочого ходу (в кг/с)

$$P = \left(\frac{1}{2\pi}\right)\phi \cdot V \cdot \omega \cdot z \cdot \rho$$

де  $z$  – кількість ножів або зубчастих рейок дробарки,

$V$  – об'єм стружки, яка зрізається з продукту за одне проходження робочого органу, м<sup>3</sup>,

$\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>

Об'єм стружки для ножових дробарок можна визначити за формулою

$$V = \frac{\pi D \cdot \beta}{360} b \cdot l,$$

де  $D$  – діаметр барабану, м;  
 $\beta$  – кут, град;  
 $b$  – виступ ножа над поверхнею барабану, м;  
 $l$  – довжина леза ножа, м.

Потужність електродвигуна дробарок визначається за формулою

$$N = q\Pi,$$

де  $q$  – питомі витрати енергії на подрібнення 1 кг продукту.

**Дезінтегратор.** Подрібнення в дезінтеграторі (рис.5.2,а) здійснюється гострорезистими лопатками 3, змонтованими на швидкохідному валу 5, частота обертання якого 3000—20000 об/хв, у циліндричному ситі 4.

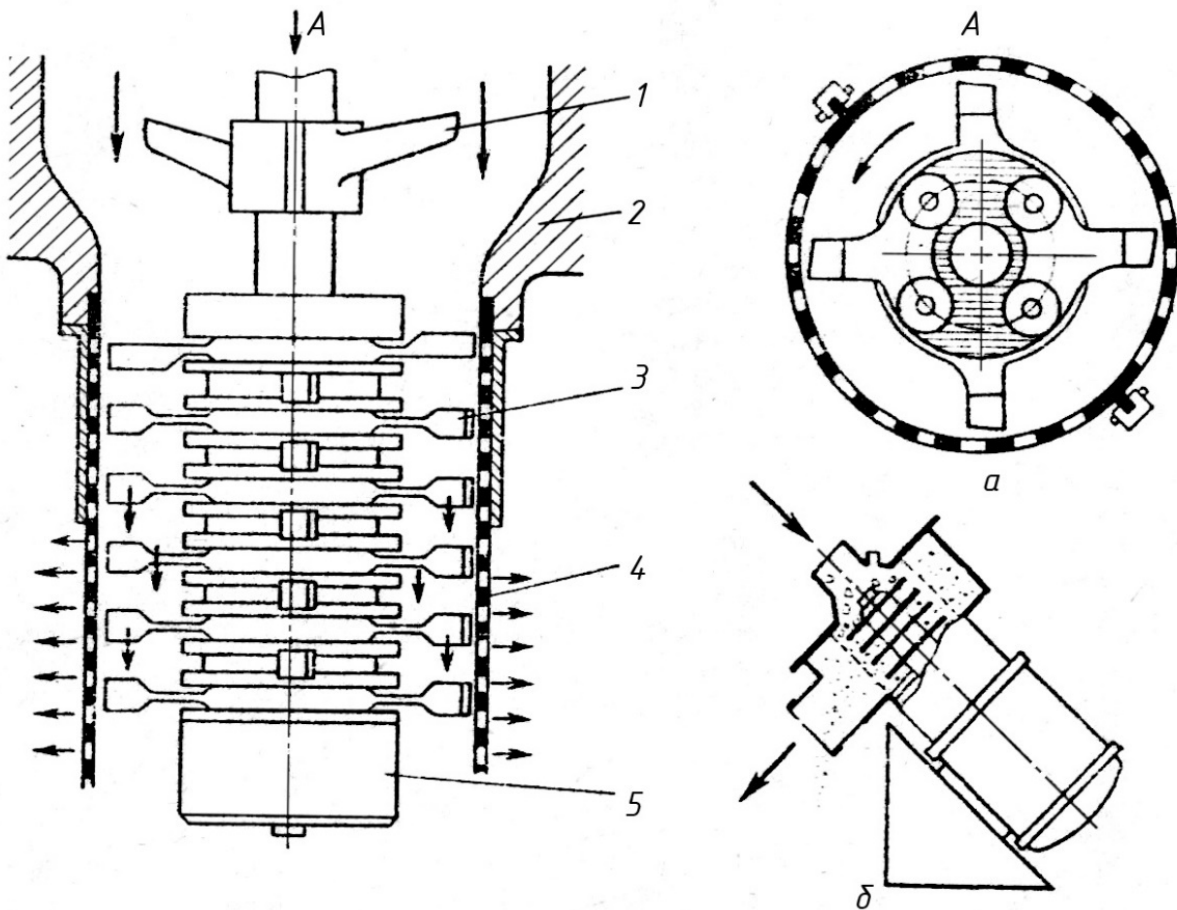


Рис. 5.2. Дезінтегратор:

1 – лопатки; 2 – корпус; 3 – лопатки; 4 – циліндричне сито; 5 – швидкохідний вал.

Продукт подається в приймальний бункер корпуса 2, де великі частки дробляться лопатками 1 і відкидаються до нижчерозміщених лопаток, якими продукт знову розрізається, і т.д.

Дві нижні пластинки мають на своїх торцях робочі кромки, за допомогою яких і здійснюється дроблення сировини й протирання його через сітку.

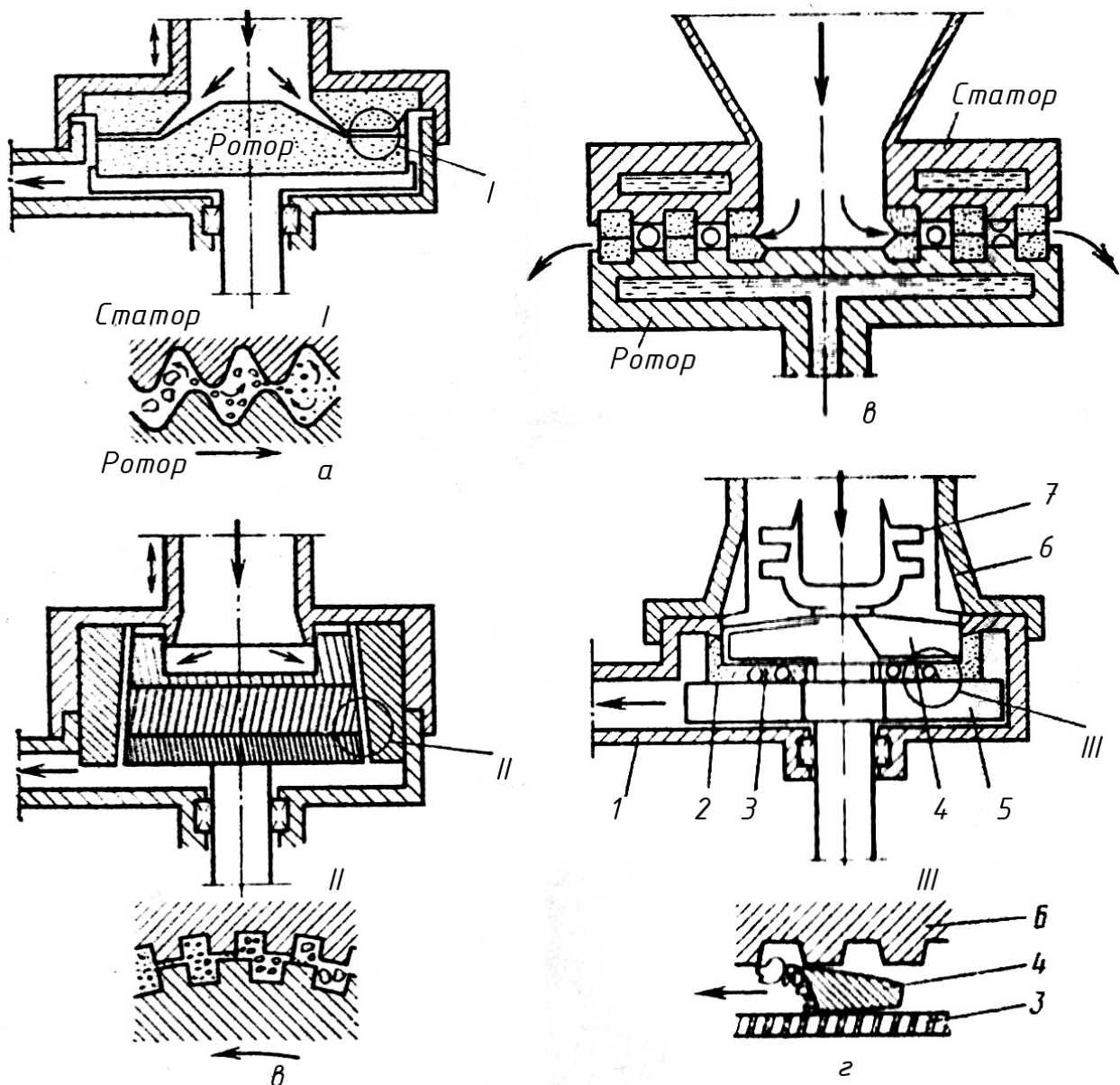


Рис. 5.3. Різні виконання механізмів подрібнення млинів:

1 – відвідний трубопровід; 2 – статор; 3 – шайба; 4 – ніж; 5 – лопатка; 6 – простір; 7 – лопатки грубого подрібнення.

Більш зручне компонування вузлів дезінтегратора, показана на рис.5.2, б. Дезінтегратори подрібнюють продукт досить тонко до розміру часток менш 100 нм, а відходи при цьому незначні.

**Колоїдний млин** являє собою дисковий млин, механізм подрібнення якого має різне виконання (рис.5.3). Механізм подрібнення із корундовою (абразивною) шайбою (рис.5.3, а) утворений з одного нерухомого (статор) і однієї роторної шайби. Ротор обертається із частотою 3000 про/хв. Під дією відцентрової сили в зазорі між шайбами відбуваються тонке подрібнення, розбивання, змішування й гомогенізація.

Механізм подрібнення із корундовими виступами (рис. 5.3, б) призначений для подрібнення продуктів, чутливих до температури. Шайби в них замінені щілинами, змонтованими в сталевій шайбі. Робочий орган зубчастого механізму подрібнення являє собою конуси з похилими зубами.

Статор ножевого механізму подрібнення (рис.5.3,г) складається із шайби 3, ґратчастої поверхні 2 і простору 6, а ротор - з ножа 4 і лопатки 5. Продукт нарізається ножом 4 грубо й відштовхується до шайби 3, де додатково ще раз нарізується.

## 5.2 Гомогенізатори

### 5.2.1. Конструктивні особливості гомогенізаторів

Гомогенізатори застосовуються в консервній промисловості для надання продукту однорідної структури і попередження її розшарування при зберіганні. Технологічний процес гомогенізації полягає в тому, що в результаті механічної дії відбувається інтенсивна обробка і подрібнення структурних частинок сировини. В результаті гомогенізації діаметр частинок зменшується від 3,5...4 мкм до 0,7...0,8 мкм.

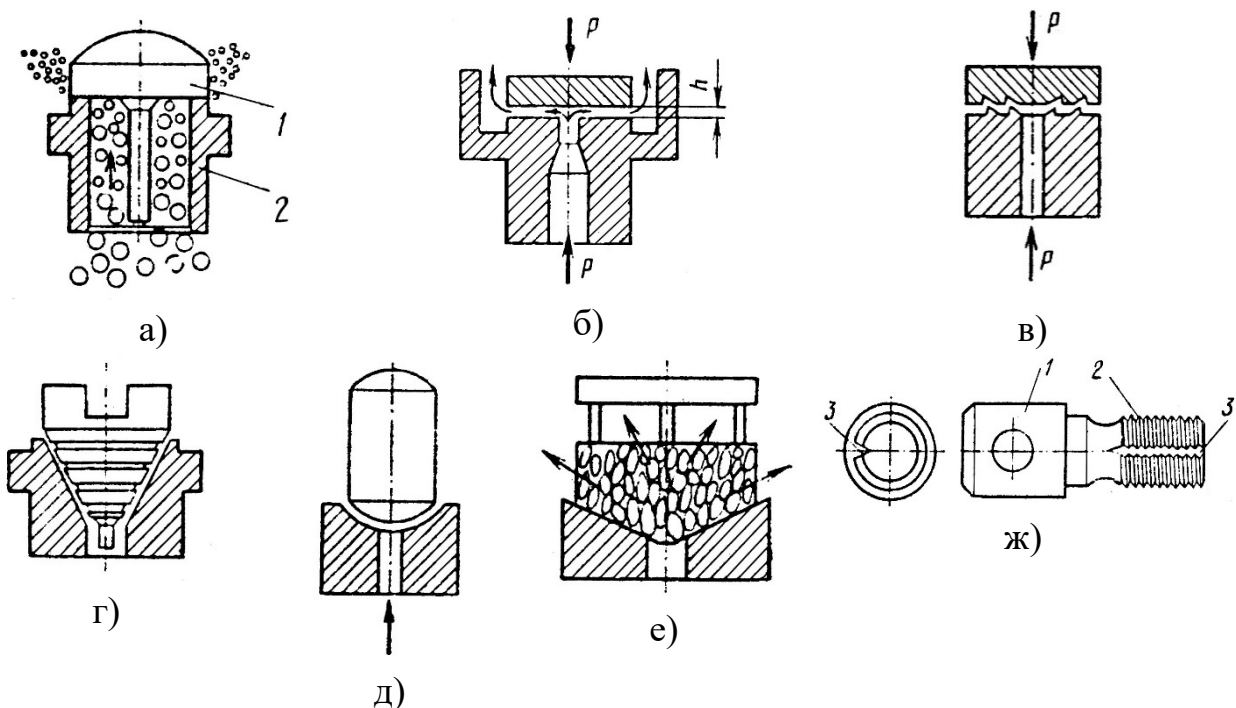


Рис. 5.4. Схеми гомогенізуючих головок:

а) 1 – клапан; 2 – сидло; б) клапан, обмежений стінкою; в, г) клапан з концентричними прорізами на плоскому і конусоподібному клапанах; д) клапан двократного використання; е) клапан із спресованих окремих тіл (дроту); ж) вузол з різьбою і трикутними канальчиками.

Широкого використання набули гомогенізатори клапанного типу. Основними елементами гомогенізуючої головки є сідло і клапан, який за допомогою зусилля пружини притискається до сідла. *Схеми гомогенізуючих головок* представлені на рис. 5.4. Продукт під високим тиском до 20 МПа поступає в кільцевий зазор між клапаном і сідлом. Вихід продукту можливий тільки при підніманні клапана, який відкриває вузьку щілину, що вимірюється декількома десятками мікрон. Клапан притиснений до сідла пружиною з таким зусиллям, що може переміститися тільки при досягненні в циліндрі робочого тиску. В процесі гомогенізації клапан знаходиться в зваженому стані. Продукт входить у вузьку кругову щілину між сідлом і клапаном, де відбувається подрібнення частинок. Швидкість його різко зростає до 100 м/с, а тиск в потоці різко падає. В результаті механічного стирання та дії сил поверхневого натягу частинки подрібнюються.

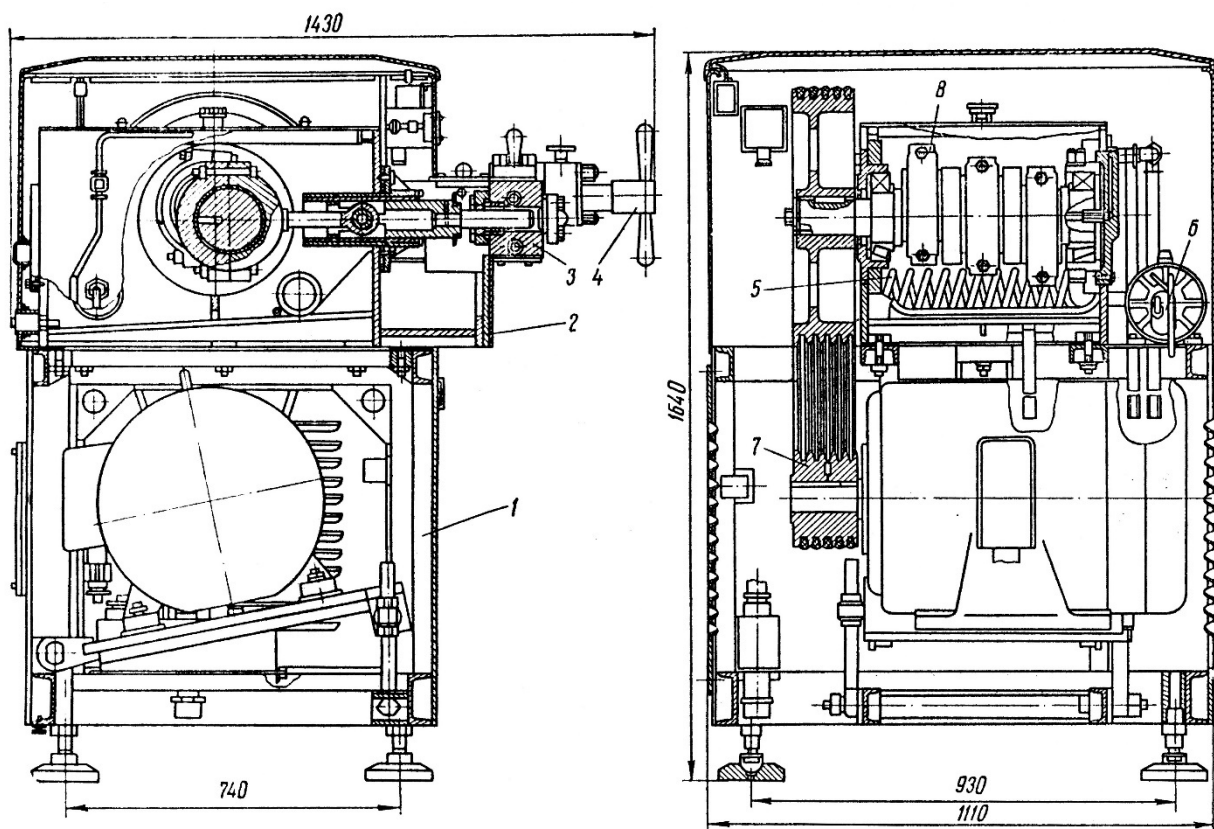


Рис. 5.5. Гомогенізатор:

1 – станина; 2 – гомогенізуючий блок; 3 – плунжерний блок; 4 – гомогенізуюча головка; 5 – змійовик охолодження; 6 – масляний насос; 7 – шків; 8 – колінчастий вал.

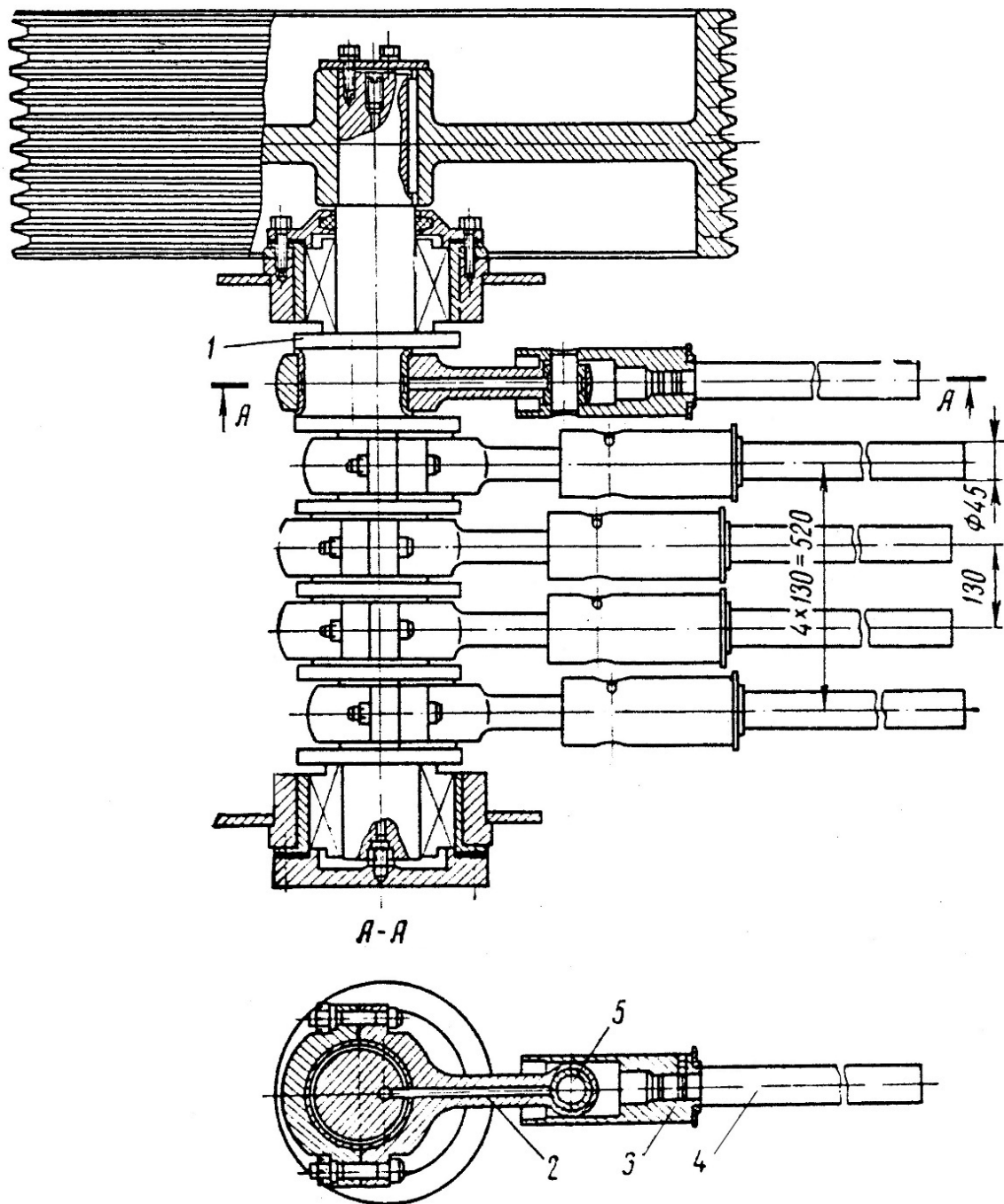


Рис. 5.6. Кривошипно-шатунний механізм гомогенізатора:

1 – колінвал; 2 – шатун; 3 – повзун; 4 – плунжер; 5 – палець.

**Гомогенізатори** представляють собою насоси високого тиску (рис. 5.5). Конструктивно гомогенізатор складається із станини 1, корпусу 2, в якому розміщений кривошипно-шатунний механізм 8, системи змащування 6 і охолодження 5, плунжерного блоку 3 із всмоктувальними і нагнітальними клапанами, гомогенізуючої головки 4 з однією, або двома ступенями гомогенізації, приводу.



*Привід гомогенізатора* здійснюється від електродвигуна через клинопасову передачу. Двигун встановлений на поворотній плиті, яка може повертатися на деякий кут, забезпечуючи натяг пасу. Кривошипно-шатунний механізм (рис. 5.6) складається із колінвалу 1, шатунів 2, повзунів 3, до яких безпосередньо прикріплені плунжери 4.

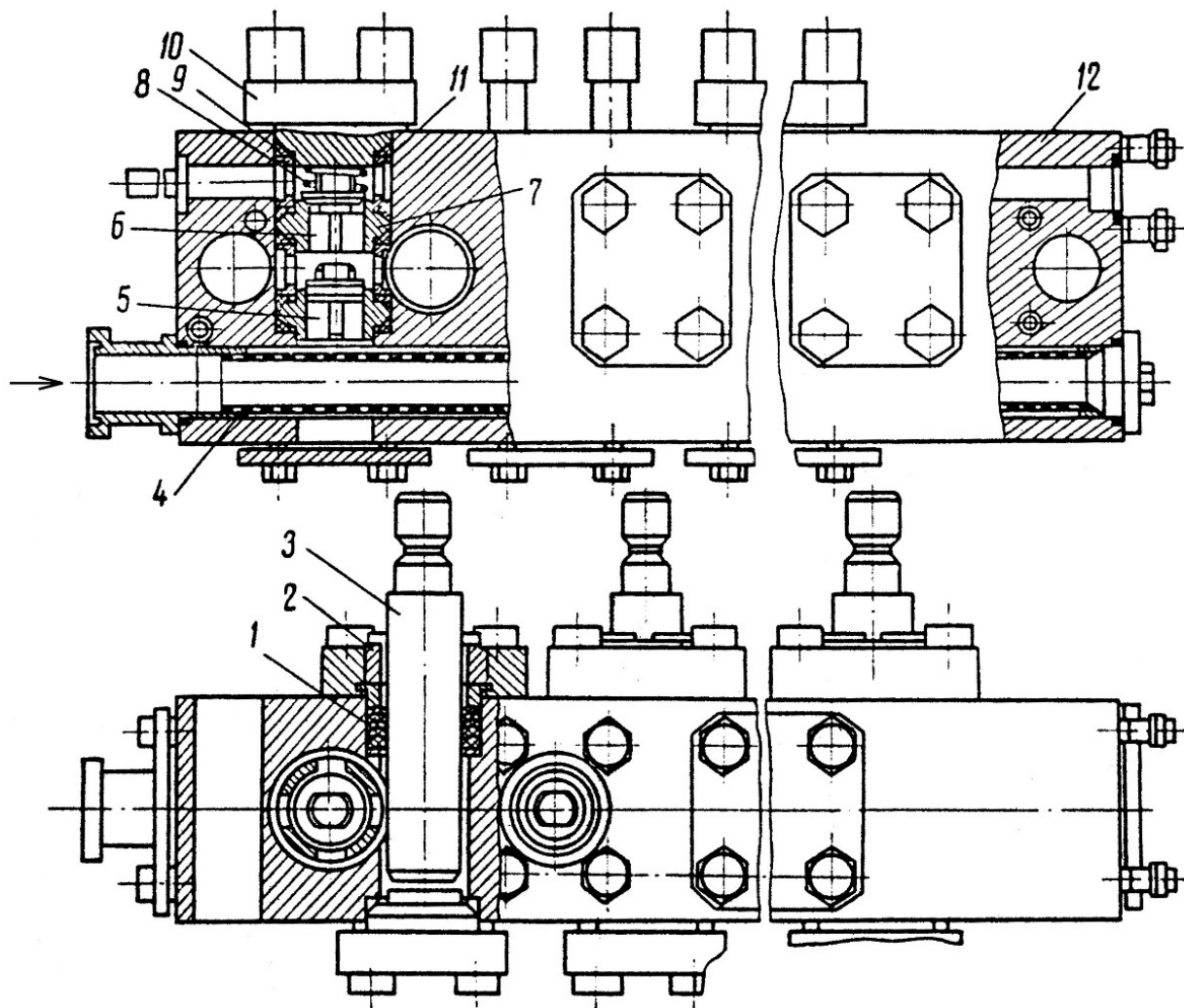


Рис. 5.7. Плунжерний блок гомогенізатора:

1 – манжета; 2 – гайка; 3 – плунжер; 4 – фільтр; 5 – всмоктувальний клапан; 6 – нагнітальний клапан; 7 – сідло клапана; 8 – пружина; 9 – прокладка; 10 – кришка; 11 – кільце; 12 – корпус.

Необхідний тиск в продукті, який поступає на гомогенізацію, створюється в плунжерному блоці (рис. 5.6). Конструкція плунжерного блоку типова для всіх гомогенізаторів клапанного типу. Він представляє собою брус, виготовлений з нержавіючої сталі, в якому зроблені проточки для клапанів 5,6, плунжерів 3, а також колектор 4 для підведення і відведення продукту. Всмоктувальний і нагнітальний клапан попарно притерті до сідел.

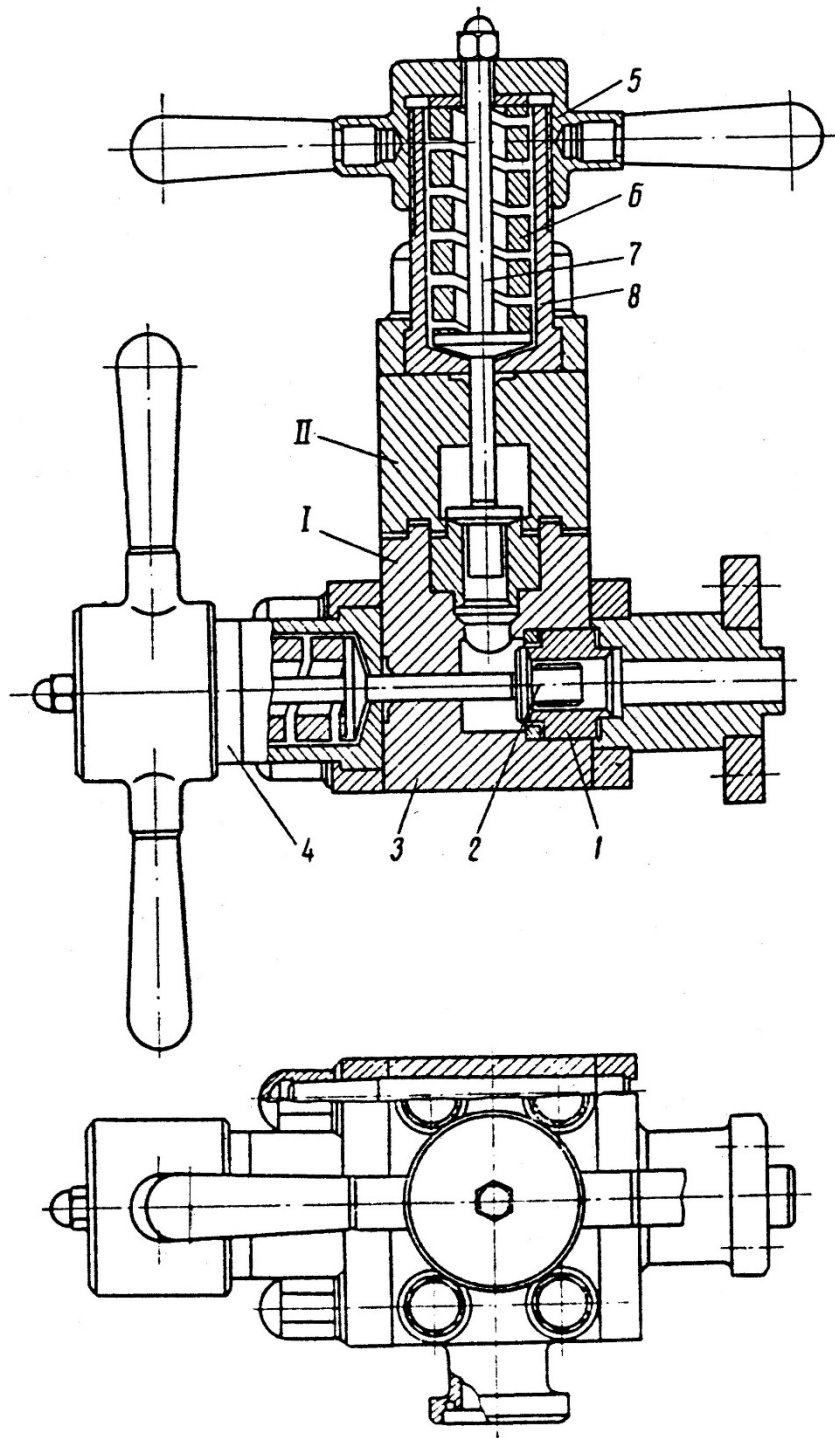


Рис. 5.8. Двоступенева гомогенізуюча головка:

I – перший ступінь; II – другий ступінь;

1 – сідло клапана; 2 – клапан; 3 – корпус; 4,5 – гайки; 6 – пружина; 7 – шток.

Ущільнення і розділення областей високого і низького тиску здійснюється капроновими прокладками. Ущільнення плунжерів здійснюється капроновими манжетами, які підискають гайкою 2.

На всмоктувальному колекторі встановлений фільтр для очистки продукту від механічних домішок, які можуть призвести до спрацювання гомогенізуючої головки, а також до зависання клапанів плунжерного блоку.

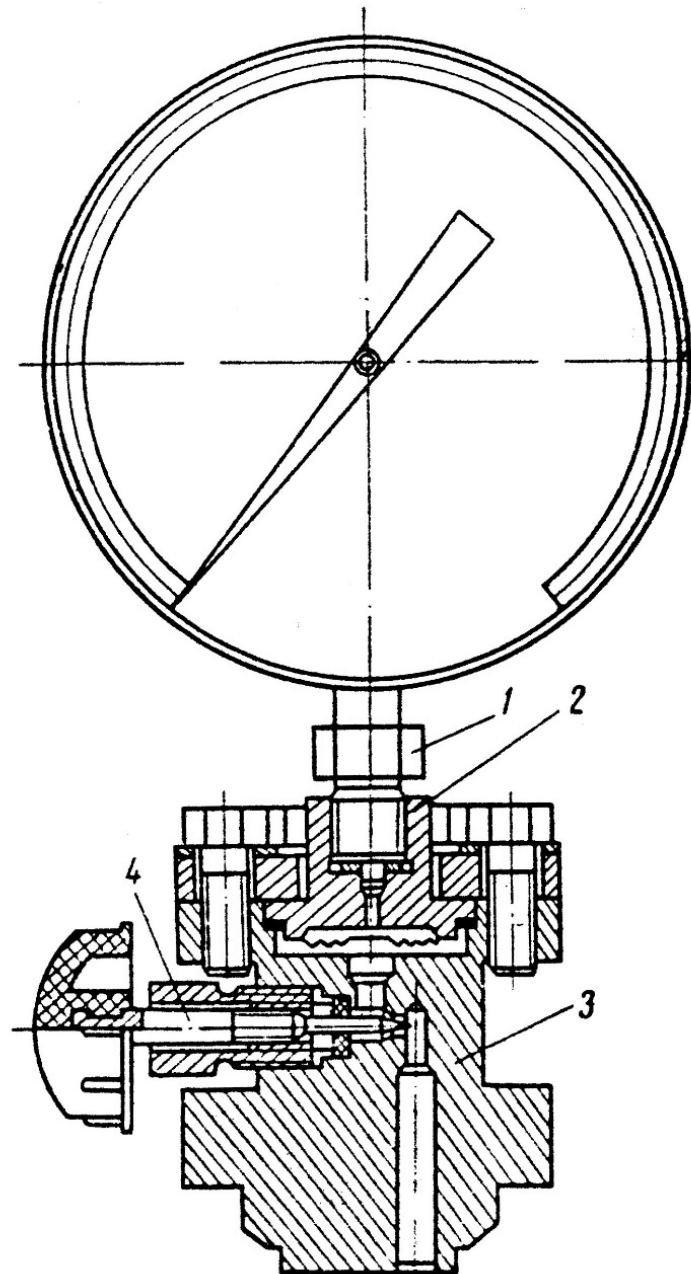


Рис. 5.9. Манометричний устрій гомогенізатора:

1 – манометр; 2 – мембранний розділювач; 3 – дроселюючий устрій; 4 – дроселююча голка.

Подрібнення проходить безпосередньо в гомогенізуючій головці (рис. 5.8). Головка кріпиться до нагнітального колектора плунжерного блоку. Гомогенізуючі головки можуть бути одноступеневими, або двоступеневими. Основними елементами гомогенізуючої головки є корпус 3, клапан 2, сідло клапана 1, шток 7, пружина 6, гайка 5. Клапан притиснутий до сідла за

допомогою штоку. Зусилля, з яким шток притискає клапан до сідла, регулюється пружиною 6 за допомогою гайки 5.

Гомогенізуюча головка LW фірми Rannie дозволяє одержати хороший ефект гомогенізацій при відносно невеликих затратах потужності.

Гомогенізатори працюють при відносно високих температурах в межах 70...85°C, а іноді 90°C. Це з однієї сторони зменшує в'язкість і покращує роботу клапанів, з іншої – створюються додаткові умови для виникнення гідравлічного удару. Причиною гідравлічного удару може бути виділення парів продукту на холостому ході поршня і різке їх стиснення при робочому.

**Контроль тиску гомогенізації** здійснюється манометричним устроєм (рис. 5.9). Манометричний устрій складається із манометра 1, мембранного розділювача 2 і дроселюючого устрою 3 з дроселюючою голкою 4. Дроселюючий устрій служить для стабілізації показів манометра в процесі роботи гомогенізатора. При пуску гомогенізатора голка 4 відкручується і коливання стрілки манометра будуть відповідати робочому ходу кожного із плунжерів. Це свідчить про те, що всі клапани працюють нормально. Далі голку поступово вводять в дроселюючий канал до стабілізації показів манометра. При зупинці гомогенізатора голку відкручують. Причиною скачків робочого тиску може бути незадовільна робота клапанів, в результаті чого рідина перетікає з одного плунжера в інший.

Змащування поверхонь тертя в гомогенізаторі проводять розбризкуванням масла колінвалом. В машинах великої потужності передбачене охолодження масла водою, яка проходить по змієвику, а також передбачена примусова система змащування. Для цього встановлений додатковий шестерний насос.

Для охолодження плунжерів подають воду через сопла безпосередньо на плунжери.

### 5.2.1 Основні розрахунки гомогенізаторів

*Продуктивність клапанного гомогенізатора* (м<sup>3</sup>/год) визначають за формулою

$$V = 60z \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n \cdot \eta_{об}, \quad (5.1)$$

де  $z$  – число плунжерів (вибирають непарне число 3, 5, 7);  
 $D$  – діаметр плунжера, м;  
 $S$  – хід плунжера, м;  
 $n$  – частота обертання колінвалу, хв<sup>-1</sup>;

$\eta_{об}$  – об’ємний коефіцієнт корисної дії (знаходиться в межах від 0,6 до 0,9).

Напір рідини (м) в гомогенізаторі визначається за формулою

$$H = (Z_H - Z_в) + \left( \frac{p_H}{\gamma} - \frac{p_в}{\gamma} \right) + \frac{v_H^2 - v_в^2}{2g}, \quad (5.2)$$

де  $Z_в$ ,  $Z_H$  – геометричний напір у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах, м;

$p_в$ ,  $p_H$  – тиск рідини у всмоктувальному і нагнітальному колекторах, Па;

$\gamma$  – питома вага рідини, Н/м<sup>3</sup>;

$v_в$ ,  $v_H$  – середня швидкість у всмоктувальному і нагнітальному колекторах, м/с;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

При умові, що всмоктувальний і нагнітальний клапани знаходяться на одній висоті і діаметр вхідного і вихідного трубопровода рівні, можна приблизно вважати

$$H = \frac{p_H}{\gamma} - \frac{p_в}{\gamma}. \quad (5.3)$$

Втрати напору пов’язані із створенням швидкісного напору рідини перед клапаном, напору для подолання тертя в камері, напору для подолання тертя при проходженні під клапаном. Тиск на всмоктувальному трубопроводі повинен забезпечити безкавітаційну роботу гомогенізатора. Тобто найменший тиск на всмоктувальному трубопроводі  $p_K$  повинен бути рівний

$$p_K = p_{n.n} + \Delta p_K, \quad (5.4)$$

де  $p_{n.n}$  – тиск пружності пари при температурі продукту, Па;

$\Delta p_K$  – додатковий тиск, Па.

І відповідно напір рідини на всмоктувальному трубопроводі

$$H_в = \Delta H_{в.к} + \frac{\Delta p_K}{\gamma} + \frac{v_K^2}{2g} + \frac{p_{n.n}}{\gamma}, \quad (5.5)$$

де  $\Delta H_{в.к}$  – втрати напору на подолання гідравлічного опору, м;

$v_K$  – швидкість потоку в області найменшого тиску, м/с.

Потужність для приводу гомогенізатора визначається за формулою

$$N = \frac{V \cdot p}{3600\eta}, \quad (5.6)$$

де  $\eta$  – механічний к.к.д. гомогенізатора.

## **Питання для самоперевірки.**

1. Які типи машин у консервній промисловості застосовуються для грубого подрібнення харчових продуктів?
2. Що собою конструктивно представляє валкова дробарка?
3. Чим здійснюється подрібнення в дезінтеграторі?
4. Яка частота обертання робочих органів дезінтегратора?
5. Від чого залежить продуктивність ножових дробарок?
6. Для подрібнення яких матеріалів призначений механізм із корундованими виступами?
7. Які пристрої використовуються у консервній промисловості для грубого подрібнення харчових продуктів?
8. Для чого у валковій дробарці один із валків встановлений із можливістю переміщення?
9. Які розміри частинок при тонкому подрібненні?
10. Опишіть конструкцію і принцип дії колоїдного млина.
11. Для чого в консервній промисловості застосовуються гомогенізатори?
12. Опишіть основні схеми гомогенізуючих головок.
13. Яким чином регулюють натяг пасів приводу гомогенізатора?
14. Які основні вузли гомогенізатора?
15. Який робочий діапазон температур гомогенізаторів?
16. Де у гомогенізаторі встановлено фільтр для очистки продукту від механічних домішок?
17. Опишіть принцип роботи плунжерного блоку гомогенізатора.
18. Опишіть принцип роботи гомогенізуючої головки.
19. Що може бути причиною скачків робочого тиску в гомогенізаторі?
20. Як здійснюється змащування поверхонь тертя в гомогенізаторі?

## Глава 6. Машини для протирання і фінішування

В машинно-апаратурних схемах виробництва консервованих продуктів розділення використовують на різних етапах технологічного процесу. Перший етап розділення полягає у відділенні основного об'єкту переробки від вихідної сировини. При виробництві соків – це відділення соку, при виробництві пюреподібних продуктів відділення шкірки і кісточок, зернят, плодоніжок. Другий етап розділення полягає в досягненні певного ступеня чистоти об'єкту виробництва. Видалення із нього баластних частинок. Третій етап розділення забезпечує концентрацію цінних компонентів, а також відділення вірусів, бактерій.

На першому етапі розділення використовують пресування і протирання. Сировину при цьому подрібнюють або піддають термомеханічній обробці. На другому етапі використовують сепаратори, центрифуги, фільтри. На третьому етапі – баромембранні методи обробки. В цілому вказані методи розділення повинні забезпечувати максимальний вихід напівфабриката із одиниці сировини та збереження всіх цінних компонентів.

### 6.1 Особливості процесу протирання

Протирання полягає у відділенні шкірки, кісточки, плодоніжки від маси плодовоовочевої сировини на ситах з діаметром отворів від 0,4 до 5 мм. Процес протирання через сита діаметром меншим від 0,4 мм називається фінішуванням. Тобто, одночасно із відділенням баластових речовин забезпечується певний максимальний розмір частинки сировини, який піддається подальшій обробці.

Основним елементом протиральних машин є перфорована поверхня (сито), виготовлена у вигляді циліндра, проходження маси через яку забезпечується механічною дією на продукт. В типових, найбільш поширених протиральних машинах, в перфорованому сітчастому барабані обертаються біла, які захоплюють масу і надають їй відцентрового прискорення і відповідно відцентрової сили і направлено руху по дотичній до траєкторії обертання. Попадаючи на наступний отвір в ситі, в результаті набутої кількості руху, частинка додатково руйнується і проходить через отвір. Таким чином, протиральні машини забезпечують подрібнення сировини.

Транспортування відходів вздовж поверхні барабану відбувається в результаті того, що біла знаходяться під кутом до осі барабана, який називається кутом випередження бил.

В інверсивних протиральних машинах рухається сито, а біла нерухомі і мають вигляд ножів чи скребків, які служать для знімання шкірки. В таких машинах протирання має вигляд продавлювання маси крізь отвори в ситах.

Схема сил, які діють на масу (Н):

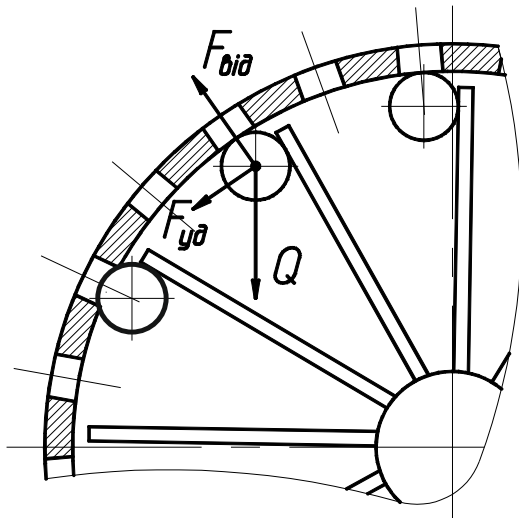


Рис. 6.1. Схема дії сил при протиранні.

Відцентрова сила, Н

$$F_{від} = m \cdot \omega^2 \cdot R,$$

де  $m$  – маса частинки, кг;

$\omega$  – швидкість обертання, 1/с;

$R$  – радіус барабана, м.

$F_{уд}$  – сила, яка виникає в результаті

зміни кількості руху

$$F_{уд} \cdot \Delta t = m \cdot \omega \cdot R$$

$\Delta t$  – тривалість дії сили, с;

$Q$  – гравітаційна сила, Н;

$$Q = m \cdot g,$$

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Ефективність процесу протирання забезпечує пара сито-біла. Частота обертання бил в протиральних машинах знаходиться в межах 700...1800 об/хв.

Фактор розділення  $Fr = \frac{\omega \cdot R^2}{g}$  становить біля 7...10. Збільшити фактор розділення складно через значні вібрації, які виникають в машині.

Так, при наявності 4 бил в протиральній машині створюється за один оберт 4 взаємодії маси і біла. Крім цього сітчастий барабан нерівномірно завантажений по довжині сита. За рахунок кута випередження бил зазор між білами і ситам нерівномірний і мінімальний по краях сита. Нерівномірність зазору також пов'язана зі складністю забезпечення округлості по довжині сита. Вказані фактори призводять до швидкого зношування сітчастих барабанів і до обмеження швидкості обертання бил і малого діаметра сітчастих барабанів (200...400 мм)

## 6.2 Протиральні машини і фінішери

В схемах протиральних машин і фінішерів сітчастий барабан, як правило нерухомий, а рухаються біла. Керування процесом протирання і фінішування



здійснюється шляхом зміни діаметру робочих сит, кута випередження бил і фактора розділення.

Існують також безбилкові протиральні машини, в яких рухається сито, а біла нерухомі. В безбилкових протиральних машинах сито здійснює складний обертовий рух навколо власної осі і планетарний рух.

В билкових протиральних машинах з конічними і циліндричними сітчастими барабанами (рис. 6.2 а) сировина поступає у завантажувальний пристрій, з якого вона направляється у сітчастий барабан. В барабані маса поступає на рухомі біла, притискається до робочого сита, протирається і відводиться через збірник напівфабрикату 4. Відходи із барабану попадають в збірник 5 і виводяться із машини. Біла встановлені на тримачах 6, які закріплені на валу 2.

Обертовий рух валу 2 передається через шків 3. Верхня частина сітчастого барабану закрита кожухом.

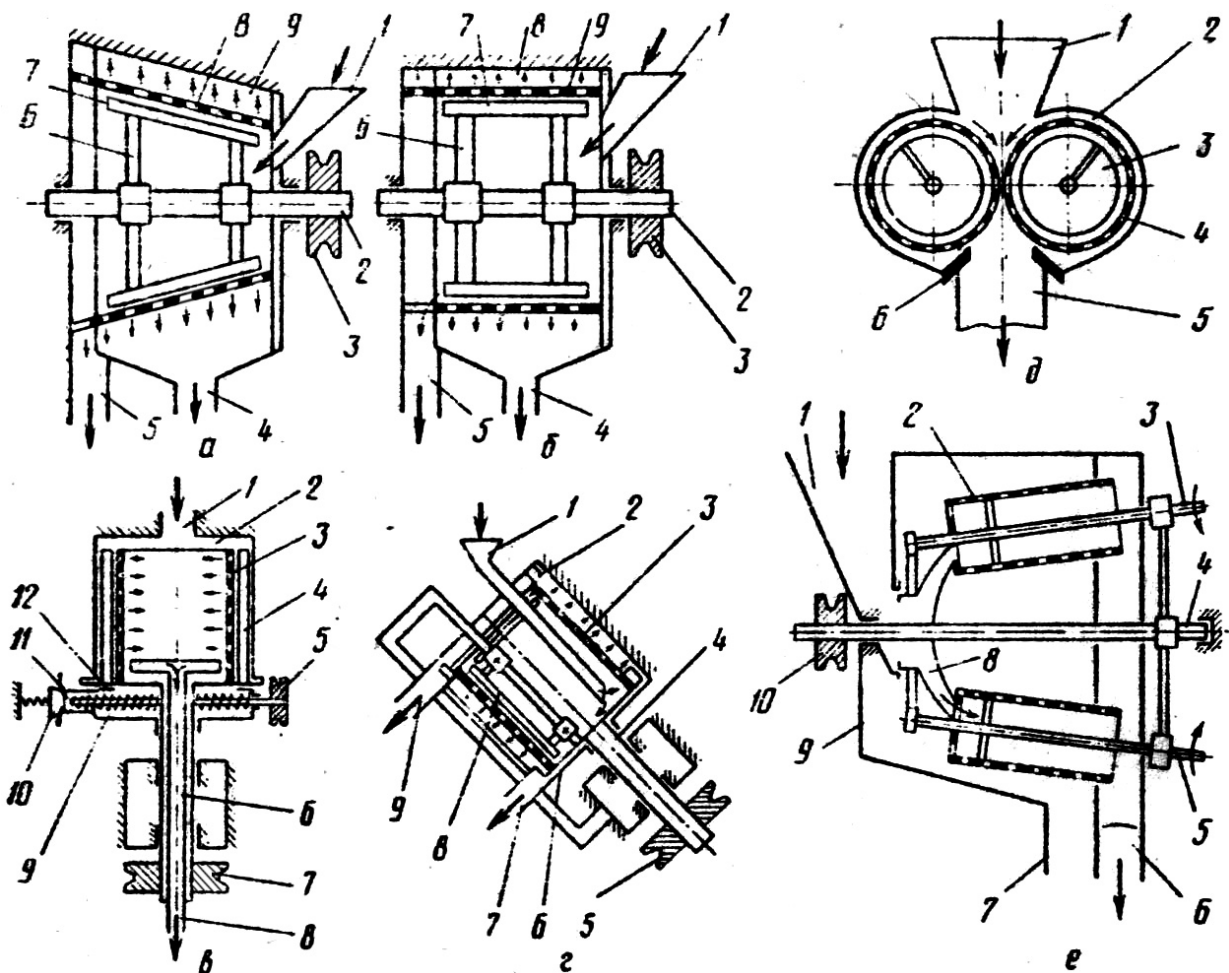


Рис. 6.2. Основні конструктивні схеми протиральних машин і фінішерів.

В протиральній машині з сітчастим барабаном (рис. 6.2 в), який обертається пульпа подається на його зовнішню поверхню під надлишковим

тиском не більшим 0,1 МПа. Маса проходить через завантажувальний патрубок 1 в робочу камеру 2 і поступає в середину сітчастого барабану 3, утворюючи на внутрішній поверхні параболоїд обертання, близький до циліндра. Протертий напівфабрикат під надлишковим тиском поступає в нерухому трубу 8 і виводиться із машини. Грубі частинки сировини і домішки притиснуті до поверхні знімаються нерухомими скребками 4 і рухаються по поверхні скребків завдяки їх нахилу в нижню частину робочої камери 2. Тут вони захоплюються шнеком і подаються в розвантажувальний тубус 11, а потім через щілину між тубусом і конусом 10, що притискається до тубуса пружиною, виводяться із машини. Сітчастий барабан має пустотілий вал 6, на якому кріпиться шків 7 приводу барабану. Основна робоча камера 2 болтами кріпиться до корпусу машини 12. Шнек приводиться в рух від індивідуального приводу через шків 5.

В протиральній машині з сітчастим барабаном, який обертається (рис. 6.2 г) маса поступає в завантажувальну трубу 1, із якої попадає всередину барабана 3, що обертається. Під дією відцентрової сили, маса через отвори робочого сита барабану направляється в кожух 2, потім поступає в нижню частину його і лопатями барабану через патрубок 7 у вигляді протертого напівфабрикату виводиться із машини. Грубі частини і домішки, притиснуті до поверхні сита, спочатку скребками 8 виводяться із барабану, а потім лопатями барабана із машини через патрубок 9. Вал сітчастого барабану 4 приводиться в рух шківом 5. Всі деталі установки монтується на корпусі 6.

В безбиловій протиральній машині (рис. 6.2 д) сировина (цілі плоди) після теплової обробки, або без неї подається спочатку в завантажувальний бункер 1, а потім на поверхню сітчастих барабанів 4, які обертаються назустріч один одному. Протертий напівфабрикат шнеками 3 виводиться із машини, а відходи скребками 6 знімаються із поверхні барабану і також виводяться з машини через лоток 5. Всі деталі установки змонтовані в кожусі-основі 2.

У безбиловій протиральній машині із сітчастими барабанами, що обертаються навколо власної осі і планетарно навколо осі машини (рис. 6.2 е), пульпа поступає в бункер 1, а потім спеціальним розподільником 8 прямує в сітчасті барабани 2. Протертий напівфабрикат накопичується в збірнику 9 і через патрубок 7 виводиться з машини. Грубі частинки і домішки завдяки нахилу барабана по відношенню до осі машини і його складного обертання сходять з внутрішньої поверхні барабана і через патрубок 6 виводяться з машини. Вали 3 і 5 сітчастих барабанів приводяться в обертальний рух через планетарні зубчаті передачі від основного зубчатого колеса, посаженого на основний вал 4, через шків 10.

Конструкції протиральних машин і фінішерів постійно удосконалюються. Конструктивні схеми протиральних машин із сітчастим барабаном, що

обертається, і нерухомими білами найбільш перспективні. При високій питомій продуктивності режим протирання в таких машинах м'який, тому отриманий протертий напівфабрикат по дисперсному складу і харчовій цінності набагато кращий отриманого на машинах класичного типу при одних і тих же параметрах процесу. Проте їх конструкції дуже складні і ускладнюють експлуатацію, ремонт і обслуговування. Двобарабанна безбилова машина (див. рис. 6.2 д) в основному використовується для вироблення картопляного пюре.

Трибарабанна безбилова протиральна машина (рис. 6.2 е) з сітчастими барабанами, які обертаються навколо власної осі і планетарно навколо загальної осі, служить в основному для протирання кісткових плодів. Інші види сировини, особливо сировина з волокнистою структурою, закупорюють отвори робочих сит.

Найбільш широке застосування дістали *сітчасті барабани*: з діаметром отворів 1-5 мм і товщиною матеріалу сит 1-2 мм, з каркасом з отворами 20-30 мм (рис. 6.3 а і б), із литим жорстким каркасом (рис. 6.3 в) товщиною 5 мм і більше.

Найпростіший сітчастий барабан виконаний у вигляді двох напівциліндрів. Такі барабани прості у виготовленні і використанні (рис. 6.3, а, б), проте часто виходять з ладу через еліптичність та нещільне прилягання каркасу.

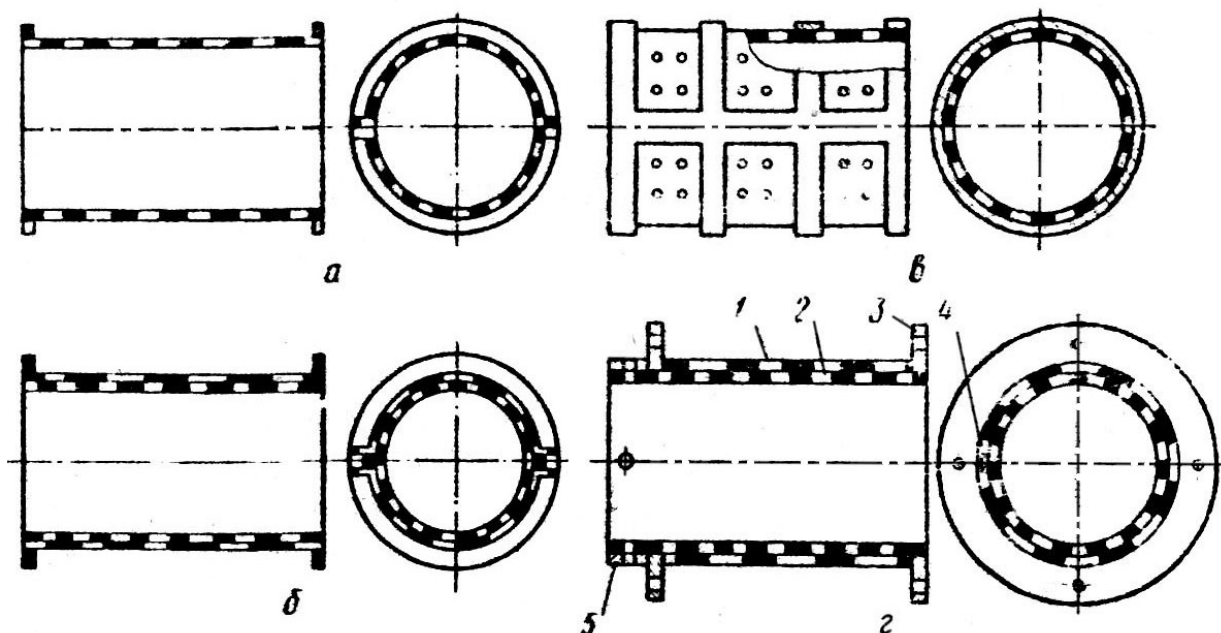


Рис. 6.3. Конструкції сітчастих барабанів

Сітчастий барабан (рис. 6.3 г) конструкції ОТХПа ім. Ломоносова має жорсткий каркас 1 і зварне циліндричне робоче сито 2 з поясом жорсткості 5. Для запобігання провертання робочого сита в жорсткому каркасі, в останньому є паз 4, в який входить з'єднувальною планкою в робоче сито. Жорсткий каркас

обладнаний двома фланцями 3: одним він кріпиться до корпусу підшипника. На фланцях кріпиться збірник для протертого напівфабрикату.

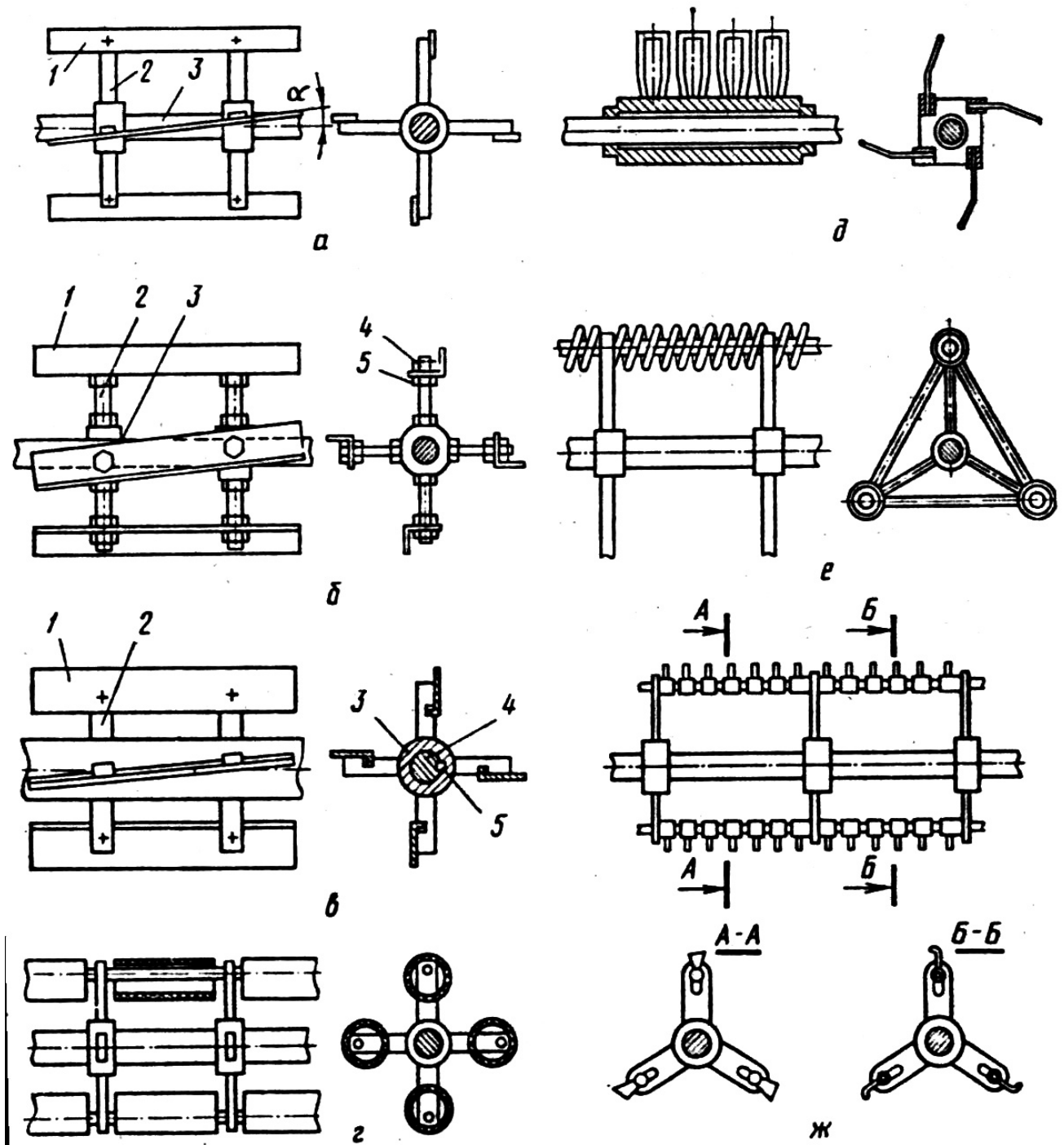


Рис. 6.4. Конструкції билівих пристроїв.

*Схеми билівих пристроїв* залежать від виду сировини, що обробляється. Биліві пристрої класичного типу (рис. 6.4 а) складаються із плоских бил 1, закріплених на тримачах 2, які насаджені на вал 3 з можливістю обертання двох або одного із них відносно валу з наступною їх фіксацією. Цим забезпечується

зміна кута випередження бил, яким регулюють вологість відходів. Передбачена також можливість регулювання положення бил в радіальному напрямі. Для надання додаткової жорсткості біла виготовляють товстими і масивними. Значна маса бил негативно впливає на роботу машини і не дозволяє забезпечити високий фактор розділення. Одночасно робота бил спричиняє нерівномірну виробітку сита .

В пристрої (рис. 6.4 б) з облеженими білами 1, жорсткість яких забезпечується ребром, біла кріпляться до тримачів 2, а ті, в свою чергу, до билового валу 3. Радіальні зміщення бил при цьому здійснюються гайками 5 і контргайками 4.

Билувий пристрій (рис. 6.4 в), розроблений в ОТХП використовується в протиральних машинах і фінішерах консольного типу. Складається він із плоских облежених бил 1 билотримачів 2, і билової втулки 3, яка вільно посаджена на билувий вал 4. Крутний момент від валу передається шпонкою 5. Билувий пристрій жорсткий, суцільнозварний з постійним кутом випередження. Після виготовлення било проточується, тому зазор між ситом і билом при наявності кута випередження залишається постійним по всій довжині сита. В комплект входять декілька билувих пристроїв. Фактор розділення, порівняно з конструкціями класичного типу, можна збільшити в 2-3 рази.

Билуві пристрої для первинного протирання кісточкових плодів, метою якого є якісне відділення м'якоті від кісточок без порушення їх цілісності, повинні бути еластичними і не здійснювати жорстких ударів на кісточкову рослинну сировину (рис. 6.4 г,д,е).

Билуві пристрої (рис. 6.4 г, д) можуть бути виконані із стержнів з прогумованої тканини, у вигляді петлі із дроту. В биловому пристрої для первинного протирання кісточкових плодів фірми "Комплекс" (рис. 6.4 е) біла виконані із спіральної пружини.

В биловому пристрої для первинного протирання кісткової сировини (рис. 6.4 ж) біла виконані із стержнів, на яких насаджені серги двох типів. Першими по ходу протирання маси розміщені серги, які складаються із втулки і жорстко закріплених двох пластин, площина яких перпендикулярна осі втулки - переріз А-А. Ці серги розсікають м'якоть. Другими по ходу є серги з однією пластиною, площина яких паралельна осі втулки. Цими сергами м'якоть знімається з кісточок і протирається крізь сито.

Число бил може бути від 2 до 8. Маса бил повинна бути рівномірно розподілена. У всіх конструкціях билувих пристроїв сучасних протиральних машин і фінішерів билувий вал кріпиться в двох опорах, розміщених у кришках по обидві сторони сітчастого барабану.

*Завантажувальні пристрої* використовуються для забезпечення рівномірного завантаження всієї поверхні і надання масі певної направленості.

В завантажувальному пристрої для протирання томатів (рис. 6.5 а) масу подають в бункер 1 біля торцевої стінки сітчастого барабану 2 і шнеком 3 на валу 4 просувають в барабан. Тут маса поступає по центру вала всередину барабана на його нижню поверхню, проте таким пристроєм неможливо забезпечити рівномірне завантаження барабану.

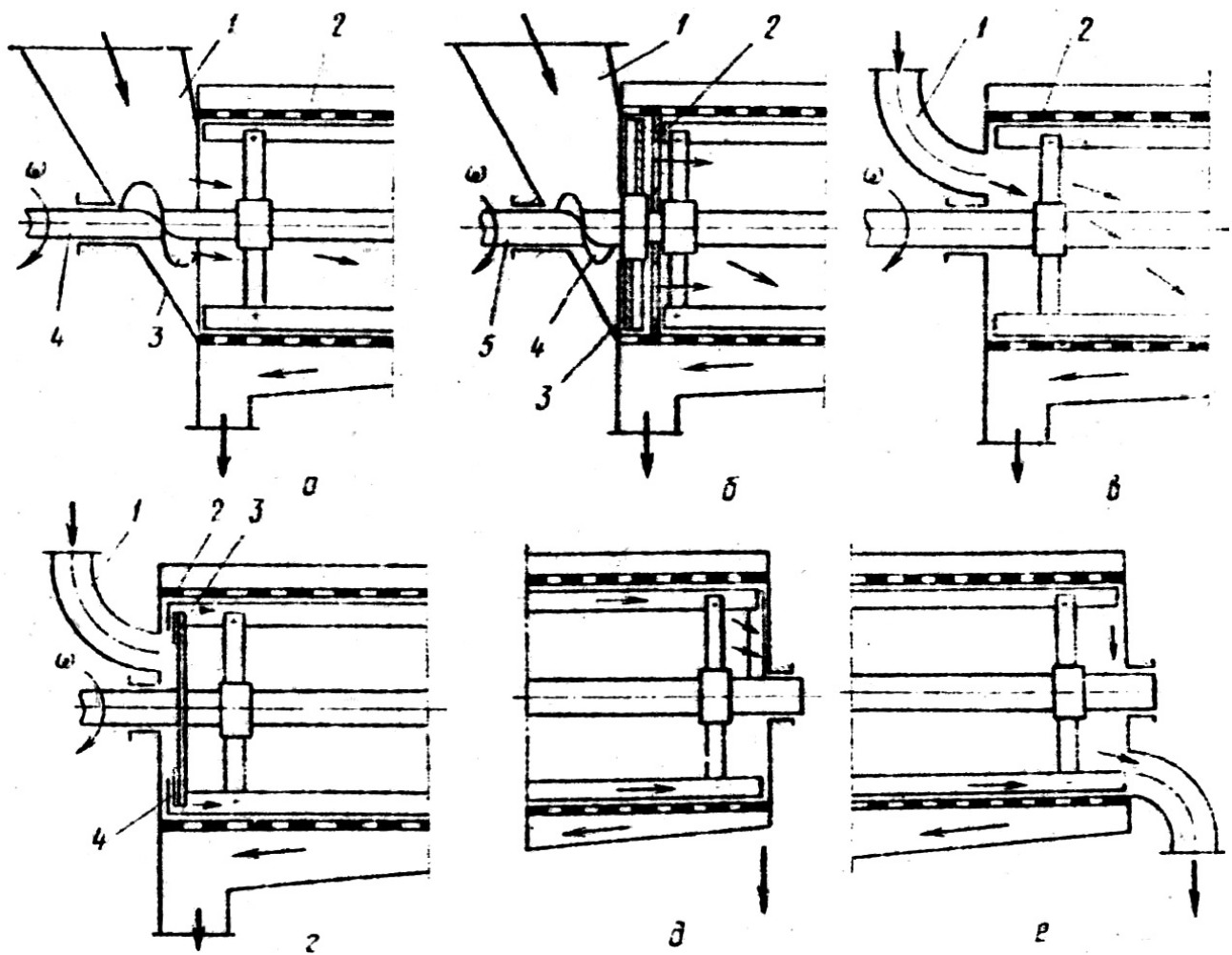


Рис. 6.5. Пристрої для подачі маси в протиральні машини і фінішери та відведення відходів.

Завантажувальний пристрій зображений на рис. 6.5 б також виконано у вигляді бункера 1, але на валу 5 крім шнеку 4 встановлені лопаті 3, які відкидають масу до периферії барабану. В цьому пристрої встановлена також розподільвальна розетка 2 з трьома отворами у вигляді трикутників для забезпечення рівномірності подачі. Маса може також підводитись по трубі і за рахунок направленості руху охоплює більшу поверхню барабану. У завантажувальному пристрої рис 6.5г. на виході пульпи із труби встановлений

глухий диск з лопатками 4, якими пульпа рівномірно направляє на всю поверхню сита.

Для *відведення відходів* із сітчастого барабану у конструкціях протиральних машин класичного типу в торцевій стінці передбачений прямокутний отвір шириною 30-40 мм, по довжині рівний 1/4 кола барабану (рис. 6.5 д). Відходи відводяться в той момент, коли било знаходиться над ними. На решті 3/4 довжини кола в кінці сітчастого барабану відходи не відводяться, а рухаються по колу, руйнуючи частину баластних тканин, яка поступає в протерту масу. Одночасно викликається і вібрація машини. Отвори можуть бути обладнані заслінкою для регулювання вологості відходів. Відведення відходів рис.6.5e здійснюється через круглий отвір також обладнаний заслінкою. Такий метод відведення відходів є найпростішим і, в основному, використовується у вітчизняних машинах.

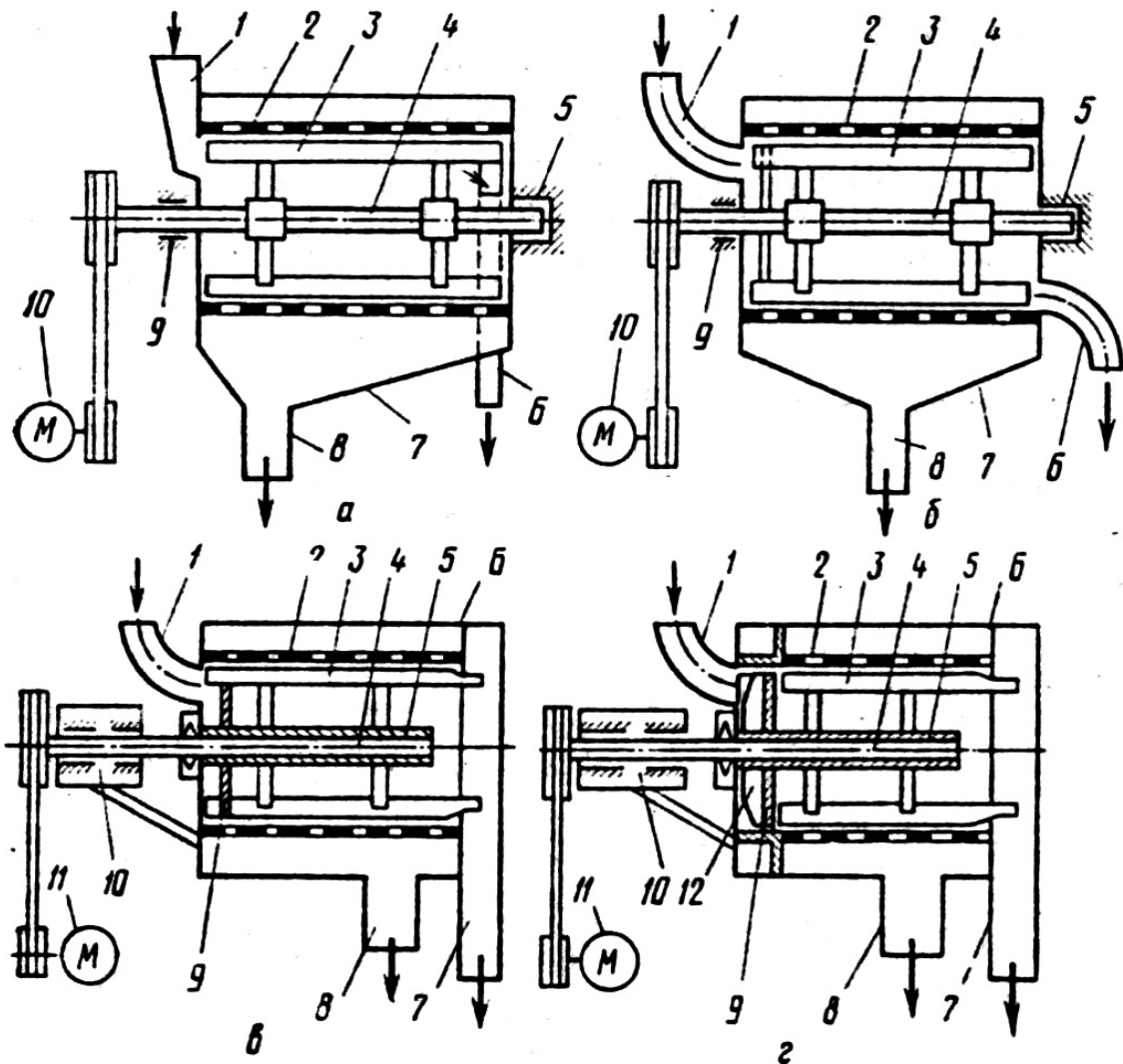


Рис. 6.6. Схеми сучасних протиральних машин і фінішерів.

Відведення відходів по всій довжині кола барабану є можливим тільки в машинах консольного тину. Вологість відходів регулюють висотою спеціального порога, який закріпленний на ситі. У комплект машини входить три пороги висотою 10мм, 12мм і 20мм.

**Конструкції протиральних машин.** В основному використовуються дво- і триступеневі протиральні машини.

Двоступеневі протиральні машини встановлюються в лінії виробництва напівфабрикату, який потім консервують.

На першій ступені сита мають отвори діаметром 3-5 мм, а на другій 0,8-1 мм.

При виготовленні пюреподібних консервів для дитячого харчування встановлюють три або чотири ступені сит з діаметром отворів 3; 1,5; 0,8; 0,4 мм.

Триступеневі протиральні машини встановлені в лініях виробництва концентрованих томат-продуктів, використовують сита з діаметром отворів 3; 1,5; 0,4 або 0,8 . Відділення домішок, які мають більшу густину у сучасних машинах проходить під дією відцентрової сили. Продуктивність машин становить- 20-30 т/год . Встановлена потужність складає 30-40 кВт .

В машинах класичного тину (рис. 6.6 а,б) сировина маса поступає спочатку в завантажувальний пристрій 1, а потім в сітчастий барабан 2. Тут вона захоплюється білами 3, які протирають її через робоче сито. Протертий напівфабрикат накопичується в збірнику 7, а потім через патрубок 8 виводиться із машини через прямокутний отвір в лоток 6 (рис. 6.6 а) чи через круглу трубу 6 (рис. 6.6 б).

Протиральні машини і фінішери консольного типу, (рис 6.6 в, г) з жорстким сітчастим барабаном і билувим пристроєм, швидкоз'ємним збірником протертого напівфабрикату характеризуються високим фактором розділення (300-350). Разом з тим в них можливе розміщення на вході маси в машину вловлювачів відцентрового типу для сторонніх предметів. На валу машини встановлюється диск із радіальними лопатями, що утворюють крильчатку, подібну до крильчаток відцентрового насоса. У місці установки крильчатки сітчастий барабан не має перфорації, а на рівні горизонтальної осі він має отвір розміром 50х60 мм. Сторонні предмети, що поступають в машину разом з пульпою, потрапляють на лопаті крильчатки, що обертається, відцентровою силою зсуваються до глухої поверхні сітчастого барабана. Сторонні домішки рухаються по цій поверхні до отвору і відцентровою силою заганяються в отвори, де в спеціальній кишені осідають і при санітарній обробці машини віддаляються.



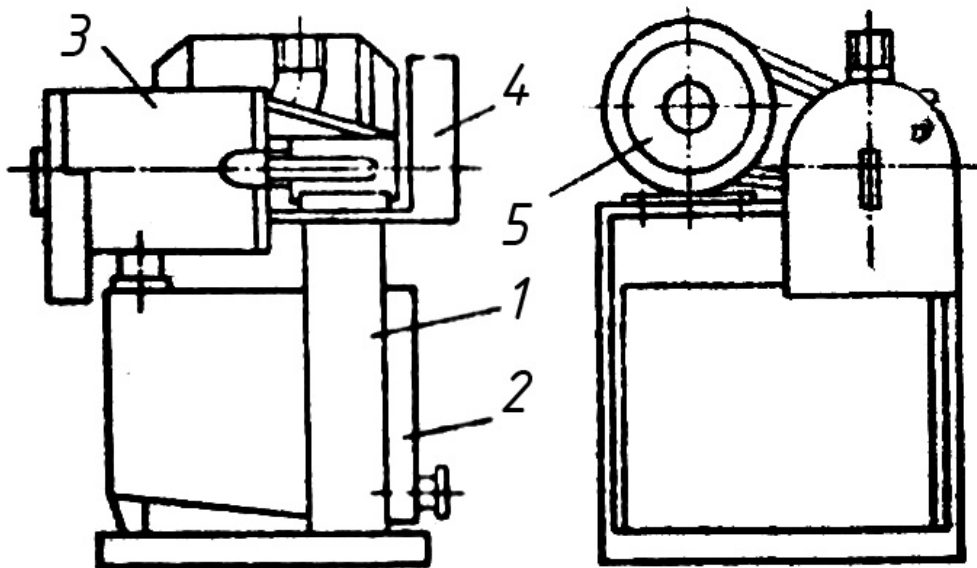


Рис. 6.7. Пристрої для вводу маси в протиральні машини і фінішери та відведення.

У машинах консольного типу, в яких опори валу винесені з розривом за межі зони протирання, попадання соку протираної сировини на підшипники опор виключено, тому останні працюють повний ресурс часу (9000 ч). Машина проста і зручна в експлуатації, при ремонті і санітарній обробці.

**Фінішер конструкції ОТППа ім. М. В. Ломоносова** (рис. 6.7) складається з рами 1, звареної з швелера, місткості 2 для збору протертого напівфабрикату, протирального пристрою 3, клинопасової передачі 4 та електродвигуна 5.

Також відомі конструкції протиральних машин різної продуктивності (від 1 до 28 т/год): одноступінчаста малогабаритна Т1-КПХ-Г4; одноступінчаста Т1-КП2Д-П4; одноступінчаста комбінована для всіх видів рослинної сировини, у тому числі і кісточкових плодів, А9-КИТ-Г4; одноступінчаста Т1-КП2У-Г4; триступінчата А9-КИМ-Г4, триступінчата Т1-КП2Т-Г4 і гама уніфікованих машин А9-КИГ і А9-КУТТд (двоступінчаста) продуктивністю 3,5; 7; 14 і 28 т/ч.

### Розрахунки протиральних машин і фінішерів

Діаметр труби для завантаження машини, м

$$D = \sqrt{4 \cdot Q \cdot \rho \cdot v_{np}}, \quad (6.1)$$

де  $Q$  – продуктивність машини, кг/с;

$\rho$  – густина рослинної пульпи, кг/м<sup>3</sup>, (1050...1100 кг/м<sup>3</sup>)

$v_{np}$  – швидкість пульпи в завантажувальній трубі, (рекомендується  $v_{np} = 0,5...1$  м/с)

Частота обертів билового вала, (1/с)

$$W = \sqrt{\frac{Fr \cdot g}{R}}, \quad (6.2)$$

де  $Fr$  – фактор розділення (рекомендується 200...300);  
 $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  
 $R$  – радіус билового пристрою (рекомендується  $R = 0,1 \dots 0,2$  м);  
 Живий перетин ситового барабана, м (при круглих отворах).

$$\Phi_{\bar{o}} = d_{\text{отв}}^2 - a_{\text{отв}}^2, \quad (6.3)$$

де  $d_{\text{отв}}$  – діаметр отворів каркасу (приймаємо)  $d_{\text{отв}} = (8 \dots 13)10^{-3}$  м;  
 $a_{\text{отв}}$  – крок отворів ситового барабана (приймаємо)  $a_{\text{отв}} = (11 \dots 15)10^{-3}$  м.  
 Живий перетин робочого сита  $\varphi_c$  визначаємо аналогічно живому перетину  $\varphi_{\bar{o}}$ , орієнтовано  $\varphi_c$  залежить від діаметра отворів сита.

Табл. 6.1. Залежність живого перетину барабану від діаметру отворів.

Діаметр отворів сита, мм	0,4	0,8	1,2	2,8
Живий перетин	0,134	0,165	0,151	0,305

Безрозмірна продуктивність

$$D = 0,0905 \frac{Q}{\varphi_{\bar{o}} \cdot \varphi_c R^2 \sqrt{R \cdot g}}, \quad (6.4)$$

Довжина зони активного відокремлення рідкої фази при протиранні або фінішуванні (для томатів), м.

$$L_1 = 30R \cdot 4q \cdot 0,29Fr^{-0,35} Z^{0,31}, \quad (6.5)$$

де  $Z$  – кількість протиральних лопатей (приймаємо 2...4).

При протиранні або фінішуванні яблучної або іншої пульпи довжина активного відокремлення рідкої фази збільшується на 30%.

Довжина зони відцентрового відтиску при протиранні або фінішуванні, м:  
 для фінішера  $l_2 = 1,15R$ ; для протиальної машини  $l_2 = 1,11R$ ; ( $R$  – радіус бил, м).

Довжина ситового барабана, м

$$L = l_1 + l_2, \quad (6.6)$$

Потужність приводу протиальної машини або фінішера, Вт складається з наступних величин.

1. Потужність, яка витрачається для надання продукту швидкості

$$N = 0,50Q \cdot \omega^2 \cdot R^2, \quad (6.7)$$

2. Потужність, яка витрачається на тертя пульпи в ситі

$$N_2 = Z \cdot m \cdot \omega^3 \cdot R^2 \cdot f, \quad (6.8)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя пульпи по ситі (для протиральних машин

$f = 0,2 \dots 0,9$ , для фінішерів  $f = 0,4 \dots 0,6$ ;

$m$  – маса пульпи, котра обертається сумісно з протиральними лопатями, кг

$$m = j \cdot \rho \cdot K \cdot R^2, \quad (6.9)$$

де  $j$  – емпіричний коефіцієнт (для протиральних машин  $j = 0,05$ ; для фінішерів  $j = 0,03$ ;

$K$  – довжина барабана, м;

Потужність, яка використовується на подрібнення сировини–пульпи

$$N_3 = Q \cdot W \cdot F_1, \quad (6.10)$$

де  $W$  – енергія для утворення 1 м<sup>2</sup> нової поверхні, Дж/м<sup>2</sup>, залежить від пульпи і її консистенції продукту відсоткового вмісту в ньому м'якоті.

Табл. 6.2.

Продукт	Томати	Яблука
$W$ , Дж/м <sup>2</sup>	8...12	15...18,5
$\Theta$ , %	20...30	25...40

$F_1$  – площа поверхні, яка знову утворилася при переробці 1 кг пульпи, м<sup>2</sup>/кг:

$$F_1 = \left( \frac{2}{\rho \cdot d_2} - \frac{2}{\rho \cdot d_1} \right) Q \cdot 10^{-2}, \quad (6.11)$$

де  $d_1$  – середній розмір частинок до протирання  $d_1 = (1 \dots 1,5) 10^{-3}$ , м;

$d_2$  – середній розмір частинок після протирання (при протиранні пульпи на ситі з отворами діаметром  $d$  приймають  $d_2 = 0,3d$ , м);

$\Theta$  – вміст м'якоті у пульпі, %

Загальна потужність приводу (Вт):

$$N = \left[ \left( N_1 + N_2 + \frac{N_3 \cdot D}{\eta} \right) \right] 1,5, \quad (6.12)$$

де  $\eta$  – механічний ККД приводу, 1,5 – коефіцієнт запасу потужності.

## Питання для самоперевірки.

1. Які методи розділення сировини вам відомі?
2. Який діаметр отворів сит протиральних машин?
3. Який процес називають фінішуванням?
4. За рахунок чого відбувається транспортування відходів вздовж поверхні барабану?
5. Схема сил, які діють на частинку у протиральній машині?
6. Основні елементи конструкції протиральних машин?
7. Що означає «кут випередження бил»?
8. Як можна регулювати вологість відходів у протиральних машинах?
9. Принцип роботи билових протиральних машинах з конічними і циліндричними сітчастими барабанами.
10. Як можна регулювати продуктивність протиальної машини?
11. Конструкції сітчастих барабанів.
12. Конструкції завантажувальних і розвантажувальних пристроїв.
13. Конструкції бил.
14. Що таке фактор розділення і як він визначається у протиральних машинах?
15. Опишіть схеми сучасних протиральних машин і фінішерів.

## Глава 7. Обладнання для розділення

### 7.1 Преси

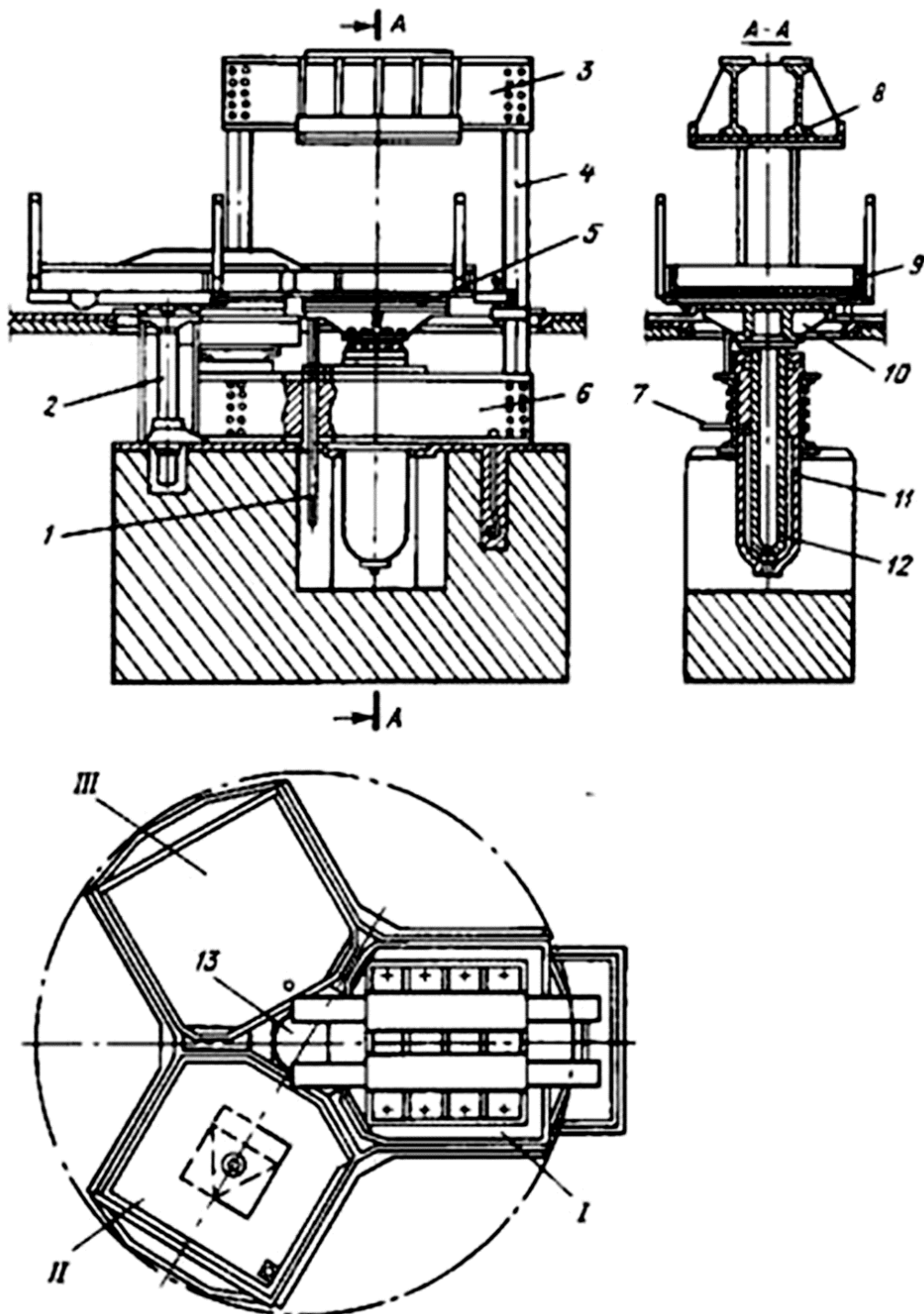


Рис. 7.1. Гідравлічний прес РОК-200:

- 1 – напрямна; 2 – гідропіднімач; 3 – двотавр; 4 – сполучні стійки; 5 – фіксатор; 6 – швелер;  
7 – магістраль; 8 – рухома плита; 9 – корито; 10 – площадка; 11 – гідроциліндр;  
12 – плунжер; 13 – карусельний пристрій.

Відділення соку як об'єкту подальшої переробки від частково подрібненої сировини проводять під дією надлишкового тиску, який створюють шляхом прикладання навантаження до замкнутого об'єму сировини (преси періодичної дії) або шляхом транспортування сировини в камеру меншого об'єму (неперервно діючі преси), що призводить до створення тиску.

*В періодично діючих пресах (РОК-200, Польща)* подрібнена яблучна мезга в серветці переміщається на платформу, встановлену на рухомій плиті 10, яка закріплена на плунжері 12 гідроциліндра 11. При русі плунжера ввєрх пакет притискається до нерухомої плити 8, створюючи таким чином тиск на обмежену серветкою масу. Платформа повертається за допомогою карусельного пристрою 13 і встановлюється в трьох положеннях: I – пресування; II - завантаження; III – вивантаження. Точність встановлення контролюється фіксатором 5. Платформи можуть рухатись по вертикалі з допомогою гідропіднімача 2. Площадка 10 прикріплена до напрямної 1, що дозволяє уникнути перекосів платформи при пресуванні. Відтиснутий сік стікає в корито 9 і поступає в збірник.

*Прес ВПНД-10* (рис. 7.2) служить для відтиску соку із ягід винограду. Основою пресу є зварна рама із фасонного прокату. На рамі змонтований перфорований циліндр 5 з бандажами 6, приймальний литий бункер 4, спеціальний зубчастий редуктор 3, привідний електродвигун 2, запірний корпус 8, упорний кронштейн 9 і гідрорегулятор 10. Всередині перфорованого циліндра розташовані шнеки: транспортуючий 15 і пресуючий 12.

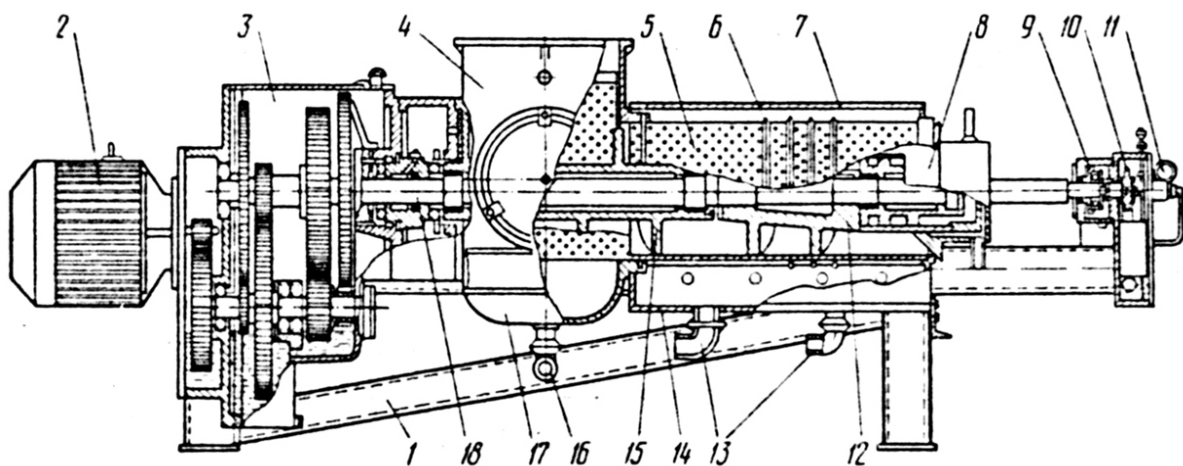


Рис. 7.2. Прес ВПНД-10:

- 1 – рама; 2 – електродвигун; 3 – зубчастий редуктор; 4 – литий бункер; 5 – перфорований циліндр; 6 – бандажі; 7 – кожух; 8 – запірний конус; 9 – упорний кронштейн; 10 – гідрорегулятор; 11 – манометр; 12 – пресуючий шнек; 13 – патрубки відбору соку; 14 – збірник соку; 15 – транспортуючий шнек; 16 – патрубок відбору соку; 17 – збірник; 18 – основний вал.

Пресуючий шнек має змінні діаметр і крок. По ходу продукту діаметр основи шнеку збільшується, а крок зменшується. При цьому об'єм камери пресування зменшується, а тиск збільшується. Всередині шнеку проходить основний вал, яким пресуючий шнек приводиться в рух. Транспортуючий шнек приводиться в рух від ступиці зубчастого колеса редуктора.

Мезга завантажується в бункер пресу, де від неї відділяється частина соку, потім мезга захоплюється витками транспортуючого шнеку і просувається в циліндр до пресуючого шнеку. На стику мезга розрихлюється, що полегшує подальше відведення соку. Відтиснута і обезводнена мезга далі поступає в кільцевий канал між перфорованим циліндром і запірним конусом 8 і відводиться з пресу.

**Прес ВПО-20А** (рис. 7.3) служить для відтиску винограду. Основою преса є рама 1 зі сталюого прокату, на якій встановлений корпус 13. До корпусу прикріплений бункер 14 для прийому маси і збірник 2 для соку першої фракції. Всередині барабану по його осі встановлено два шнеки- транспортуючий 3 і пресуючий 16. Шнеки посаджені на одному валу 26, причому пресуючий шнек 16 з'єднаний з валом жорстко і крутний момент передається йому шпонками 17, транспортуючий шнек отримує оберти від того ж приводу через ланцюгову передачу 4.

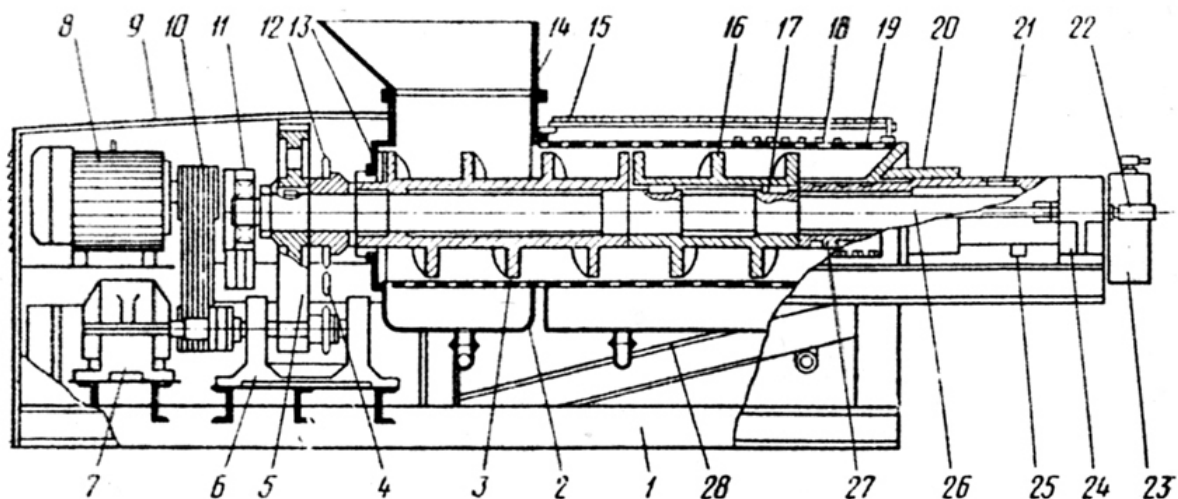


Рис. 7.3. Прес ВПО-20А:

- 1 – рама; 2 – збірник; 3 – транспортуючий шнек; 4 – натяжна зірочка; 5 – зубчата пара; 6, 11 – підшипники; 7 – зубчастий редуктор; 8 – електродвигун; 9 – кожух; 12 – ланцюгова передача; 13 – корпус; 14 – бункер; 15 – кожух; 16 – пресуючий шнек; 17 – шпонки; 18 – кільця жорсткості; 19 – перфорований барабан; 20 – запірний конус; 21 – кришка; 22 – циліндр; 23 – насос; 24 – кронштейн; 25 – штуцер; 26 – вал; 27 – малий перфорований барабан; 28 – збірник соку другої і третьої фракції.

Основний вал встановлений в підшипниках 6 і 11, корпуси яких прикріплені до рами. Вал приводиться в рух електродвигуном 8 через зубчастий редуктор, клинопасову передачу 10 і зубчасту пару 5. В кінці основного перфорованого барабану розташований запірний конус 20, яким регулюється площа кільцевого отвору для виходу мезги і відповідно її вологість віджимок. Рух конусу вздовж осі забезпечується гідроприводом, який складається з насосу 23 і двох циліндрів 22. Між останнім витком пресуючого шнеку і запірним конусом утворюється камера максимального тиску. Всередині камери розташований малий перфорований барабан 27 з кришкою 21 для санітарної обробки і штуцером 25 для відведення сула.

Основний вал з пресуючим шнеком обертається з частотою 3,5 об/хв, а транспортуючий- 7,5 об/хв в протилежну сторону. Таким чином забезпечується розрихлення маси в камері між шнеками і краще відведення соку.

Табл. 7.1. Технічна характеристика пресів.

Тип	ВПНД-10	ВПО-20А	ВПО-30А
Продуктивність	10	20	30
Потужність приводу	10	13	17

**Прес неперервної дії стрічковий Ш10-КПЕ** (рис.7.4) призначений для відтиску соку з плодово-ягідної мезги. Використовується в комплекті технологічної лінії для виробництва плодово-ягідного соку на підприємствах консервної промисловості.

Технічна характеристика

Продуктивність по сировині (яблуках) регульована, т/год	3...5
Витрата води, м <sup>3</sup> /год	6,0
Швидкість пресуючих транспортерів, м/с	0,04...0,12
Відстань між пресуючими конвеєрами, мм:	
на вході	25
на виході	12
Встановлена потужність, кВт	28,4
Частота обертання, с <sup>-1</sup> (об/хв):	
гвинтового конвеєра живильника	0,45 (27)
очисного пристрою	2(120)
Чисельність обслуговуючого персоналу	1
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	6870
ширина	2985
висота	2570



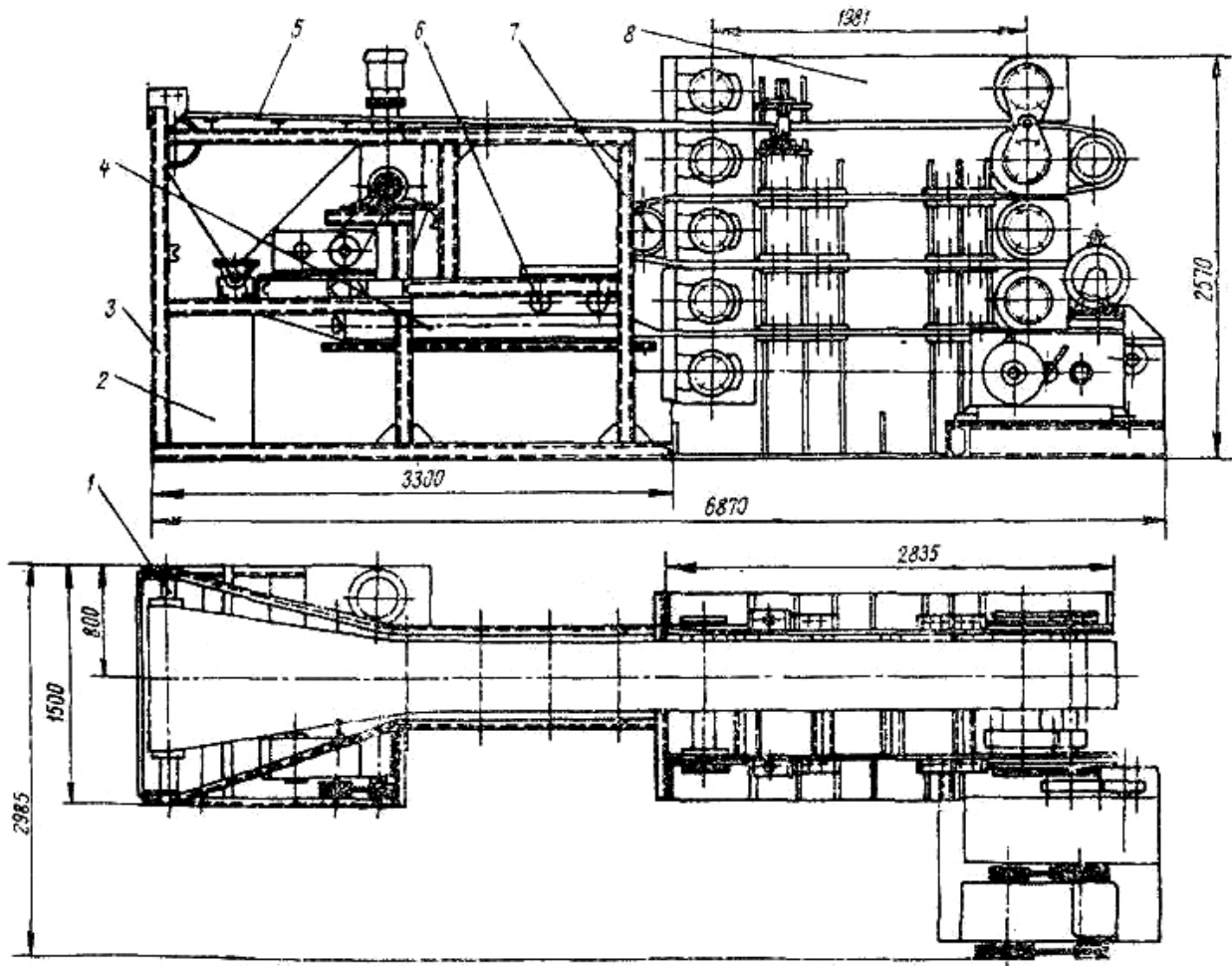


Рис. 7.4. Загальний вигляд преса Ш10-КПЕ:

1 – натяжний барабан; 2 – механізм очищення; 3 – рама; 4 – живильник; 5 – стрічка; 6 – притискний пристрій; 7 – відхиляючий барабан; 8 – пресуючі транспортери.

Прес Ш10-КПЕ складається з наступних основних складових частин: пресуючих транспортерів 8, живильника 4, відхиляючого барабану 7, рами 3, натяжного барабану 1, механізму 2 очищення і миття притискного пристрою 6, стрічки 5. Всі вузли кріпляться до рами, звареної зі швелерів.

Пресуючі транспортери змонтовані один над другим таким чином, що зазор між ними постійно зменшується, за рахунок чого здійснюється відтиск соку.

Стрічка являє собою безкінечну фільтрувальну тканину з джгутами на краях і служить для транспортування і фільтрування плодової мезги і вивантаження вижимом.

Механізм для очистки і миття тканинної фільтрувальної стрічки виконаний у вигляді щітки, що обертається і трубчатого пристрою для подачі води. Привід щітки індивідуальний.

Притискний пристрій являє собою підпружинену конструкцію з можливістю регулювання кута по відношенню до тканинної стрічки і служить для її фіксування.

Відхиляючі барабани служать опорами тканинної фільтрувальної стрічки. Вони виконані з труб із звареними щітками, що знаходяться в підшипникових опорах, закріплених на рамі преса. Натяжний барабан служить для натягування тканинної фільтрувальної стрічки.

Плоди (яблука) подаються транспортером в подрібнювач, звідки подрібнена маса (мезга) направляється в бункер шнекового живильника. Шнековий живильник подає мезгу в фільтрувальну тканину, попередньо звернуту в рукав навколо корпусу живильника. Рукав з мезгою захоплюється пресуючими транспортерами.

Відтиснений сік стікає між планками по поверхні транспортера в збірник соку.

Після виходу із зони пресування фільтрувальна тканина при допомозі спеціального пристрою, розміщеного в верхній частині пресу розвертається в плоску стрічку і відбувається вивантаження вижимом. По ходу руху фільтрувальна тканина проходить очищення і миття і знову поступає на ділянку завантаження мезги. Відтиснутий сік із збирача передається на подальшу переробку.

## 7.2 Обладнання для освітлення соків

Сік, одержаний шляхом відтиску, є полідисперсною системою, дисперсійну фазу якої становить рідина – сік і дисперсну фазу – дрібні частинки сировини, які утворилися в результаті механічного руйнування. Для відділення таких частинок використовують розділення в полі відцентрової сили в результаті різниці густини або шляхом проходження суспензії через фільтрувальну перегородку з встановленим розміром отворів.

*Сепаратор Г9-КОВ* (рис.7.5) відноситься до тарілкових сепараторів і призначений для очистки плодоовочевих соків від завислих частинок при виробництві освітлених соків.. Частота обертання барабану сепаратора 5000 – 6000 об/хв, що дає можливість під дією відцентрової сили виділити частинки розміром 0,1 – 0,5 мкм при різниці густин 10 кг/м<sup>3</sup>.

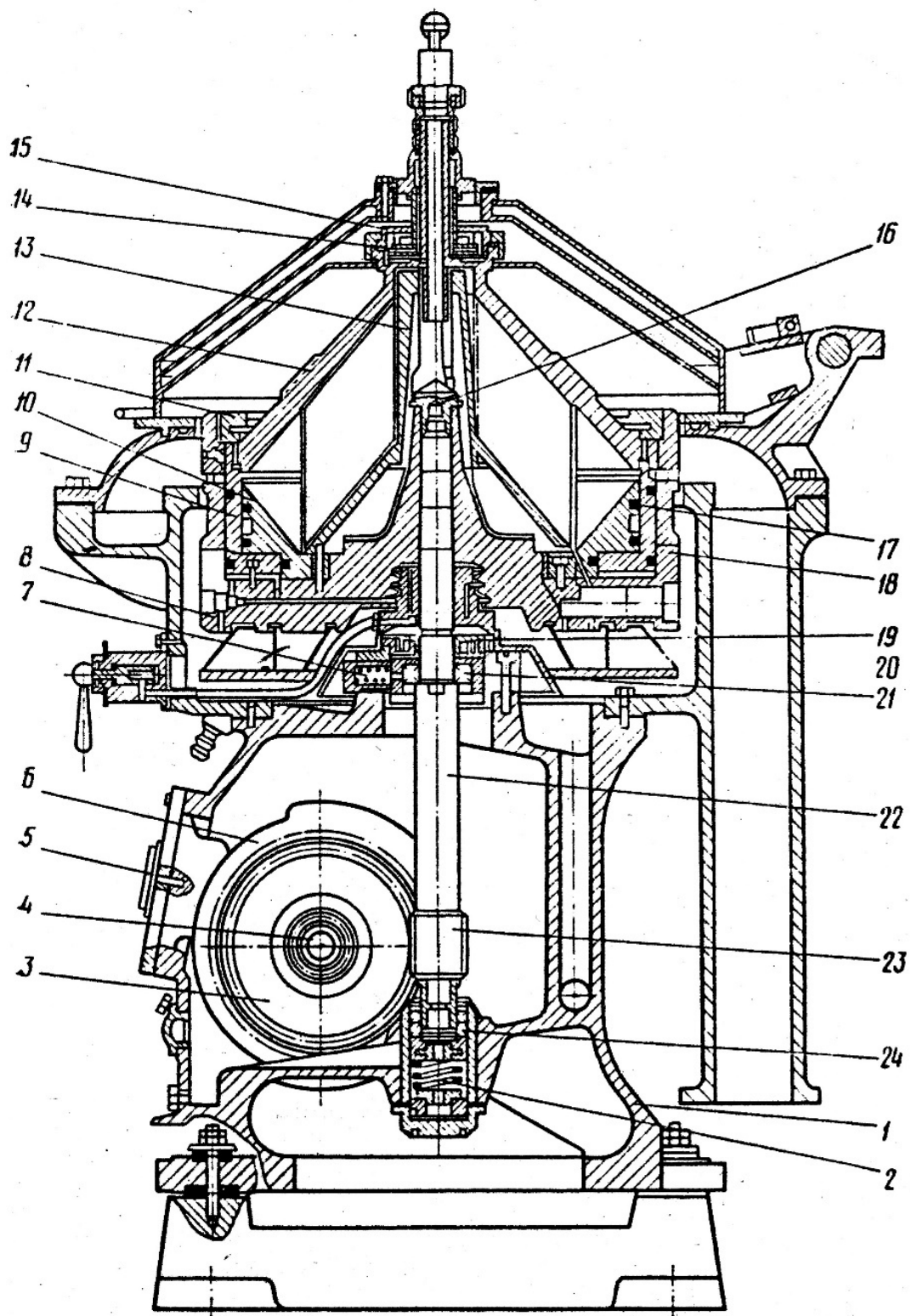


Рис 7.5. Загальний вигляд сепаратора Г9-КОВ:

1 – станина, 2 – пружина, 3 – зубчасте колесо, 4 – горизонтальний вал, 5 – тахометр, 6 – бандаж, 7 – пружинні амортизатори, 8 – основа барабану, 9 – поршень, 10 – корпус, 11 – зтяжне кільце, 12 – кришка, 13 – тарілотримач, 14 – напірний диск, 15 – кришка, 16 – гайка, 17 – ущільнення, 18 – барабан, 19, 20 – кришки, 21, 24 – верхня і нижня опори, 22 – вал – веретено, 23 – зубчасте колесо.

Суспензія подається під нижню тарілку на периферію пакету тарілок. Основна маса завислих частинок відкидається в шламовий простір сепаратора, решта захоплюється потоком і попадає в між тарілковий простір. При русі суспензії в між тарілковому просторі тверді частинки, як більш важкі, рухаються від верхньої поверхні нижче лежачої тарілки до нижньої поверхні тарілки розташованої вище, і по ній направляються в шламовий простір барабану (рис 7.6).

Мінімальний розмір частинок, відділених в між тарілковому просторі:

$$r_{\min} = \frac{1,465}{\omega} \left[ \frac{V_{\partial} \cdot \mu}{z \cdot \operatorname{tg}(\alpha) (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) (\rho_c - \rho_u)} \right].$$

де  $V_{\partial}$  – дійсна продуктивність сепаратора, м<sup>3</sup>/с;

$\mu$  – динамічна в'язкість продукту, Па·с;

$z$  – кількість тарілок в барабані;

$\alpha$  – кут підйому твірної конуса тарілки, рад;

$R_{\max}$  – максимальний розрахунковий радіус тарілки, м;

$R_{\min}$  – мінімальний розрахунковий радіус тарілки, м;

$\rho_c$  – густина дисперсійного середовища (плазми), кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_u$  – густина дисперсної фази, кг/м<sup>3</sup>.

$\omega$  – кутова швидкість барабана, рад/с.

Основними складальними одиницями сепаратора Г9-КОВ (рис.7.6) є привідний механізм, барабан, приймач шламу, гідровузол, приймально-відвідний пристрій, пульти керування.

Станина 1 представляє собою чавунний відливок, на якому змонтовані всі частини сепаратора. Всередині станини розміщені привідний механізм і масляна ванна з люком.

Привідний механізм складається з електродвигуна, закріпленого на станині, фрикційно –відцентрової муфти, зубчастого мультиплікатора і вертикального валу( рис 7.7).

Відцентрова фрикційна муфта складається із диску, який закріплений на валу електродвигуна і шарнірно прикріплених до нього трьох колодок із накладками виготовленими зі сплаву феродо. Друга частина муфти виготовлена у вигляді бандажу б і закріплена на горизонтальному валу. При обертанні колодки відкидаються і притискаються до внутрішньої поверхні бандажу і поступово розкручують сепаратор. Колодки з накладками мають бути збалансовані. При поломці або зношуванні однієї із них необхідно замінити весь комплект або підібрати комплект з різницею в масі 3 г.

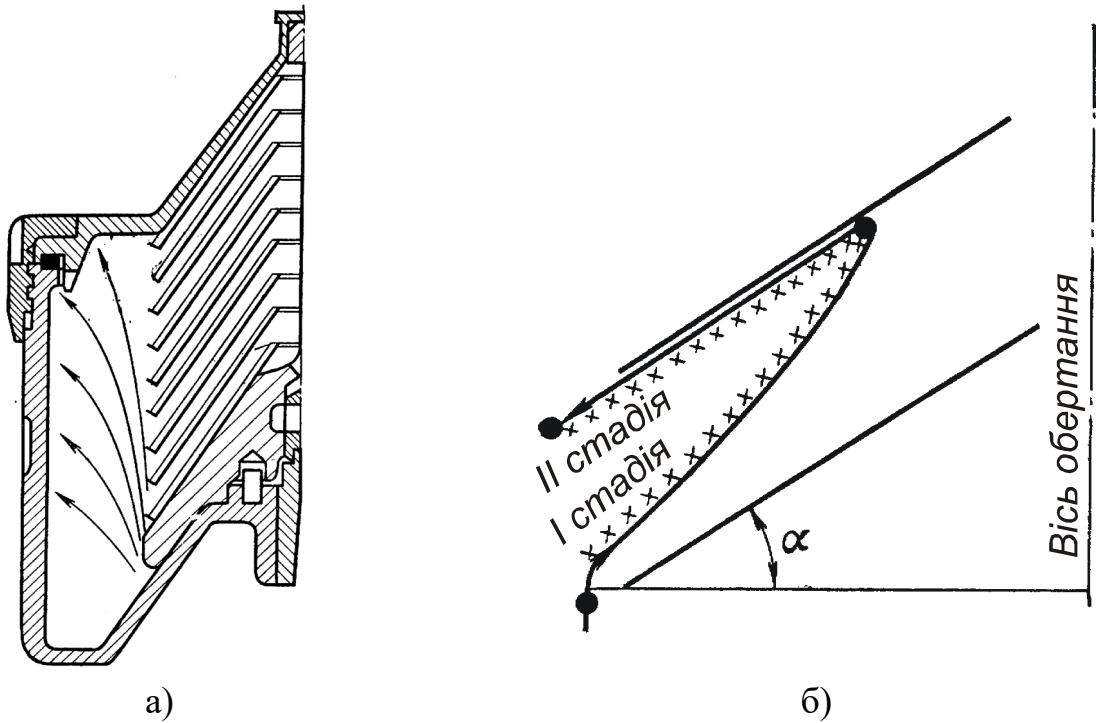


Рис. 7.6. Схема руху рідини і частинок в барабані сепаратора.  
 а) траєкторії потоків суспензії в міжтарілковому просторі; б) стадії руху часток між тарілками.

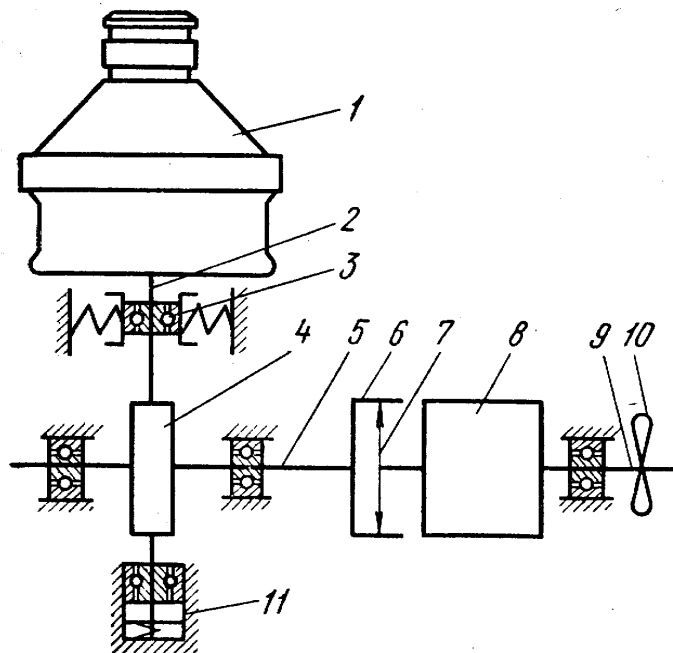


Рис. 7.7. Принципова схема привідного механізму сепаратора із трьома обертовими ланками:

1 – барабан; 2 – веретено; 3 – пружна горлова опора; 4 – ведуче колесо гвинтового мультиплікатора; 5, 6 – ведена і ведуча відцентрові напівмуфти; 7 – горизонтальний вал; 8, 9 – ротор і вал електродвигуна; 10 – крильчатка вентилятора електродвигуна; 11 – пружина.

На вертикальному валу 22 кріпиться барабан 18, який являє собою основний робочий вузол сепаратора. Вертикальний вал закріплений в двох опорах. Верхня опора 21 закріплена з можливістю руху в горизонтальній площині. Підшипник верхньої опори закріплений в пружинних амортизаторах 7, які підтискаються пробками. Пружини таруються по навантаженню, жорсткості і комплектуються по групах. При поломці однієї пружини замінюють весь комплект. Нижня опора 24 сприймає осьові навантаження від маси барабану і підтискається пружиною 2.

Барабан сепаратора рис.7.5 складається з основи 8, корпусу 10, поршня 9, тарілотримача 13 і пакету тарілок, великого затяжного кільця 11, кришки напірної камери 15, малого затяжного кільця і клапанів розвантаження барабану. Поршень і кришка утворюють замкнутий простір у вигляді двостороннього конуса, в якому відкладається осад.

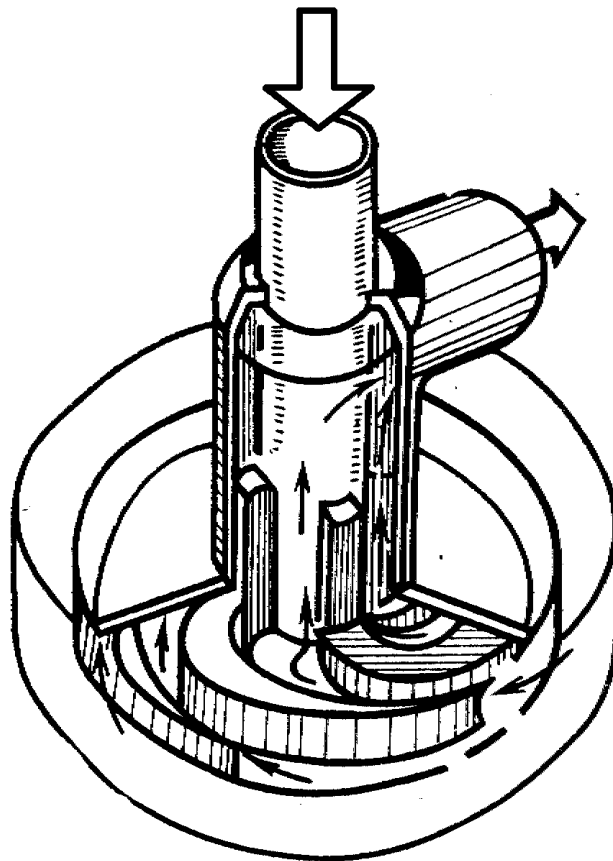


Рис. 7.8. Напірний диск для вивантаження рідкої фракції під тиском.

Приймально - відвідний пристрій служить для підведення продукту і відведення фракцій в результаті розділення. Включає центральну трубу для подачі продукту в барабан, напірні диск 14 для відведення освітленого соку. Центральна труба і напірний диск не обертаються. Герметизація їх здійснюється за рахунок спеціальних манжетів. Конструкція напірних дисків (рис. 7.8)

аналогічна конструкції колеса відцентрового насосу. В відцентровому насосі продукт поступає в центр диску і під дією відцентрової сили відкидається до периферії, в напірному диску продукт, який обертається разом з барабаном, поступає з периферії і направляється до центру. Тобто кінетична енергія потоку перетворюється в потенціальну і на виході створюється тиск до 0,2 МПа.

Гідровузол служить для регулювання подачі буферної води у відповідні порожнини барабану через систему отворів в основі барабану. Управління процесом вивантаження здійснюється двома клапанами розміщеними в основі барабану. Приймач шламу призначений для відведення осаду, що викидається з барабану.

Сепаратор має автоматичне і ручне керування циклами роботи. При роботі в автоматичному режимі подача і відведення продукту і подача буферної води проводиться через електромагнітні вентиля.

При досягненні сепаратором номінальних обертів з пульта керування подається команда, вентиля відкриваються, і буферна вода потрапляє в камеру під поршень, заповнюючи її. Отриманим тиском поршень 9 притискається до кришки барабана 12, забезпечуючи герметичність. Клапани під дією відцентрової сили перекидають отвори для відведення води з під поршня. Продукт по лініях поступає в сепаратор, очищений сік відводиться у виробничі комунікації.

Сепарування продовжується до заповнення осадом шламового простору. Потім, по команді під дією гідростатичного тиску води на клапан, який перевершує відцентрову силу, клапан переміщається до осі сепаратора, відкриваючи отвір для виходу води з-під поршня. Поршень опускається, відкриваючи кільцеву щілину між поршнем і кришкою і через вікна концентрично розміщені в основі сепаратора, відповідно кільцевій щілині, під дією відцентрової сили осад вивантажується в приймач шламу.

При експлуатації сепаратора необхідно строго виконувати вимоги правильного збирання барабану сепаратора для забезпечення його балансування. Забороняється замінювати окремі складові барабану. Правильність збирання можна контролювати по мітках на окремих частинах барабану.

Контроль частоти обертання барабану здійснюється циферблатним тахометром 5. При досягненні резонансної частоти обертання спостерігається підвищена вібрація барабану, яка зникає при наборі робочого числа обертів. Для перевірки правильності показів тахометра служить пульсатор, кнопка якого знаходиться рядом з тахометром. При натисненні на кнопку відчутні поштовхи пульсатора, які при робочому числі обертів досягають 54 поштовхи в хвилину.

### Технічна характеристика

Продуктивність, л/год	до 10000
Максимальний діаметр барабана, мм	600
Кількість тарілок в барабані, шт	100
Міжтарілковий зазор, мм	0,5
Частота обертання барабану, рад/с (об/хв)	523,3 (5000)
Тиск на виході продукту, МПа	до 0,2
Об'єм шламового простору, л	9
Об'ємна концентрація завислих речовин в продукті після сепарування, %, не більше	0,1...0,15
Електродвигун:	
тип	4A160S4У3
потужність, кВт	15
частота обертів, об/хв	1500
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	1500
ширина	1238
висота	1570
Маса, кг:	
барабана	500
сепаратора	1750

**Електроплазмолізатор А9-КЄД** (рис. 7.9) призначений для електричної обробки подрібнених плодів та ягід (яблук, винограду, вишень та ін.) при виробництві фруктових соків з метою збільшення виходу соку при наступному пресуванні.

### Технічна характеристика

Продуктивність (при роботі на яблуках і зазорі між валками 5 мм)	7
Частота обертання валкових електродів, об/хв, не більше	39
Напруга на валках, В	220
Частота струму, Гц	50
Потужність, кВт:	
на електроплазмоліз	до 10
електродвигуна	1,1
Межі регулювання зазору між валками, мм	2...20
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	1130
ширина	1030



ВИСОТА  
Маса, кг

1000  
600

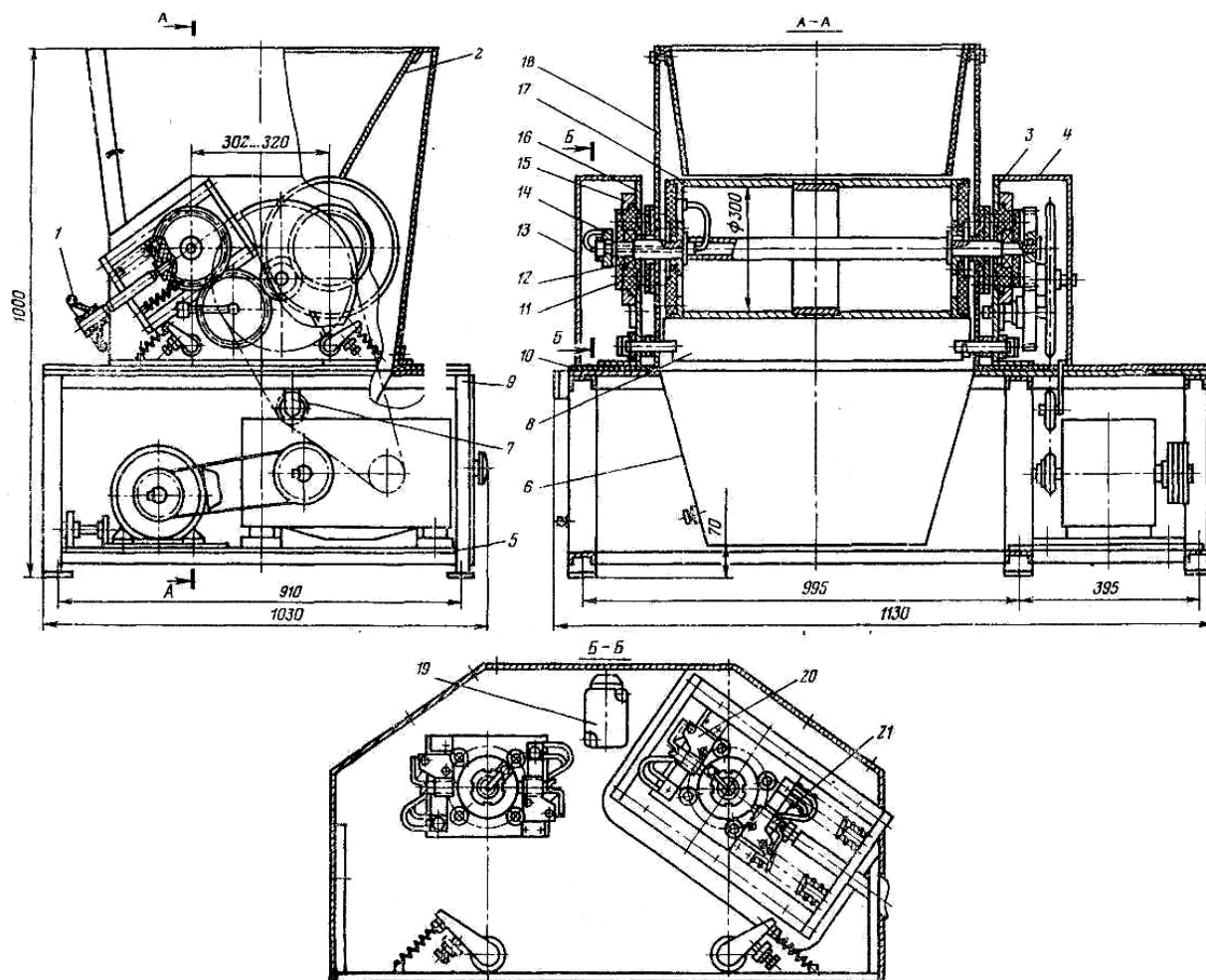


Рис. 7.9. Загальний вигляд електроплазмолізатора А9-КСД:

1 – регулювальний гвинт; 2 – завантажувальний бункер; 3 – кронштейн; 4 – кожух; 5 – привод; 6 – розвантажувальний бункер; 7 – натяжний механізм; 8 – скребок; 9 – станина; 10 – пластина; 11 – корпус; 12 – шарикопідшипники; 13 – кожух; 14 – контактне кілеце; 15 – кронштейн; 16 – кронштейн; 17 – валки; 18 – стінки; 19 – кінцевий вимикач; 20 – щіткотримачі; 21 – щітки.

Електроплазмолізатор складається із наступних основних вузлів: станини 9, кронштейнів 3, 16, двох валків 17, приводу 5, завантажувального 2 та розвантажувального 6 бункерів і електропульта.

Станина служить основою для монтажу всіх вузлів та деталей, за виключенням електропульта. У верхній частині станини, яка ізолювана текстолітовою пластиною 10, кріпляться кронштейни з двома рифленими валками з нержавіючої сталі. Валки обертаються назустріч один одному в сферичних шарикопідшипниках 12, встановлених в текстолітових корпусах 11. Корпуси підшипників одного з валків кріпляться до кронштейнів нерухомо і

мають можливість переміщуватися по направляючих 15 з метою регулювання зазору між валками.

Переміщення валка здійснюється маховиком за допомогою передачі гвинт-гайка.

Завантажувальний бункер зварний із вініпласту кріпиться у верхній частині машини над валками до текстолітових стінок 18.

Між валками і розвантажувальним бункером встановлені два скребки 8 із гетинаксу для очистки валків.

Привід електроплазмолізатора складається з двигуна АО2-22-6 і ланцюгового варіатора встановлений на плиті всередині станини. На кришках підшипника з боку підведення струму закріплені щіткотримачі 20 з щітками 21, що притискаються до контактних кілець 14.

Зубчасті і ланцюгова передачі закриті кожухом 4, а струмоведуча частина – кожухом 13. При встановленні кожуха на машину включається кінцевий вимикач 19, що забезпечує живленням електродвигун та щітки. При зніманні кожуха живлення струмом автоматично припиняється.

### **7.3 Обладнання для баромембранних процесів в консервній промисловості**

#### **7.3.1 Фізико-хімічні основи й основні закономірності баромембранних процесів**

Баромембранні процеси – це процеси фільтрації рідин через фільтри (мембрани) з порами розміром менше 0,5 мкм. Такі мембрани володіють молекулярноситовим ефектом, тобто затримують відносно великі молекули і пропускають більш дрібні.

Баромембранні процеси можна поділити на мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, нанофільтрацію, зворотній осмос і мембранну дистиляцію.

При мікрофільтруванні не відбувається розділення розчину на молекулярному рівні. В цьому процесі з розчину видаляються дрібнодисперсні частинки твердої фази з розміром більшим 0,2...0,45 мм, а також гелі, віруси, бактерії та колоїди.

У процесі ультрафільтрації мембрана затримує лише високомолекулярні сполуки, а низькомолекулярні речовини і розчинник вільно проходять через пори мембрани.

При ультрафільтрації селективність мембрани за низькомолекулярними речовинами близька до нуля і концентрація цих речовин у розділюваному розчині і в пермеаті приблизно однакова. Нанофільтраційні мембрани вже мають певну селективність за низькомолекулярними речовинами.

При зворотному осмосі затримуються як високомолекулярні, так, і велика частина низькомолекулярних речовин, а через мембрану проходить більш-менш чистий розчинник.

Мембранна дистиляція – це процес розділення розчинів органічних і неорганічних речовин крізь порувану мембрану, матеріал якої не змочується розчинником, під дією тиску парів розчинника по обидва боки мембрани. Процес відбувається шляхом випаровування розчинника в об'єм пори мембрани з наступним конденсаванням парів на протилежному боці цієї мембрани.

В консервній промисловості найчастіше використовують ультрафільтрацію і зворотній осмос .

Ультрафільтрація є способом концентрування високомолекулярних сполуки з одночасним їхнім очищенням від низькомолекулярних речовин, а зворотній осмос – способом концентрування всіх речовин, що знаходяться в оброблюваній рідині в розчиненому виді чи у вигляді суспензії. Мембрани, що застосовуються для барометричних процесів, розрізняються лише розміром пор.

Рушійною силою баромембранних процесів є тиск, що прикладається до поверхні оброблюваної рідини. Мінімальне теоретичне значення тиску повинно бути таким, щоб хімічний потенціал розчинника в оброблюваній рідині був рівний хімічному потенціалу розчинника в фільтраті. Тобто мінімально можливий тиск фільтрації повинен бути рівний осмотичному тиску оброблюваної рідини відносно фільтра. Швидкість фільтрації при такому тиску мала, тому на практиці використовують тиск, що перевищує осмотичний в 2...100 раз. Надлишок тиску забезпечує, з одного боку, прийнятну швидкість масопредачі через мембрану, а з іншого – затрачається на подолання гідродинамічного опору мембрани.

В процесах ультрафільтрації як правило використовують тиск в межах від 0,2 до 0,8 МПа, а в процесах зворотного осмосу – від 2 до 10 МПа. Такий тиск в ряді випадків призводить до ущільнення, зниження пористості мембрани і, як наслідок, до зміни залежності швидкості фільтрації від тиску.

В основі класифікації напівпропрониклих мембран лежать способи отримання мембран, фазовий стан і матеріал мембран, властивості мембран, структура мембран, область їх застосування.

Мембрани з анізотропною структурою складаються з тонкого поверхневого шару на мікропористій „ підложці”

Ізотропні мембрани утворюються при опроміненні тонких полімерних плівок зарядженими частинками з наступним протравлюванням хімічними реагентами. Випускають ізотропні мембрани на основі полікарбонатних плівок.

В промисловості використовують наступні полімерні мембрани: целюлозні на основі ефірів целюлози, акрилонітрилові, нейлонові, полівінілхлориді, виготовлені на основі полікарбонатів і полісульфатів.

Полімерні мембрани по будові можна розділити на три групи: симетричні і асиметричні мембрани і пустотілі волокна,

Симетричні мембрани мають однакові по розміру пори, які пронизують мембрану в одному напрямі.

Асиметричні мембрани складаються, як правило, з декілька шарів різної густини і пористості. Перший шар має малі розміри пор, але при малій товщині шару опір фільтрування його не великий. Другий шар має високу пористість і більшу товщину, що забезпечує механічну міцність мембрани.

Мембрани у вигляді пустотілих волокон виготовляють зовнішнім діаметром від 40мкм до 2,5 мм і внутрішнім від 20мкм до 1,5мкм. Такі мембрани забезпечують велику поверхню фільтрування.

Високою механічною міцністю відзначаються мембрани (третього покоління) виготовлені з металокераміки, скла, окислів металів та інших аналогічних матеріалів. Цим мембранам притаманна висока механічна міцність, термостійкість (до 200°C і вище), хімічна стійкість (рН 0...14), стійкість до тиску, зносостійкість, корозійна стійкість. Все це виключає проблеми з миттям та дезінфекцією подібних мембран. Способи отримання мембран третього покоління різні – спікання порошків, вилуговування компонентів сплаву, напилення тонких плівок у вакуумі.

### **7.3.2 Апарати для проведення барометричних процесів**

Ультрафільтраційні й зворотньоосмотичні установки складаються з ємності для оброблюваної рідини, фільтруючого апарата, насоса для подачі розчину, що згущується, і створення робочого тиску фільтрації, насоса для омивання поверхні мембран потоком фільтруючого розчину, комплекту сполучних трубопроводів і вентилів, що регулюють тиск у фільтруючому апараті, ємності для збору фільтрату, комплекту контролюючих вимірювальних і регулюючих приладів для вимірювання і контролю температури фільтрації, тиску фільтрації, масової частки сухих речовин у концентраті, швидкості потоку фільтруючого розчину та пульта керування.

Основним елементом усіх мембранних установок є фільтруючий апарат, в якому закріплені напівпрониклі мембрани.

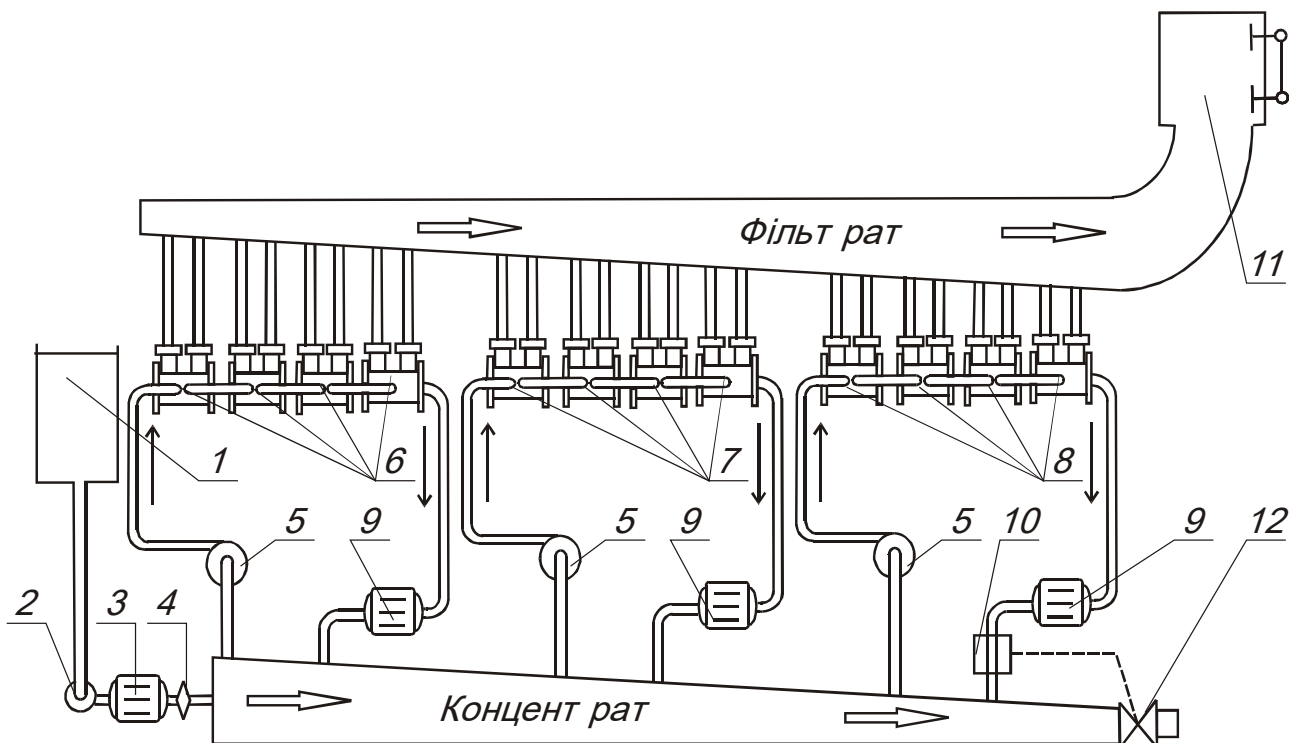


Рис.7.10. Технологічна схема ультрафільтраційної установки .

1–ємкість; 2–живильний насос; 3,9–теплообмінники; 4–фільтри очищення; 5–насос; 6,7,8 –1, 2 і 3-я секції УФ-установки; 10–рефрактометр; 11–збірник для фільтрату; 12– клапан.

Практично усі види таких фільтруючих апаратів, що використовуються у консервній промисловості для згущення і освітлення соків, збираються з окремих циліндричних фільтруючих модулів. Вони дозволяють відділити від соку всі речовини, які викликають помутніння соку, такі як, наприклад, протеїн, крохмаль, пектин, дубильні речовини великої молекулярної маси, частинки целюлози і довести вміст сухих речовин до 35-45%.

Циліндричний фільтруючий елемент являє собою трубчасті елементи, всередині яких поміщена напівпроникна мембрана. **Трубчасті ультрафільтри БТУ-0,5/2** призначені для вловлювання і концентрування олій, жирних кислот, ферментів, білкових розчинів, пектину й інших високомолекулярних речовин. Ці апарати являють собою блоки із семи паралельно розташованих склопластикових трубок, внутрішня поверхня яких покрита напівпроникною мембраною на основі ацетату целюлози А-1, фторопласта Ф1 чи полісульфонаміда ПСА-1. Кінці трубок залиті затвердіваючою смолою в обойми. Робоча поверхня фільтрації мембран складає 2 м<sup>2</sup>, діаметр–60 мм, маса–2 кг. Схема ультрафільтрів БТУ-0,5/2 і розподіл потоків у ньому показані на рис. 7.11.

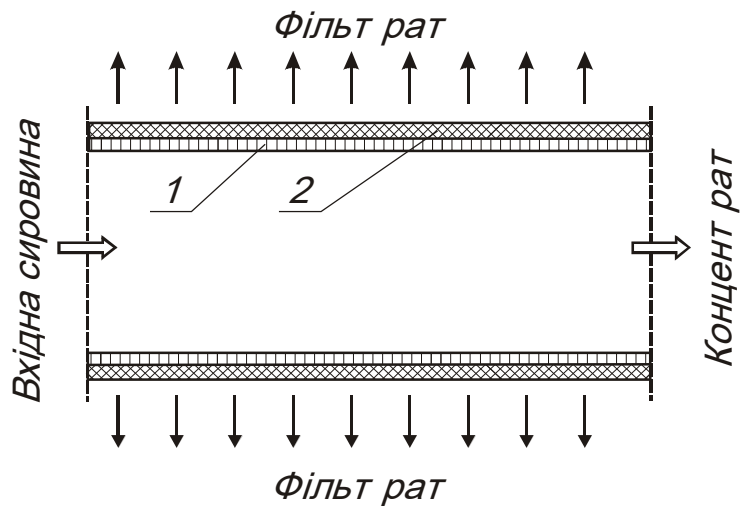


Рис.7.11. Принципова схема елемента фільтруючого апарата БТУ-0,5/2:  
1 – обойма; 2 – трубчаста мембрана.

**Трубчасті ультрафільтри** (рис. 7.12) випускаються, транспортуються й експлуатуються в мокрому виді. Як правило, ультрафільтри доставляють просочені консервантом (70%-ний розчин гліцерину з добавкою формаліну). Фільтруючі апарати на основі ультрафільтрів БТУ-0,5/2 являють собою послідовно з'єднані секції, які складаються з 5...8 штук. Експлуатують апарати при тиску 0,1...0,5 МПа і швидкості потоку розчину, що розділяється 0,05...0,1 м/с. Зберігаються ультрафільтри при температурі від  $-20$  до  $35^{\circ}\text{C}$  не більше 12 місяців.

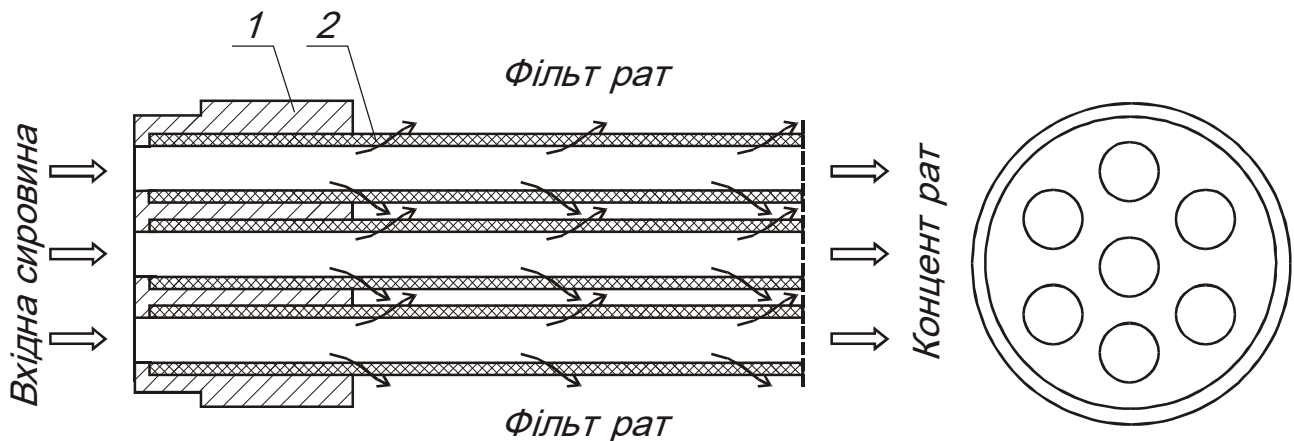


Рис.7.12. Принципова схема трубчастого ультрафільтраційного апарата:  
1 – мембрана; 2 – армуюча вкладка.

**Фільтруючі апарати на основі мембран третього покоління** (Рис.7.13) являють собою трубчасті елементи, виготовлені з металокерамічних матеріалів, внутрішня поверхня яких виконує роль мікропористого фільтруючого шару. Випускають апарати трубчастого типу чи у вигляді профільованих труб.

Труби монтують у герметичні корпуси з нержавіючої сталі або пластику для створення ультрафільтраційних модулів. Такі апарати мають високу металомісткість, очистка таких апаратів практично не можлива, при необхідності замінюють весь модуль.

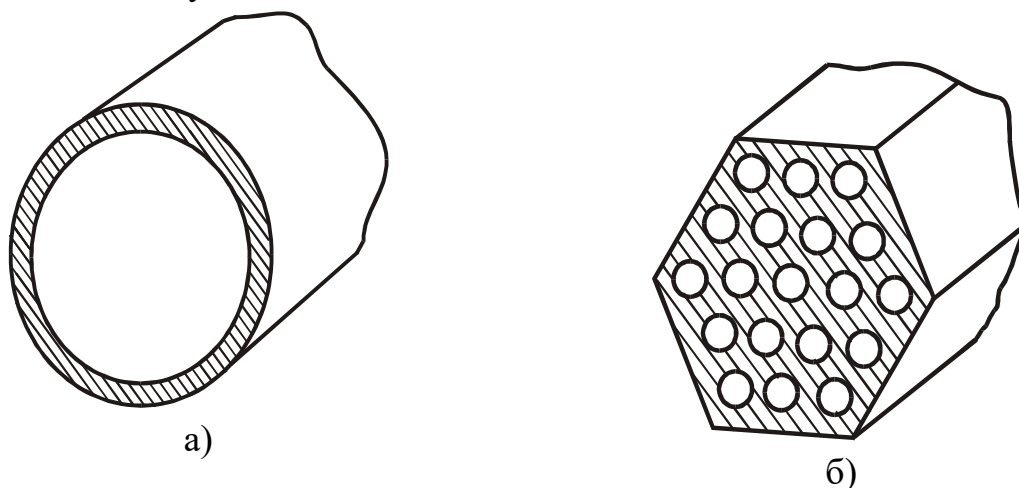


Рис.7.13. Фільтруючі апарати на основі мембран третього покоління:  
а) трубчатий апарат; б) профільовані труби.

Віднедавна широке застосування знайшли апарати на основі на основі порожнинних волокон.

**Апарати з порожнинними волокнами** (рис. 7.14) мають різні конструкції, в основу яких покладене розташування порожнинних волокон у фільтруючому модулі. Схема апарата з порожнинними волокнами і розподіл потоків показані на Рис.7.14.

Недоліками фільтруючих апаратів з порожнинними волокнами є необхідність попередньої фільтрації вихідного розчину перед подачею в апарат і обов'язкове видалення зважених речовин з оброблюваної рідини.

Ультрафільтраційний модуль являє собою патрони у вигляді прозорої полісульфонової труби, з розміщенням всередині пучком порожнинних волокон, кінці яких закріплені. Волокна є самонесучими, що дозволяє розглядати цей апарат, як комплект трубчастих елементів. Порожнинні волокна, мають достатню механічну міцність, що дозволяє створювати високу швидкість потоку всередині порожнинних волокон. Патрони експлуатують при гідродинамічному режимі:  $Re=3300...77200$ , тиску фільтрації  $0,05...0,18$  МПа. Випускаються патрони з порожнинними волокнами, що виготовляються на основі ацетатцелюлози (АМ), поліаміду (РМ) і комбінованого полімерного матеріалу (ХМ+ГМ).

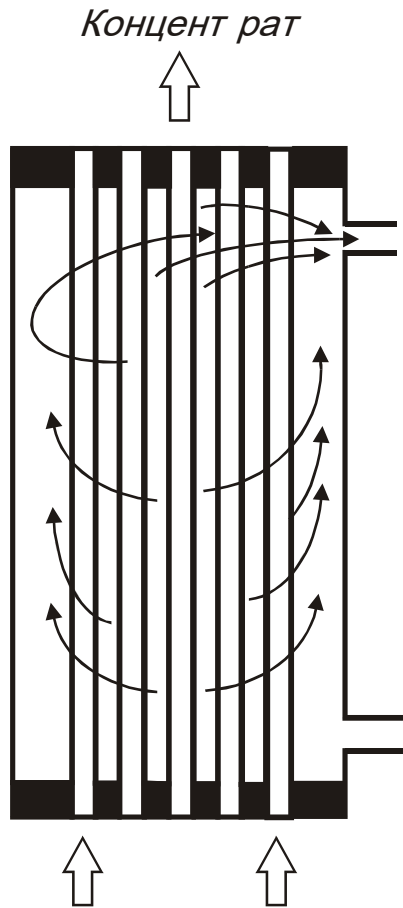


Рис.7.14. Принципова схема фільтруючого апарата на основі порожнинних волокон.

### 7.3.3 Основні розрахунки

Степінь згущення продукту в результаті ультрафільтрації визначають за формулою:

$$n = \frac{C_{вих}}{C_{вх}}, \quad (7.1)$$

де  $C_{вих}$  – концентрація компонента в продукті на виході із гіперфільтра, %;

$C_{вх}$  – концентрація компонента на вході в гіперфільтр, %.

Тоді частина фільтрату, який прийшов через мембрану:

$$\Delta H = \frac{\alpha \cdot l}{\Delta C \cdot h(1 - \beta)} \left[ (C_{вих})^{1-\beta} - (C_{вх})^{1-\beta} \right], \quad (7.2)$$

де  $l$  – довжина каналу, м;

$\Delta C = C_{вих} - C_{вх}$  – різниця концентрації компонента, %;

$h$  – висота каналу, м;

$\alpha$ ,  $\beta$  – емпіричні коефіцієнти в формулі для швидкості фільтрації, які

залежать від типу фільтра і умов його одержання:  $v = \alpha \cdot C^\beta$ ;



$v$  – швидкість фільтрації.

Продуктивність одного каналу гіперфільтра  $H$  (м<sup>3</sup>/с) можна визначити за формулою:

$$H = \Delta H \cdot S \cdot h = \frac{\alpha \cdot l \cdot S}{\Delta C(1 - \beta)} \left[ (C_{вих})^{1-\beta} - (C_{вх})^{1-\beta} \right], \quad (7.3)$$

де  $S$  – ширина каналу.

Загальний шлях, який проходить продукт за час концентрування через один канал (умовну довжину каналу)  $L$  (в м) можна визначити за формулою:

$$L = \frac{H_{вх}(n-1)(1-\beta)h \cdot \Delta C}{\alpha \cdot n \left[ (C_{вих})^{1-\beta} - (C_{вх})^{1-\beta} \right]}, \quad (7.4)$$

де  $H_{вх}$  – кількість продукту на вході в канал, м<sup>3</sup>/с.

Кратність циркуляції  $Z$ :

$$Z = \frac{L}{l}. \quad (7.5)$$

Кількість каналів гіперфільтра  $K$  розраховують за формулою:

$$L = \frac{H_{заг}}{\Delta H \cdot S \cdot h}, \quad (7.6)$$

де  $H_{заг}$  – загальна задана продуктивність фільтра, м<sup>3</sup>/с.

### Питання для самоперевірки.

1. За рахунок чого відбувається відтиск соку у пресі ВПНД-10?
2. Яким чином створюється надлишковий тиск у пресі ВПНД-10?
3. Які конструктивні рішення реалізовано для пресуючого шнека преса ВПНД-10?
4. Який розмір частинок дозволяють відділити сепаратори?
5. За рахунок яких силових чинників відбувається розділення фракцій в сепараторі?
6. Вкажіть основні складові частини барабану сепаратора.
7. З якою швидкістю обертається барабан сепаратора?
8. Яка траєкторія руху твердих частинок у сепараторі?
9. Опишіть конструкцію напірного диска сепаратора.
10. Як передається рух від горизонтального валу на вертикальний вал сепаратора?
11. Який час набору робочого числа обертів сепаратором?
12. Як здійснюється змащування поверхонь тертя сепаратора?

## Глава 8. Апарати для бланшування, розварювання і підігрівання

### 8.1 Апарати для теплової обробки

Теплова обробка використовується на різних стадіях технологічного процесу. Для попередньої теплової обробки використовуються бланшувачі, розжарювачі, підігрівачі. Для кінцевої теплової обробки використовуються пастеризатори і стерилізатори.

**Бланшувачі.** Бланшування – це короткотривала тепла обробка до температури нагрівання 85-96°C з наступним охолодженням.

Бланшування проводять в гарячій воді, розчині солі або кислоти, а також в середовищі водяної пари з метою:

- збереження природнього кольору продукту, що досягається руйнуванням окислювальних ферментів під впливом відносно високих температур;
- відведення повітря з тканин продуктів і створення умов для кращого збереження вітамінів і ослаблення корозії бляшаних банок;
- зменшення об'єму продуктів і надання їм пружності для забезпечення повного і щільного заповнення банок;
- руйнування плазматичного шару для полегшення наступного відтиску соку на пресах;
- часткового знищення мікроорганізмів;
- полегшення зняття шкірки плоду.

За конструкцією бланшувачі є стрічкові, ковшові, барабанні.

Всі вони є апаратами неперервної дії, в яких за допомогою транспортуючого органу сировина переміщається в середовищі води або водяної пари.

**Стрічкові бланшувачі** (рис. 8.1) використовують для бланшування перцю, зеленого горошку, капусти, кукурудзи, картоплі і інших продуктів.

Транспортуючий пристрій складається із двох ланцюгів, які є тяговими органами і стрічки, закріпленої на цих ланцюгах. Бланшування продукту проходить при переміщенні продукту на стрічці у ванні з гарячою водою. На стрічці закріплені планки для утримання продукту при підйомі (рис. 8.1а).

Для нагрівання води використовується пара тиском 0,4 МПа, яка поступає через барботер, розміщений між робочою і холостою стрічками. На виході із бланшувача встановлені сопла для охолодження водою.

В стрічковому бланшувачі (рис. 8.1б) робоча частина стрічки проходить в зоні бланшування, на зворотному шляху стрічка проходить під ванною.

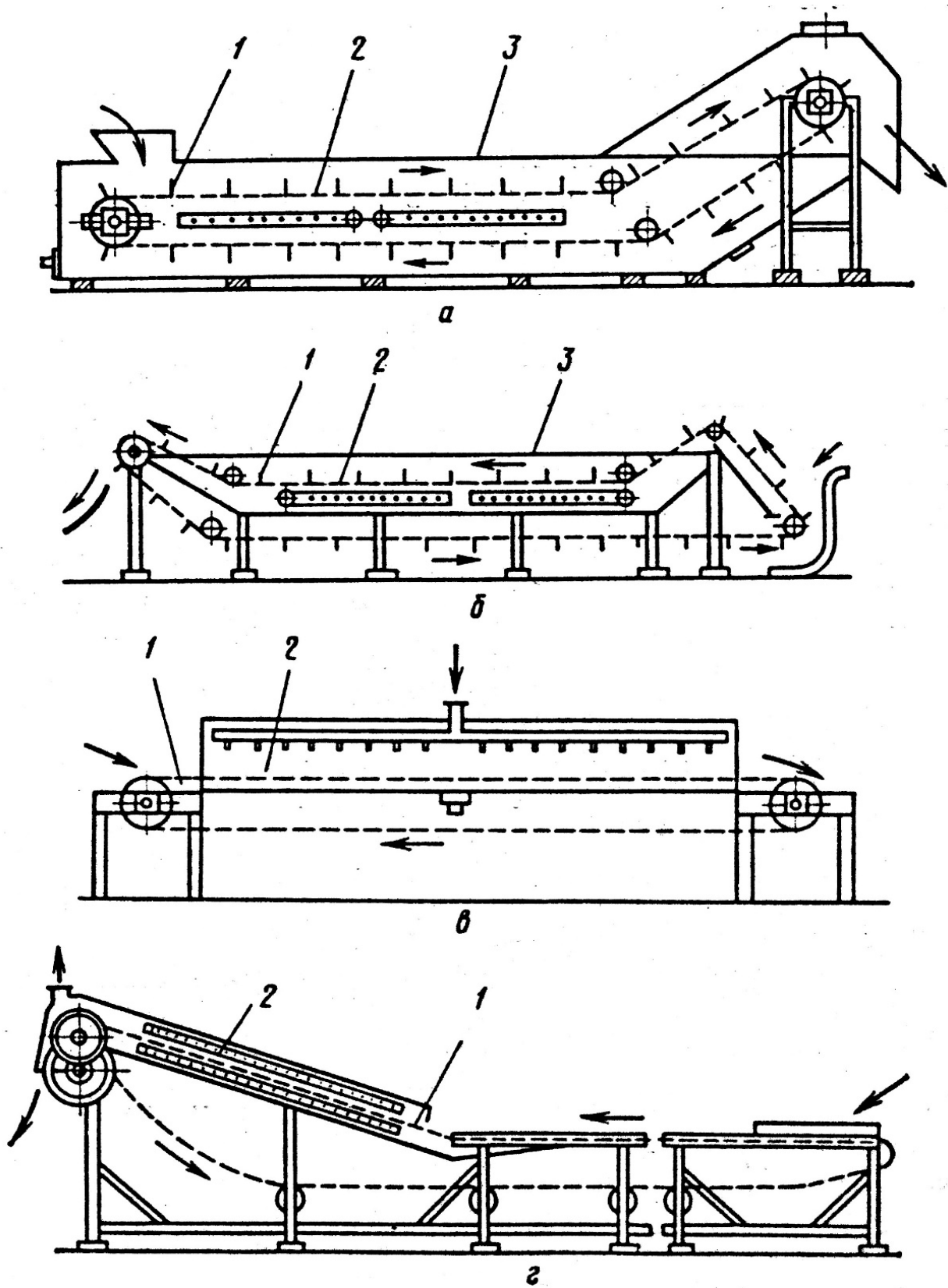


Рис. 8.1. Схеми роботи стрічкових бланшувачів:  
 1 – перегородка; 2 – стрічка; 3 – ванна.

При бланшуванні парою (рис. 8.1в) частина робочої стрічки 1 проходить через закриту парову камеру 2, в якій над стрічкою і під нею розміщені трубки,

через які поступає пара. Тиск пари до вентиля 0,3 МПа, на виході 0,1 МПа, що відповідає температурі 100°C.

При бланшуванні продуктів в розчинах солей або кислот замість барботерів встановлюють змієвики, в які подається пара. Для охолодження продукту після бланшування на виході стрічки встановлюють труби, в які подається вода.

Продуктивність бланшувачів регулюють швидкістю руху стрічки. Як правило, швидкість руху від 0,01 до 0,15 м/с.

**Ковшові стрічкові бланшувачі типу БК** (рис. 8.2) використовуються для бланшування в парі і воді зеленого горошку, капусти, шпинату, моркви, картоплі.

Бланшувач складається із ванни і транспортера, який утворений з двох ланцюгів, до яких шарнірно прикріплені ковші 2. Для підведення пари над стрічкою і під нею встановлений барботер 3.

Бланшувальний тунель складається з окремих скріплених між собою секцій коробчатого типу. Вздовж бокових стінок всередині тунеля розміщені напрямні, по яких котяться ролики ковшового транспортера.

Ковшовий транспортер складається з ковшів, з'єднаних між собою осями, привідної і натяжної станції. Ковші виготовлені з перфорованої нержавіючої сталі. Бокові стінки ковшів з привареними бобишками є несучими елементами ланцюгів.

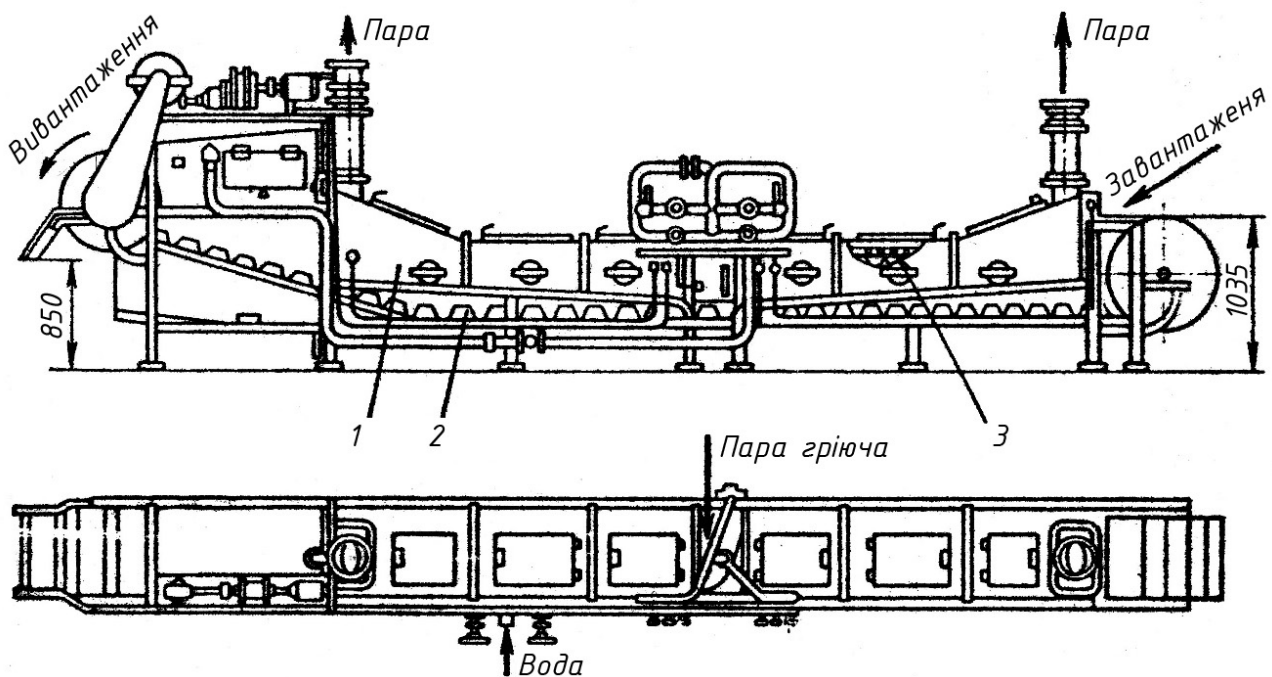


Рис. 8.2. Бланшувач ковшовий БК:  
1 – парова камера; 2 – ковші; 3 – барботер.

**Барабанні бланшувачі.** (рис. 8.3) Основним органом барабанного бланшувача (рис. 8.3) є барабан, виготовлений з нержавіючої сталі з отворами по поверхні (діаметр отворів 3...4 мм)

При обертанні барабана продукт за допомогою спіралі рухається в гарячій воді від місця завантаження до місця вивантаження. Барабан опирається бандажми на три пари роликів. Обертання барабана здійснюється від допоміжного вала, на якому встановлено два малих зубчатих колеса, що входять в зачеплення з великими зубчатими колесами, встановленими на бандажках. Нижня частина барабана знаходиться у напівциліндричній ванні, в яку подається вода і пара.

Час бланшування регулюється частотою обертів барабана.

В місці вивантаження продукту спіраль закінчується лопатями, які захоплюють продукт і викидають його в жолоб.

При частоті обертів барабана 3,5 об/хв продуктивність бланшувача по зеленому горошку — 0,7...0,84 кг/с

Необхідна потужність 1,5 кВт

Недоліками бланшувачів є:

відсутність пристроїв для автоматичного регулювання і підтримки температури, незручність очистки отворів в барабані, механічні пошкодження продукту при вивантаженні, збільшені втрати, при збільшенні товщини шару продукту.

Барабанний бланшувач фірми “Мазер і Плетт”(Англія) має роз’ємний барабан, закріплений на горизонтальному валу, верхній кожух барабану при необхідності чистки піднімається за допомогою тросу і блоку.

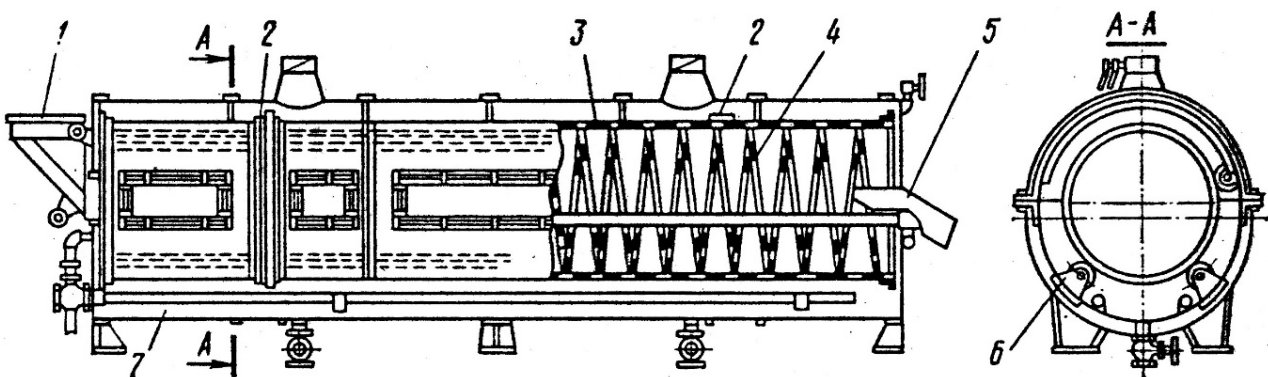


Рис. 8.3. Барабанний бланшувач:

1 – завантажувальний бункер; 2 – сталеві кільця, 3 – барабан; 4 – спіраль; 5 – розвантажувальний жолоб; 6 – ролики; 7 – ванна.

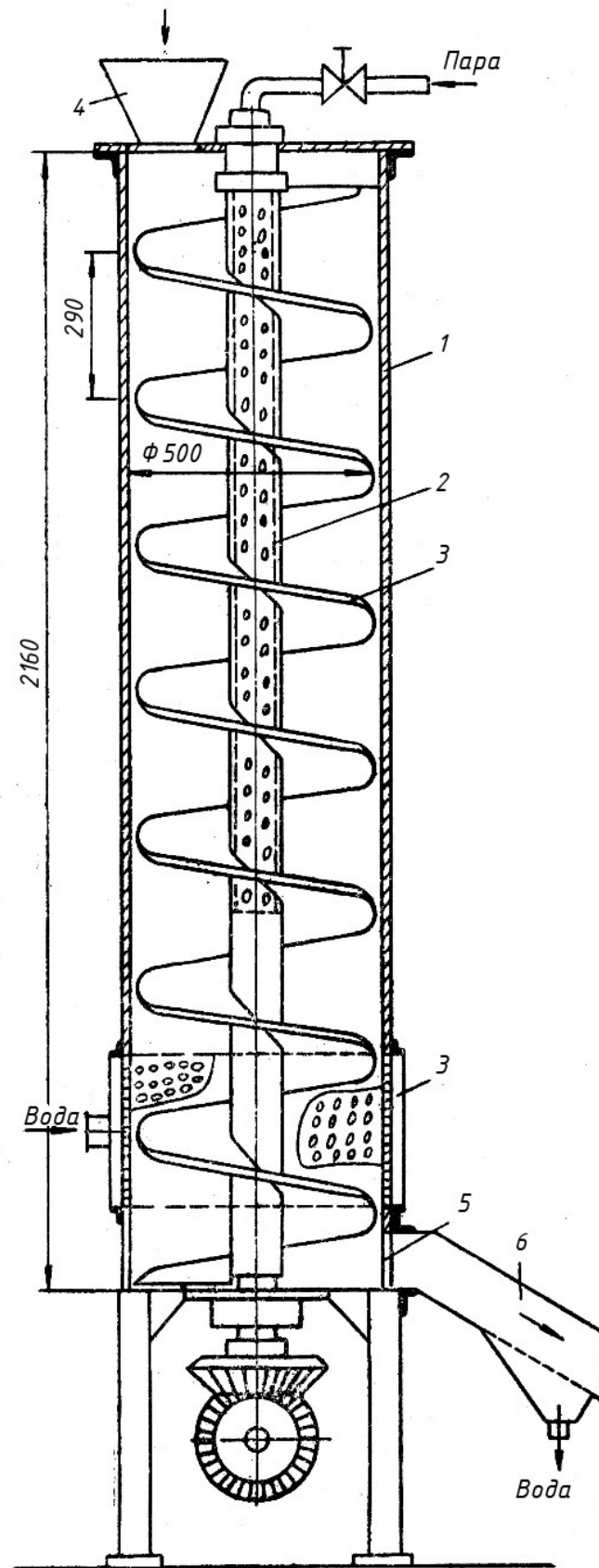


Рис. 8.4. Шнековий бланшувач:

- 1 – корпус; 2 – пустотілий вал; 3 – шнек; 4 – бункер; 5 – розвантажувальний отвір; 6 – лоток;  
7 – водяна сорочка.

**Шнекові бланшувачі.** В бланшувачах цього типу (рис. 8.4) основним робочим органом є шнек, який переміщає продукт. При бланшуванні у воді шнек встановлюють горизонтально, а в середовищі водяної пари — вертикально або трохи похило. Пара подається через пустотілий вал шнека. Температура пари підтримується в межах 100°C.

Шнек знаходиться в циліндричному корпусі і таким чином створюється камера бланшування. Завантаження бланшувача здійснюється через бункер 4 за допомогою лопатевого живильника, а розвантаження через отвір 5 на лоток 6. В нижню частину корпусу подається вода з сорочки 7 через отвори струминками і охолоджує продукт.

Продуктивність бланшувача при бланшуванні горошку складає 3500кг/г.

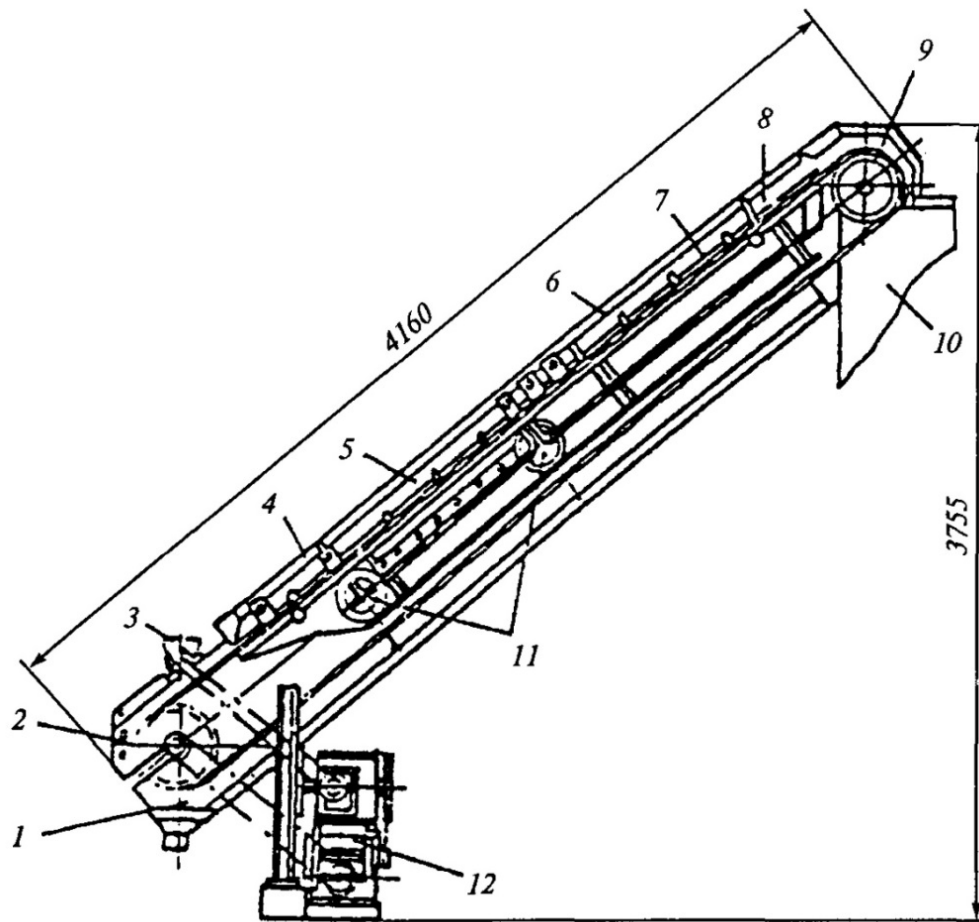


Рис. 8.5. Бланшувач КТБ:

1 – зливний патрубок; 2 - приводний барабан; 3 - розкладувач; 4 - промивна камера; 5 - ошпарювальна камера; 6 – корпус; 7 – транспортер; 8 - промивно-охолоджувальна камера; 9 - натяжний барабан; 10 – сушарка; 11 – розбризкував; 12 привідна колонка.

Корпус бланшувача розділений на три камери: промивну 4, ошпарювальну 5 і промивно-охолоджувальну 8. Промивна і промивно-охолоджувальна камери оснащені розприскувачами 11, які зрошують продукт дрібними струминами води. Ошпарювальна камера являє собою батарею з десяти поперечних труб і

однієї поздовжньої. У поперечні труби подається пара під тиском і обшпарює продукт знизу.

**Бланшувач КТБ** (рис. 8.5) призначений для обробки парою нарізаної на часточки картоплі і являє собою транспортер, що проходить через ошпарювальну і промивну камери. Своєю верхньою частиною він встановлюється на сушарку 10, нижньою частиною - на фундамент за допомогою двох опор.

Бланшувач складається з корпусу 6, транспортерної стрічки, двох барабанів 2 і 9, розкладувача 3 і приводної колонки 12.

Камери закриваються кришками з ущільненнями і розділяються між собою гумовими стрічками. Такі ж стрічки встановлені на вході і виході з ошпарювальної камери і на виході продукту з промивної камери. Стрічки запобігають виходу пари і розбризкуванню води. Кожна камера оснащена збірними лотками.

Верхня кришка бланшувача має вікна для взяття проби продукту на виході з бланшувача. Знизу бланшувач закритий обшивкою з водозливами. Усередині бланшувача розміщені приводний 2 і натяжний 9 барабани, на які натягнута стрічка 7 транспортера. Стрічка виготовлена з сітки з прикріпленими до неї скребками 6 для утримання продукту від сповзання вниз. Приводний барабан отримує обертання від електродвигуна через варіатор, черв'ячний редуктор і блок зірочок колонки. Від останнього обертання передається ланцюговою передачею на зірочку, встановлену на валу приводного барабана. Швидкості руху стрічки бланшувача і верхньої стрічки сушарки повинні бути однаковими.

Завантажувач являє собою жолоб з шнеком, привід якого здійснюється від приводної колонки через редуктор. Розкладувач кріпиться до верхньої частини корпусу бланшувача. На бункері є рухома засувка, що забезпечує регулювання висоти шару продукту на стрічці бланшувача.

Різана картопля надходить в завантажувальний бункер завантажувача і рівним шаром завантажується на стрічку транспортера, яким і подається спочатку в промивну камеру, де промивається холодною водою, а потім - в ошпарювальну камеру. Пара в ошпарювальну камеру подається через батарею під сітку. Картопля в камері піддається ошпарюванню при температурі 98 ... 102°C, після чого потрапляє в промивно-охолоджувальну камеру, де ще раз промивається холодною водою, і потім в сушарку. Швидкість подачі картоплі та руху стрічки транспортера встановлюється відповідно до кінематичною схемою і регулюється варіатором.



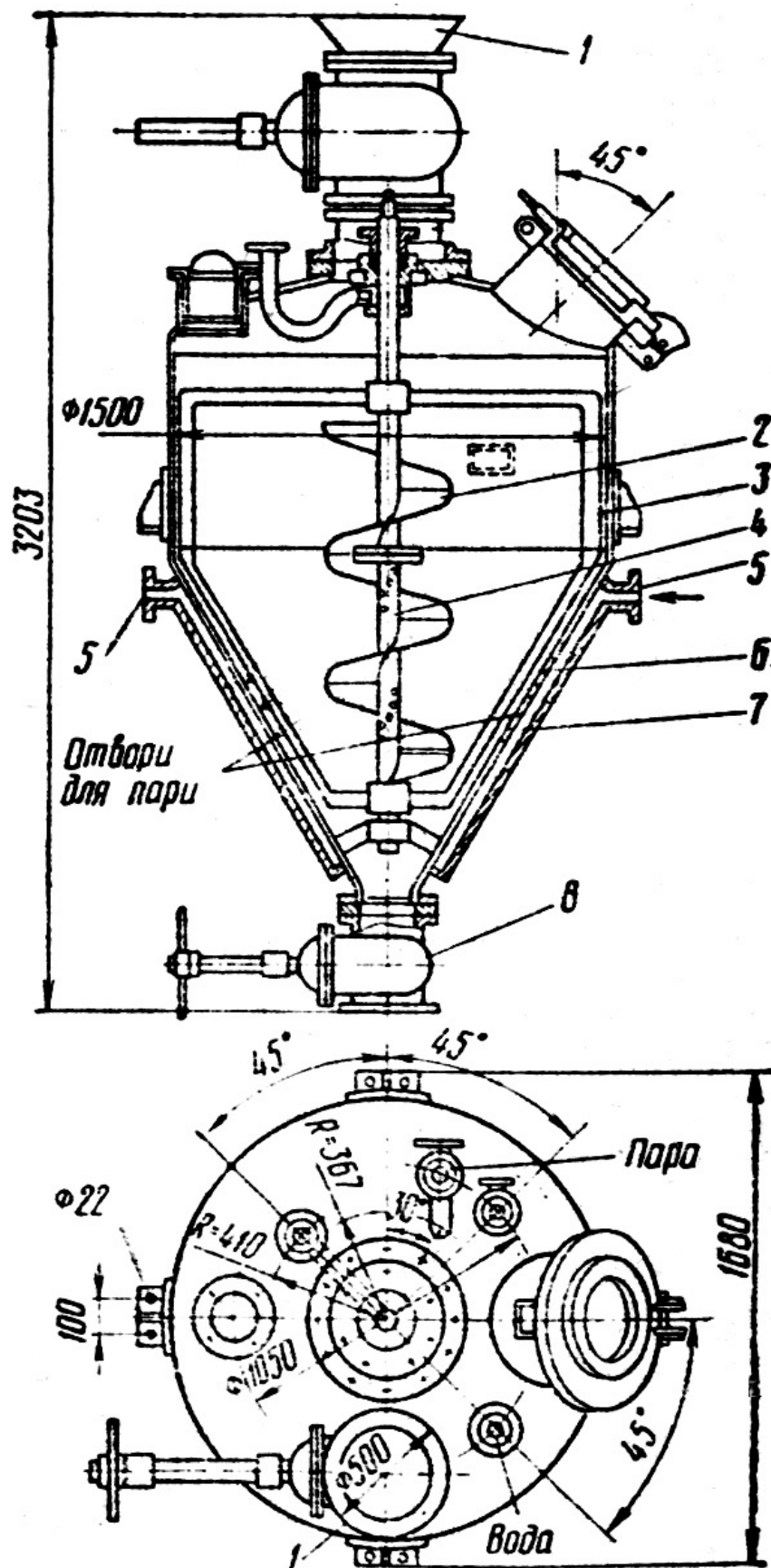


Рис. 8.6. Закритий розварювач (дегістер):

1 – бункер; 2 – шнек; 3 – лопатева мішалка; 4 – вал; 5 – штуцер; 6 – днище; 7 – конусна частина; 8 – засувка.

Табл. 8.1. Технічна характеристика бланшувачів.

Показник	КБТ-400	КБТ-900
Продуктивність, кг/ч	400	900
Робочий тиск пари, МПа	0,2	0,2
Витрата пари, кг/ч	75	150
Витрата води, м <sup>3</sup> /ч	1,7	3,5
Довжина ошпарю вальної камери, мм	600	1040
Товщина завантаження робочого шару, мм	30...40	30...40
Ширина стрічки, мм	1250	2000
Потужність електродвигунів, кВт .	1,1	1,1
Габаритні розміри, мм	4060x1500x3180	4160x2300x3755
Маса, кг	845	1072

**Розварювачі.** Розварюванню водяною парою піддають продукт для розм'якшення його структури перед протиранням при виготовленні фруктового або овочевого пюре, повидла й дитячих консервів.

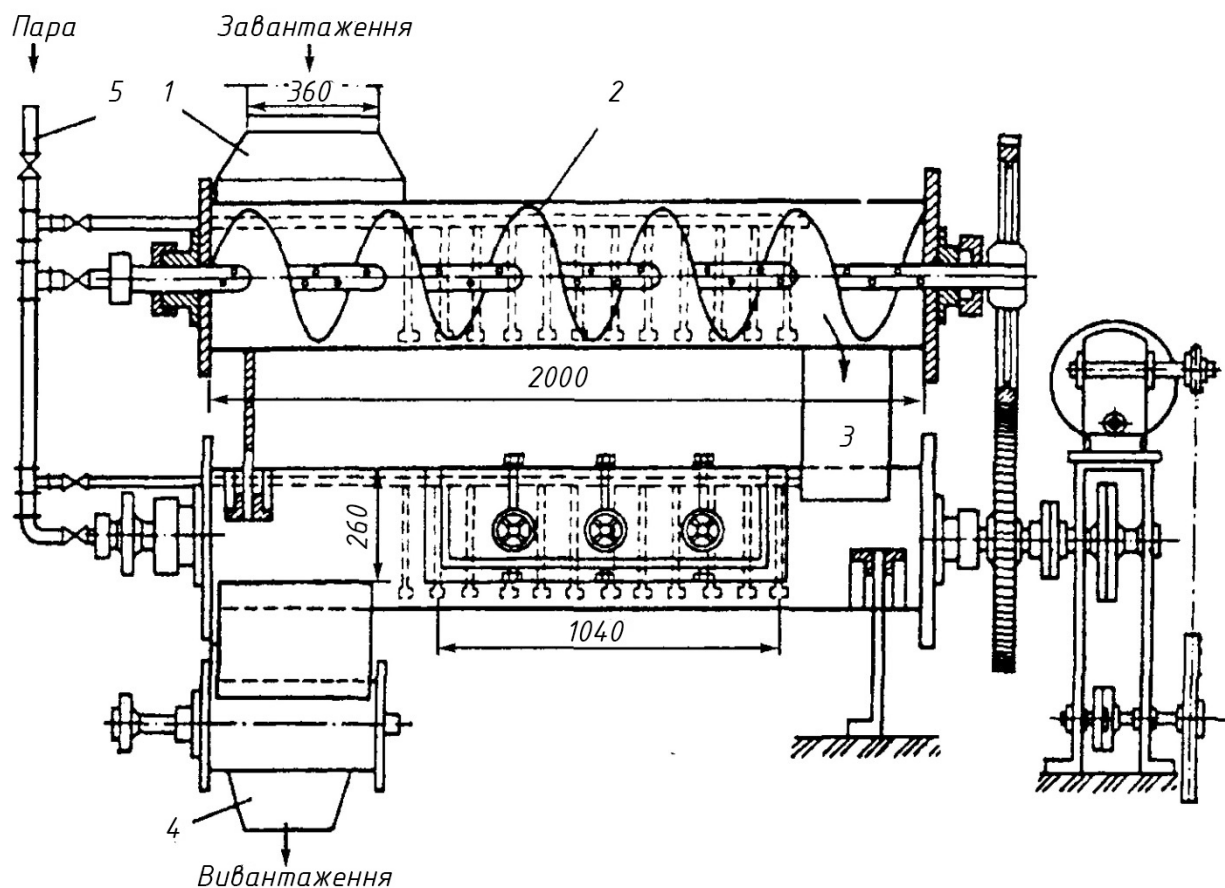
**Закритий розварювач** (рис. 8.6). У конусній частині 7 закритого розварювача (дегістера) встановлене несправжнє (перфороване) днище 6. Пара тиском 0,2 МПа підводиться через два штуцери 5 у простір між корпусом апарата й несправжнім днищем. Пройшовши через отвори в днищі, пара попадає в робочу частину апарата. На вертикальному валі 4 закріплені лопатева мішалка 3 і шнек 2, що перемішують оброблюваний продукт.

Під час роботи розварювача через бункер 1 завантажують до 2000 кг сировини. Засувку щільно закривають і через штуцер 5 подають пару при одночасному випуску повітря через кран до появи струменя пари. Після цього кран закривають і доводять тиск пари до 0,2 МПа. Коли в шпарнику досягнута потрібна температура (105—110°C), пускають у рух мішалку 3 із частотою 0,66 1/Рад.

**Шнековий ошпарювач** застосовується для розварювання кісточкових (вишня, абрикоси) і зерняткових (яблука) плодів. Перевагою ошпарювача є безперервність процесу, тому за порівняно короткий відрізок часу (4 ... 5 хв) плоди добре розм'якшуються. Однак при цьому весь конденсат в апараті змішується з продуктом і розріджує його.

Шнековий ошпарювач (рис. 8.7) складається з одного або двох металевих жолобів, розташованих один над іншим і закритих зверху герметичними кришками. У кожен жолоб поміщений шнек з порожнистим валом, в якому є отвори діаметром 5 мм. Продукт, який підлягає ошпарюванню, завантажують в бункер 1. Далі шнек 2 просуває його до протилежного кінця жолоба, звідки він по сполучному рукаву 3 потрапляє в нижній жолоб і переміщається до вивантажувального лотка 4. Пара в порожнисті вали подається паропроводом 5.

Ошпарювач, у якого діаметр шнека 385 мм і крок шнека 335 мм, при частоті обертання шнека 1,44 об / хв має продуктивність близько 0,28 кг / с. Потужність електродвигуна 3 кВт. Габаритні розміри ошпарювача 2500x485x1630 мм.



Рисю 8.7. Шнековий ошпарювач:

1 – бункер; 2 – шнек; 3 – сполучний рукав; 4 – вивантажувальний лоток; 5 – паропровід.

**Підігрівачі.** Подрібнені томати, томатну пасту, фруктовий сік підігривають в поверхневих теплообмінниках. Підігрів таких продуктів необхідний для полегшення відділення шкірки, зупинки життєдіяльності мікроорганізмів, коагуляції білкових речовин, інтенсифікації наступних процесів.

**Двостінні котли** (рис.8.8) складаються з двох поверхонь: відкритої, в яку поміщають продукт, що піддається нагріванню і закритої, яка є паровою камерою.

Підведення пари в парову камеру і відведення конденсату проводиться через пустотні патрубки, на яких закріплена чаша. Патрубки з'єднані з трубопроводами за рахунок сальникових ущільнень. В нижній частині парової камери є продувочний кран для відводу накопленого конденсату. На апараті встановлений запобіжний клапан і манометр. Двостінні котли розраховані на тиск пари 0,3-0,5 МПа. Коефіцієнт теплопередачі в двостінному котлі ємкістю

450- 600-800 Вт/м<sup>2</sup>К. Випускають двостінні котли ємкістю 150-300-150 л. Виготовляють котли з міді або нержавіючої сталі.

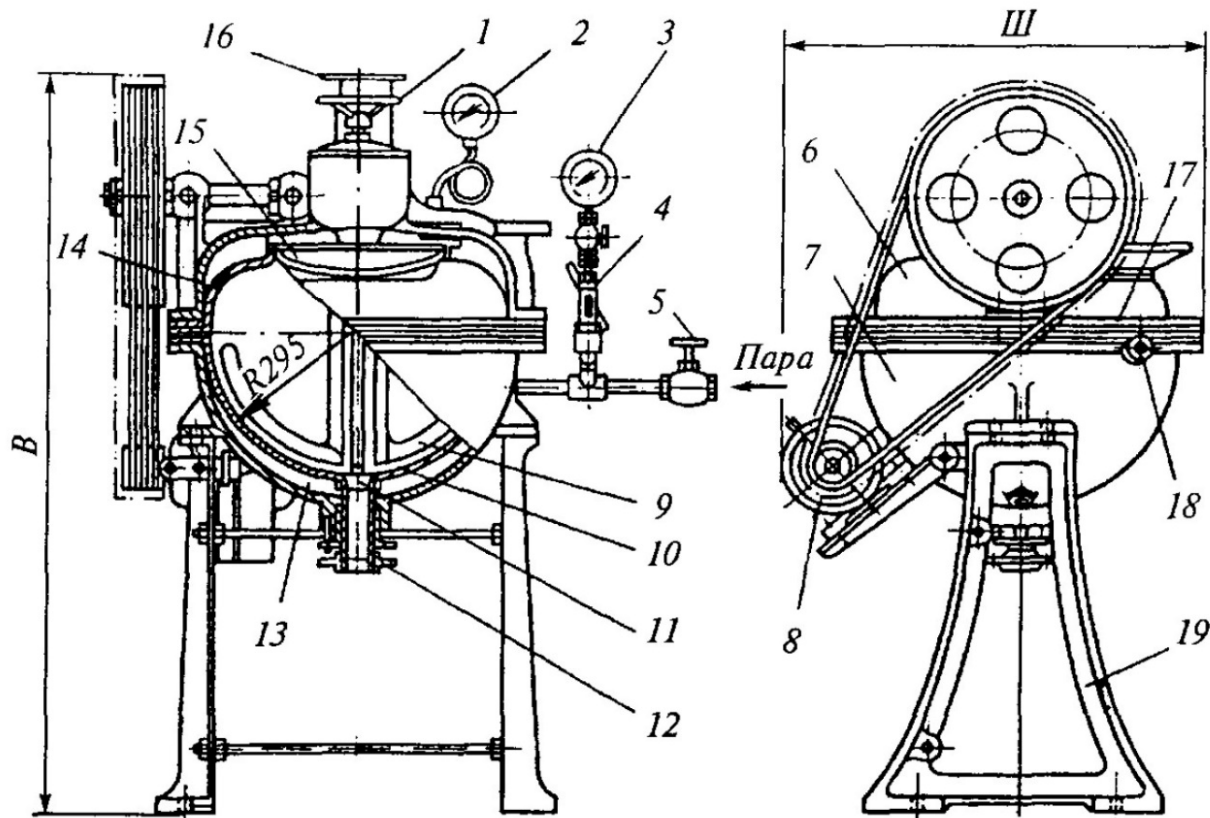


Рис. 8.8. Двостінний котел:

1 – рукоятка; 2 – манометричний термометр; 3 – манометр; 4 – запобіжний клапан; 5 – запорний вентиль; 6 – натяжний пристрій; 7 – стальна парова сорочка; 8 – електродвигун; 9 – мішалка; 10 – внутрішня чаша; 11 – клапан; 12 – штуцер; 13 – паровий простір; 14 – кришка; 15 – кишка; 16 – патрубок відведення пари; 17 – стальне кільце; 18 – повітряний кран; 19 – станина.

**Підігрівач ВНИИКОП-2** (рис. 8.9) використовується в якості підігрівача, вакуум-апарата, збірника і змішувача. Виготовлений із нержавіючої сталі.

В нижній частині корпусу 4 розташована двостінна парова камера 7, в верхній частині – циліндричний корпус. Для перемішування продукту використовується якірна мішалка 6, що приводиться в рух електродвигуном 1 через редуктор. Підігрівач має два штуцери 5 для підведення пари і відведення конденсату, завантажувальні штуцери 3, отвір 8 для вивантаження продукту, штуцер для відведення пари 5 (створення вакууму).

Робочий об'єм апарату, або об'єм продукту, при якому поверхня нагріву повністю покрита, становить 750-1000 л. Пара поступає під тиском 0,4 МПа. Коефіцієнт теплопередачі 930-990 Вт/м<sup>2</sup>К.

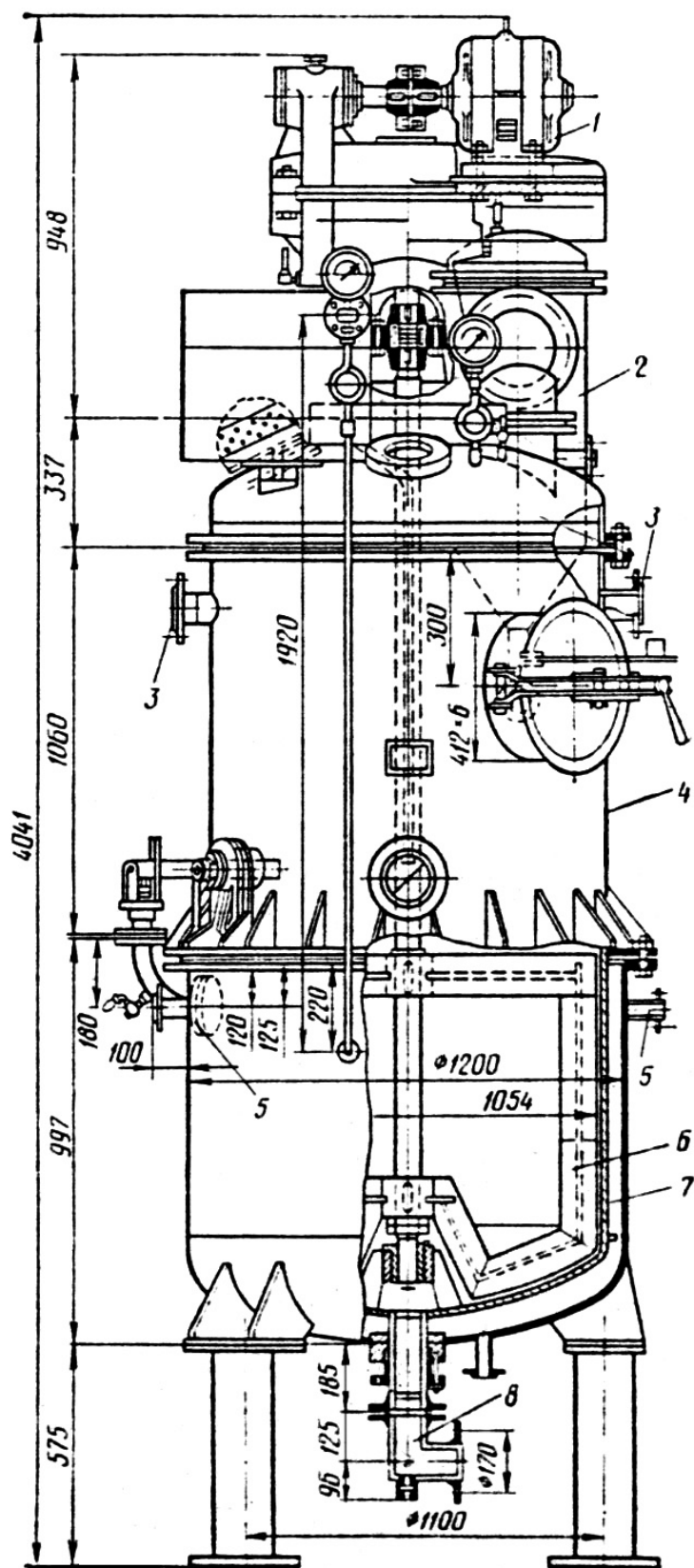


Рис.8.9. Підігрівач ВНИИКОП-2:

1 – електродвигун; 2 – вловлювач; 3 – завантажувальні штуцери; 4 – корпус; 5 – штуцери для пари; 6 – мішалка; 7 – парова камера; 8 – отвір вивантаження продукту.

**Підігрівач КПЖ.** Підігрівач дробленої томатної маси із спіральним змієвиком, який обертається (рис. 8.10), представляє собою пустотілий циліндр 1 із нержавіючої сталі, розташований в сталевому корпусі 2, діаметр якого на 200 мм більший діаметра циліндра. З торцевих сторін циліндр 1 і кожух 2 з'єднані і закриті кришками 3, через які проходить пустотілий вал 4. До валу прикріплений спіральний змієвик 5, який служить для перемішування томатної пасти і одночасно є поверхнею нагріву. Вал із змієвиком обертається з частотою 1,1 1/рад.

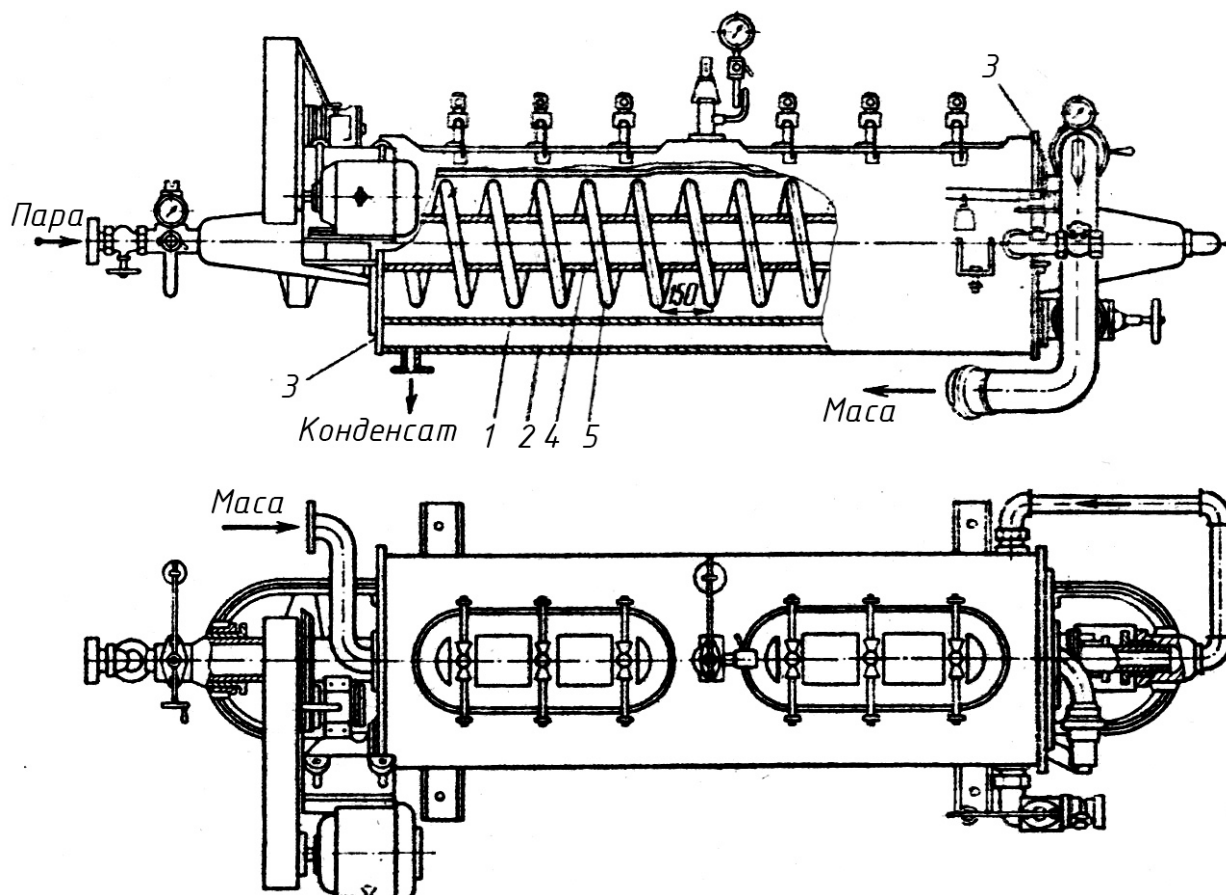


Рис. 8.10. Підігрівач дробленої томатної пасти:

1 – пустотілий циліндр; 2 – корпус; 3 – кришка; 4 – вал; 5 – спіральний змієвик.

Площа поверхні нагріву апарату 5,9 м<sup>2</sup>. Із загальної площі 60% становить циліндрична поверхня двостінної парової рубашки; 20%- спіральний змієвик; 14%-пустотілий вал. Маса подається відцентровим насосом. Температура нагріву 70...80°С. Гріюча пара поступає при тиску 0,13...0,15 МПа. Продуктивність апарату 7000 кг/год. Коефіцієнт теплопередачі 900...1200 Вт/м<sup>2</sup>К.

**Кожухотрубний підігрівач** (рис.8.11) складається із двох трубних решіток 1, в які ввальцовано 66 трубок 2 діаметром 34/32 мм, довжиною 1986 мм. Загальна площа поверхні нагріву апарату 13 м<sup>2</sup>. Трубні решітки з трубками

поміщені в металевий кожух 3 циліндричної форми, з торцевих сторін закриті кришками 4. Між кришкою і трубною решіткою є перегородки 5, які утворюють камери, що з'єднують пучки по 16 труб. Маса, яка поступає в теплообмінник, завдяки перегородкам рухається пучком труб з більшою швидкістю, переходячи від одного пучка до іншого, що забезпечує рівномірне нагрівання маси і зменшує пригар. Пара подається в між трубний простір і омиває труби. Конденсат відводиться через патрубок 6. Тиск пари підтримується рівним 0,11-0,15 МПа.

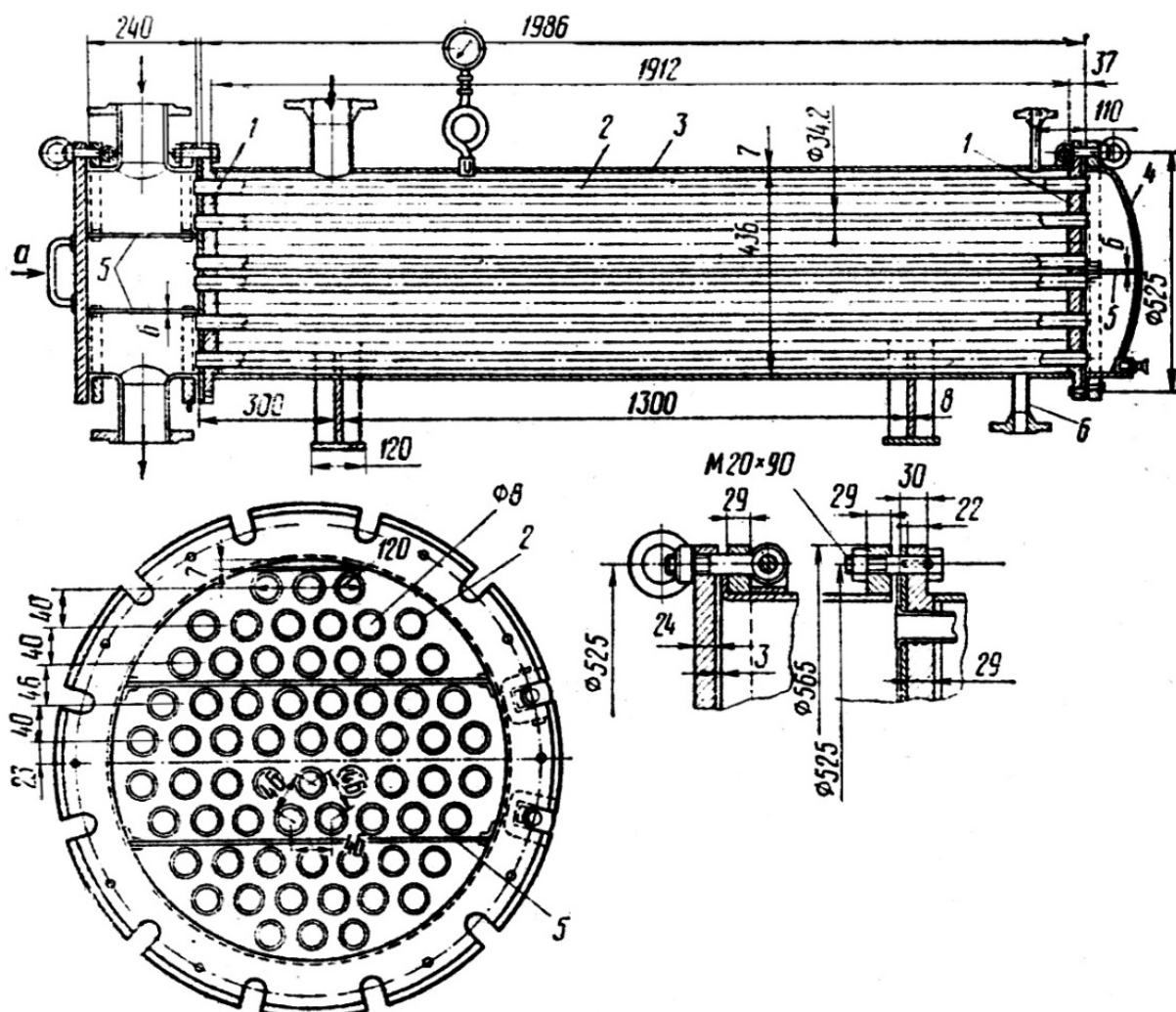


Рис. 8.11. Кожухотрубний підігрівач:

1 – трубні решітки; 2 – труби; 3 – кожух; 4 – кришки; 5 – перегородки.

**Трубчастий вакуум підігрівач КПТ-2** (рис.8.12) служить для нагрівання подрібнених помідорів, різних фруктових та овочевих соків. Представляє собою багатоходовий теплообмінник, який має 12 послідовно з'єднаних труб із нержавіючої сталі діаметром 50 мм і довжиною 2935 мм. З торцевих сторін встановлені кришки. Задня кришка 7 має 6 впадин, передня кришка 2 має 5 впадин і 2 патрубки.

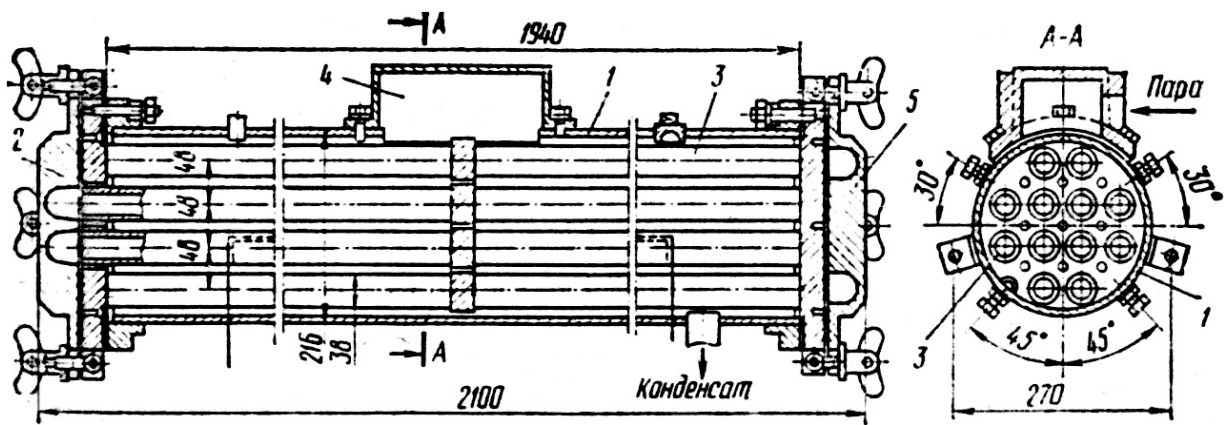


Рис. 8.12. Трубчатий вакуум-підігрівач КРТ-2:

1 – кожух; 2 – кришка; 3 – труба; 4 – верхня частина кожуха; 5 – кришка.

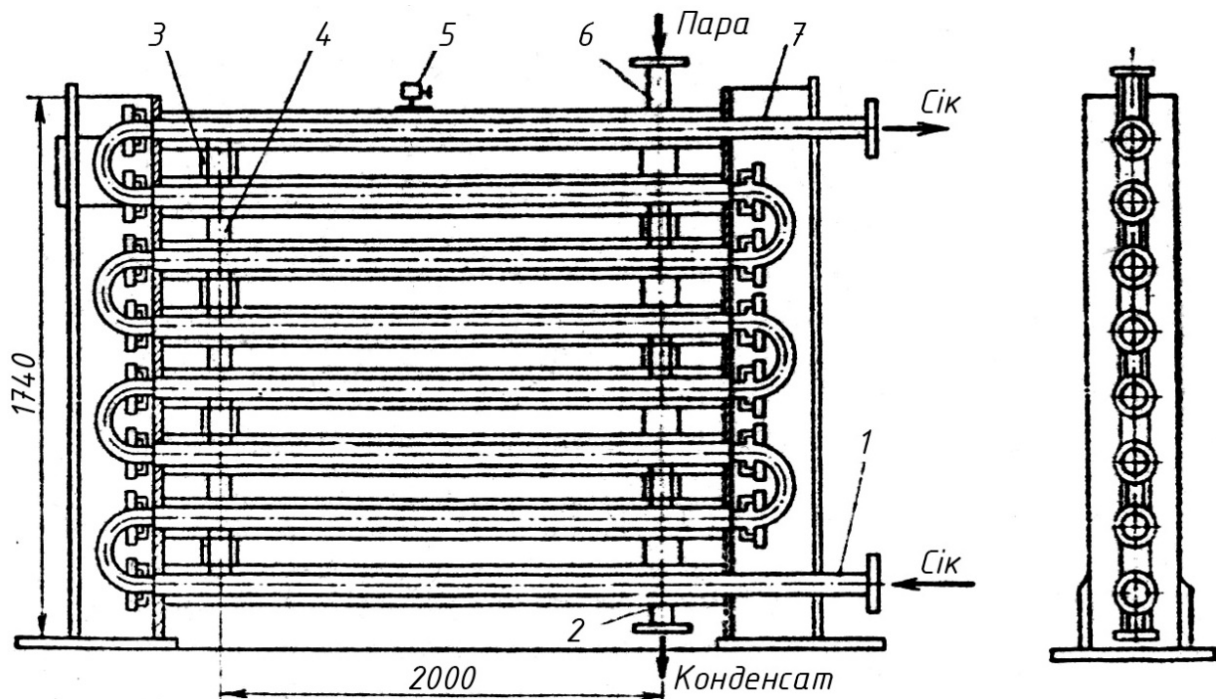


Рис. 8.13. Двотрубний підігрівач:

1 – труба подачі соку; 2 – патрубок для випуску конденсату; 3 – патрубок з'єднувальний; 4 – опорні прокладки; 5 – кран для відведення повітря; 6 – патрубок подачі пари.

Магістральна пара тиском 0,2 МПа редукується в вакуум-редукційному клапані до тиску 80-90 кПа, що відповідає температурі 93-96°C, після чого поступає в міжтрубний простір у верхній частині кожуху 4. Маса поступає через патрубок і послідовно проходить через всі 12 труб, змінюючи свій напрям в пазах кришки. Низька температура пари забезпечує ощадливий режим нагрівання.

**Двотрубний підігрівач** (рис. 8.13) є теплообмінником типу "труба в трубі", складається з 8-12 секцій. В кожній секції є нержавіюча труба діаметром 32-70 мм і довжиною 2,0-2,5 м, яка розташована в сталевій трубі діаметром 60-100 мм. В кінці кожної секції встановлений вертикальний патрубок 3, який з'єднує



міжтрубні простори двох секцій. Повітря, що накопичується в міжтрубному просторі випускається через продувний кран 5.

## 8.2 Розрахунок бланшувачів

Продуктивність (кг/год) стрічкового бланшувача визначають за формулою

$$P = B \cdot h \cdot v \cdot \rho \cdot k \cdot 3600,$$

- де  $B$  – ширина стрічки, м;  
 $h$  – середня висота шару продукту, м;  
 $v$  – швидкість руху стрічки, м/с;  
 $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $k$  – коефіцієнт заповнення стрічки,  $k = 0,75 \dots 1$ .

Продуктивність шнекового бланшувача (розварювача)  $P$  (кг/год) можна визначити за залежністю

$$P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot S \cdot \omega \cdot \rho \cdot \varphi,$$

- де  $D$  і  $S$  – відповідно діаметр і крок шнека, м;  
 $\omega$  – кутова швидкість шнека, с<sup>-1</sup>;  
 $\varphi$  – коефіцієнт заповнення жолоба,  $\varphi = 0,3 \dots 0,4$ ;  
 $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>.

Продуктивність ковшового бланшувача  $P$  (кг/с) :

$$P = \frac{v}{a} \cdot m_n,$$

- де  $v$  – швидкість руху основного транспортера, м/с;  
 $a$  – віддаль між ковшами, м;  
 $m_n$  – маса продукту в одному ковші, кг.

Продуктивність барабанного бланшувача  $P$  (кг/с)

$$P = h \sqrt{R^2 - (R - h)^2} \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot \varphi.$$

- де  $h$  – ширина полоси спіралі, м;  
 $R$  – зовнішній радіус барабану, м;  
 $S$  – крок спіралі, м;  
 $n$  – частота обертання барабану, об/с<sup>-1</sup>;  
 $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – коефіцієнт, який враховує відхилення,  $\varphi = 0,95$ .

Витрати пари (кг/год) можна визначити за рівнянням:

$$D = \frac{Q_{заг}}{h - h_k},$$

де  $h$  – ентальпія пари, кДж/кг;

$c_p$  – ізобарна теплоємність води при температурі  $t_k$ , кДж/кг·°С;

$h_k$  – ентальпія конденсату, визначається за температурою води під час бланшування  $h_k = c_k \cdot t_k$  кДж/кг.

Ентальпію пари визначають за діаграмою  $h - s$ , або за формулою

$$h = h' + x \cdot r,$$

де  $h'$  – ентальпія при температурі насичення,

$x$  – степінь сухості пари.

$Q_{заг}$  – загальні витрати теплоти (кДж/год) визначаємо як суму окремих складових

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5.$$

Витрати тепла (кДж/год) на нагрівання продукту

$$Q_1 = G \cdot c(t_2 - t_1)$$

де  $G$  – маса продукту, кг/год;

$c$  – питома теплоємність продукту, кДж/кг·°С;

$t_1$  і  $t_2$  – відповідно початкова і кінцева температура продукту.

$Q_2$  – втрати теплоти (кДж/год) на випаровування вологи з поверхні продукту

$$Q_2 = F_g \cdot k_g (P_1 - \varphi P_2) r,$$

де  $F_g$  – площа поверхні випаровування, м<sup>2</sup>;

$k_g$  – коефіцієнт випаровування, кг/м<sup>2</sup>·с·Па.

$$k_g = \frac{0,0745}{133} (V \cdot \rho)^{0,8}$$

де  $V$  – швидкість руху повітря, м/с;

$P_1$  і  $P_2$  – відповідно пружність парів води при температурі випаровування і при температурі повітря, Па;

$\rho$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – відносна вологість повітря,  $\varphi = 0,7 \dots 0,8$ ;

$r$  – прихована теплота пароутворення при температурі бланшування, кДж/кг.

Витрати теплоти на підігрівання води, яка поступає в ванну

$$Q_3 = W \cdot c_p (t_4 - t_3),$$

де  $W$  – маса води, яку доливають у ванну, кг;  
 $c_в$  – питома теплоємність води, кДж/кг·°С;  
 $t_4$  і  $t_3$  – початкова і кінцева температура води, °С;  
 $t_4$  – відповідає температурі води у ванні, °С.  
 $Q_4$  – витрати теплоти в навколишнє середовище, становить 3÷5 % від  $Q_1$ .  
 $Q_5$  – витрати теплоти на нагрівання транспортуючого полотна

$$Q_5 = G_n \cdot c_n (t_6 - t_5),$$

де  $G_n$  – маса транспортуючого органу, яка перебуває у ванні, кг;  
 $c_n$  – питома теплоємність матеріалу транспортуючого органу, кДж/кг·°С;  
 $t_6$  і  $t_5$  – відповідно температура на вході і на виході з ванни, °С.

При бланшуванні в середовищі пари втрати теплоти через нещільності в конструкції і через теплообмін з навколишнім середовищем приймають при наявності витяжної труби – 0,53...1,05 від загальної кількості на нагрівання, без витяжної труби 0,13...0,25 %.

Витрати охолоджуючої води  $W$  можна визначити за рівнянням:

$$W_{\text{охол}} = \frac{G \cdot c (t_2 - t_5)}{c_n (t_k - t_n)}$$

де  $t_5$  – кінцева температура продукту після охолодження, °С;  
 $c_p$  – питома теплоємність води, кДж/кг·°С;  
 $t_k, t_n$  – відповідно початкова і кінцева температура води, °С.

**Розварювачі.** Продуктивність періодично діючого закритого розварювача  $\Pi$  П (кг/с):

$$\Pi = V \cdot \varphi \cdot \frac{\rho}{\tau}$$

де  $V$  – повний об'єм апарату, м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – коефіцієнт заповнення апарату, ( $\varphi = 0,8$ );  
 $\rho$  – насипна густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\tau$  – тривалість циклу роботи апарату, с.

### 8.3 Розрахунок підігрівачів

Кількість теплоти на нагрівання продукту при періодичній роботі визначається за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (8.1)$$

де  $Q_1$  – теплота на нагрівання продукту, кДж;  
 $Q_2$  – теплота на нагрівання апарата, кДж;  
 $Q_3$  – втрати теплоти в навколишнє середовище, кДж.

$$Q_1 = m \cdot c_n (t - t_0) \quad (8.2)$$

де  $m$  – маса продукту в апараті, кг;  
 $c_n$  – питома теплоємність продукту, кДж/кг·°С;  
 $t_0, t$  – відповідно початкова і кінцева температури продукту, °С;

$$Q_2 = m_a \cdot c_a (t_k - t_a) \quad (8.3)$$

де  $m_a$  – маса апарата, кг;  
 $c_a$  – питома теплоємність матеріала апарата, кДж/кг·°С;  
 $t_a$  – відповідно початкова температура апарата, °С;  
 $t_k$  – кінцева температура апарата, °С;  
 $Q_3$  – втрати теплоти в навколишнє середовище. Доцільно приймати 3...5% від загальної витрати теплоти  $Q_1 + Q_2$ .

Витрати пари на нагрівання продукту, кг:

$$D = \frac{Q}{h - h_k} \quad (8.4)$$

де  $h$  – ентальпія поступаючої пари кДж/кг·°С;  
 $h_k$  – ентальпія конденсату кДж/кг·°С;

Поверхня нагрівання визначається за формулою:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t \cdot \tau}, \quad (8.5)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі, кДж/кг·°С.

Для апаратів, які працюють без перемішування сировини, коефіцієнт теплопередачі знаходиться в межах 900...1000 Дж/кг·°С.

$\Delta t$  – середня різниця температур між теплоносієм і продуктом, °С:

$$\Delta t = \frac{t_k - t_n}{2,3 \frac{t_n - t_0}{t_k - t_0}},$$

де  $t_n, t_k$  – відповідно температура пари і конденсату;  
 $\tau$  – тривалість періоду нагрівання продукту, с.

Для неперервно діючих підігрівачів кількість теплоти, необхідна для нагрівання продукту:

$$Q = G \cdot c_n (t_k - t_n),$$

де  $G$  – продуктивність теплообмінника, кг/с;  
 $c_p$  – питома теплоємність продукту, кДж/кг·°С;  
 $t_n, t_k$  – відповідно початкова і кінцева температури продукту, °С;

Для визначення необхідної площі поверхні теплообміну можна використати формулу (8.5), прийнявши  $\tau = 1$  с. Рекомендовані коефіцієнти теплопередачі подані в табл. 8.1. Необхідно відмітити, що коефіцієнт теплопередачі в основному визначається коефіцієнтом тепловіддачі між продуктом і стінкою апарату.

Табл. 8.1. Рекомендовані коефіцієнти теплопередачі.

Продукт	Рекомендована швидкість руху, м/с	Коефіцієнт теплопередачі, Вт/м·°С
Томатна паста	0,03...0,15	400...580
Фруктове пюре	0,15...0,4	460...580
Фруктовий сік	0,8...1,5	1400...1750
Дроблені томати	0,1...1,5	1200...1400

Виходячи з рекомендованих швидкостей руху визначають конструктивні параметри теплообмінника.

Для двотрубного теплообмінника і вакуум-підігрівача діаметр труб  $d$ , мм:

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot v}},$$

де  $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;

Тоді загальна довжина труби,  $l_3$ , (м):

$$l_3 = \frac{4F}{\pi \cdot d^2}.$$

Приймаючи довжину труби в одній секції 1000...2000 мм, визначаємо число секцій  $z$ :

$$z = \frac{l_3}{l_0},$$

де  $l_0$  – довжина труби в одній секції.

Для кожухотрубного теплообмінника вибирають діаметр труби (25...75 мм) і визначають кількість труб в пучку.

$$z = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot l}$$

Кількість труб в одному пучку  $z_0$  визначається з продуктивності апарата

$$G = z_0 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \cdot \rho.$$

$$z_0 = \frac{4G}{\pi \cdot d^2 \cdot v \cdot \rho}.$$

І відповідно число пучків труб

$$n = \frac{z}{z_0}.$$

### Питання для самоперевірки.

1. Що собою представляє процес бланшування?
2. Опишіть конструкцію і принцип роботи стрічкових бланшувачів.
3. Під яким тиском подається пара в закритий розварювач?
4. Яке обладнання застосовують для подачі дробленої маси у підігрівач КПЖ?
5. Яка продуктивність апарата КПЖ?
6. До якого типу підігрівачів відноситься двохтрубний підігрівач?
7. Яким чином забезпечується рух продукту в барабанних бланшувачах?
8. Як регулюється час бланшування в барабанних бланшувачах?
9. Як встановлюється шнек у шнекових бланшувачах при бланшуванні у воді?
10. Для чого у двостінних котлах використовується запобіжний клапан?
11. Вкажіть вимоги техніки безпеки при експлуатації двостінних котлів.
12. Опишіть будову і принцип роботи бланшувача КТБ.
13. Як подається пара при бланшуванні парою в шнековому бланшувачі?
14. Вкажіть недоліки барабанних бланшувачів.
15. Функціональні можливості підігрівача ВНИИКОП передбачають режими вакуум-апарата?
16. Якого типу мішалка використовується у підігрівачі ВНИИКОП?
17. Яким чином транспортується маса через підігрівач КПЖ?
18. Який теплоагент подають у міжтрубний простір кожухотрубного теплообмінника?
19. В чому полягає перевага використання вакуум підігрівача?
20. Чим заповнений кільцевий зазор між трубами у двотрубному підігрівачі?

## Глава 9 Стерилізатори і пастеризатори

Основною задачею, яка вирішується в консервній промисловості є забезпечення довготривалого зберігання продукції готової до споживання. Для цього необхідно пригнітити життєдіяльність мікроорганізмів, проходження хімічних і біологічних процесів, які могли би вплинути на споживчу вартість продукції протягом встановленого терміну зберігання і споживання.

З цією метою продукт піддають дії теплової обробки, іонізуючого випромінювання, електричного струму, озонування та інших методів фізичного та хімічного впливу, а також забезпечують певні умови зберігання продукції, упакованої в герметичну тару.

Найбільш широке поширення в консервній промисловості одержала теплова обробка. Теплова обробка при температурі до  $100^{\circ}\text{C}$  називається пастеризацією і передбачає в основному загибель вегетативної мікрофлори, при температурі більшій як  $100^{\circ}\text{C}$  - стерилізацією і передбачає загибель вегетативної і спорової форми мікрофлори.

Теплову стерилізацію і пастеризацію продукту проводять упакованого в герметичну упаковку або попередньо оброблений продукт упаковують в асептичних умовах в стерильну упаковку.

### 9.1 Теоретичні основи теплової стерилізації продукту в упаковці

Стерилізацію продукту в упаковці проводять при упакованні в скляні і жерстяні банки. Температуру і тривалість теплової обробки встановлюють в залежності від виду мікроорганізмів і їх спор, кислотності продукту, хімічного складу консервів, умов нагрівання і розмірів банки.

Режим стерилізації в апаратах періодичної дії умовно записується формулою

$$(A + B + C)/t, \quad (9.1)$$

де  $A$  - тривалість нагрівання, хв.;

$B$  – тривалість витримування при температурі стерилізації, хв;

$C$  – тривалість охолодження, хв;

$t$  – температура стерилізації,  $^{\circ}\text{C}$ .

При нагріванні консервів в банках в середині банки зростає тиск в наслідок теплового розширення продукту, що може призвести до деформації банки і її розгерметизації.

Для цього створюють штучний протитиск з зовнішньої сторони банки за допомогою стиснутого повітря або води. Повітря в банці можна розглядати як

суміш двох газів – сухого повітря і перегрітої водяної пари. Тоді тиск в банці буде рівний сумі парціальних тисків сухого повітря і водяної пари.

Тиск в банці в момент герметизації, Па,

$$P_1 = P'_n + P'_b, \quad (9.2)$$

де  $P'_n$  - тиск насиченої водяної пари в просторі, не заповненому продуктом,

Па;

$P'_b$  - тиск сухого повітря у вказаному просторі, Па;

Якщо закупорювання банок проходить при атмосферному тиску, то тиск рівний барометричному тиску

$$P_1 = B; \quad (9.3)$$

при закупорці під вакуумом:

$$P_1 = B - W \cdot \phi, \quad (9.4)$$

де  $W$  - розрідження в вакуум камері, Па;

$\phi$  - коефіцієнт вакуумного поглинання, враховує зниження вакууму в банці після герметизації за рахунок повітря, що виділяється із продуктів.

Тиск насичення водяних парів  $P'_n$  визначається температурою продукту, що заповнює банку; цей тиск беруть із таблиць насиченої водяної пари.

При підвищенні температури продукту тиск в банці збільшується і при стерилізації досягає в окремих випадках 0,3-0,4 МПа.

Під час стерилізації тиск в банці (Па)

$$P_2 = P''_n + P''_b, \quad (9.5)$$

де  $P''_n$  - тиск парів в банці при температурі стерилізації, Па.

Якщо записати характеристичне рівняння для двох станів сухого повітря до стерилізації

$$P'_b \cdot V_1 = R \cdot T_1 \quad (9.6)$$

і після стерилізації

$$P''_b \cdot V_2 = R \cdot T_2, \quad (9.7)$$

де  $V_1$  і  $V_2$  – відповідно об'єм незаповненого простору до стерилізації і під час стерилізації, м<sup>3</sup>/кг;

$R$  – газова постійна, для повітря рівна 287 Дж/кг·К;

$T_1$ ,  $T_2$  – відповідно температура продукту при закупорюванні і при стерилізації, К.

Розділивши рівняння (9.7) на рівняння (9.6) одержимо:

$$\frac{P''_b \cdot V_2}{P'_b \cdot V_1} = \frac{T_2}{T_1}. \quad (9.8)$$

Звідси тиск повітря в банці під час стерилізації буде становити:



$$P_b'' = \frac{P_b' \cdot V_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot T_1} \quad (9.9)$$

Тоді тиск в банці під час стерилізації рівний

$$P_2 = P_n'' + P_b' \frac{V_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot T_1} \quad (9.10)$$

Із рівняння (9.1)

$$P_b' = P_1 - P_n', \text{ або } P_2 = P_n'' + (P_1 - P_n') \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \quad (9.11)$$

Із аналізу рівняння (9.8) можна зробити наступні висновки:

1. Різниця тисків створюється в, основному, за рахунок тиску повітря в банці, оскільки тиск пари в банці майже рівний тиску пари в апараті.

2. При всіх інших рівних умовах тиск повітря в банці при стерилізації можна зменшити якщо :

а) зменшити тиск  $P_1$ , наприклад, шляхом герметизації банок під вакуумом;

б) збільшити  $P_n'$ , який залежить від температури продукту в момент закупорювання; при цьому чим вища температура продукту тим вищий тиск водяної пари;

в) зменшити відношення  $T_2/T_1$ . При закупорюванні продукту при підвищеній температурі одночасно збільшується температура повітря в банці.

3. Зменшити відношення  $V_1/V_2$ , яке можна визначити як

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 - \phi}{x - y\psi}, \quad (9.12)$$

де  $\psi$  - степінь заповнення банки – відношення об'єму продукту в банці до об'єму банки ( $\psi = 0,85 \dots 0,95$ );

$y$  – степінь розширення продукту – відношення об'єму продукту в банці при закупорюванні до об'єму продукту при стерилізації ( $y = 1,02 \dots 1,05$ ); Це співвідношення залежить від температури закупорювання продукту – при закупорюванні підігрітого продукту це співвідношення зменшується.

$x$  – степінь зміни об'єму банки (для скляних банок  $x=1$ , для жерстяних  $x > 1$ , і знаходиться в межах  $x=1,042 \dots 1,083$ ).

Величина проти тиску повинна бути такою, щоб при стерилізації тиск в апараті  $P_a$  був рівним або більшим тиску в банці  $P_2$ , зменшеному на допустиму різницю тисків  $P_\delta$ .

$$P_a \geq P_2 - \Delta P_\delta \quad (9.13)$$

Для жерстяних банок допустима різниця тисків не повинна перевищувати наступних величин

Табл. 9.1. Допустима різниця тисків для жерстяних банок

Діаметр банки, мм	72,8	83,4	99,0	153,1
$\Delta P_0$ , МПа	0,14	0,11	0,09	0,04

Для скляних банок допустима різниця тисків  $\Delta P_0 = 0$ .

Велику небезпеку представляє зменшення об'єму незаповненого простору в банці в результаті деформації кришки (прогину в середину банки) під дією великого протитиску ззовні. При зменшенні вільного простору в банці значно збільшується внутрішній тиск, який при переході до охолодження може зірвати кришку.

## 9.2 Обладнання для теплової стерилізації продукту в герметичній упаковці

В залежності від способу стерилізації апарати класифікуються на періодично діючі і неперервно діючі апарати, які працюють при атмосферному тиску і при тиску більшому, чим атмосферний.

### 9.2.1 Стерилізатори періодичної дії

До стерилізаторів періодичної дії відносяться вертикальні і горизонтальні стерилізатори - автоклави.

**Вертикальний автоклав Б4-КАВ-3.** Корпус 3 автоклаву (рис 9.1) виготовлений із вуглецевої сталі Ст3 у вигляді пустотілого циліндру з товщиною стінки 6 мм. З низу і зверху корпус закритий дном і кришкою напівсферичної форми товщиною стінки 8 мм. Герметичність з'єднання кришки 4 з корпусом 3 забезпечується прокладкою із промасленого азбесту, встановленому на кільці. Над днищем автоклаву встановлений хрестоподібний барботер 11, в центрі днища приєднана спускна труба. На опорному кільці встановлені корзини 10. На кришці розміщені продувний 6 і запобіжний клапани 5. До циліндричної частини приєднана коробка, на якій встановлений термометр і манометр. Коробка з'єднана з нижньою частиною автоклаву для правильної циркуляції води. Кришка має противагу 1 і притискується до корпусу за допомогою гайок барашок, або за допомогою кільцевого затискача 2.

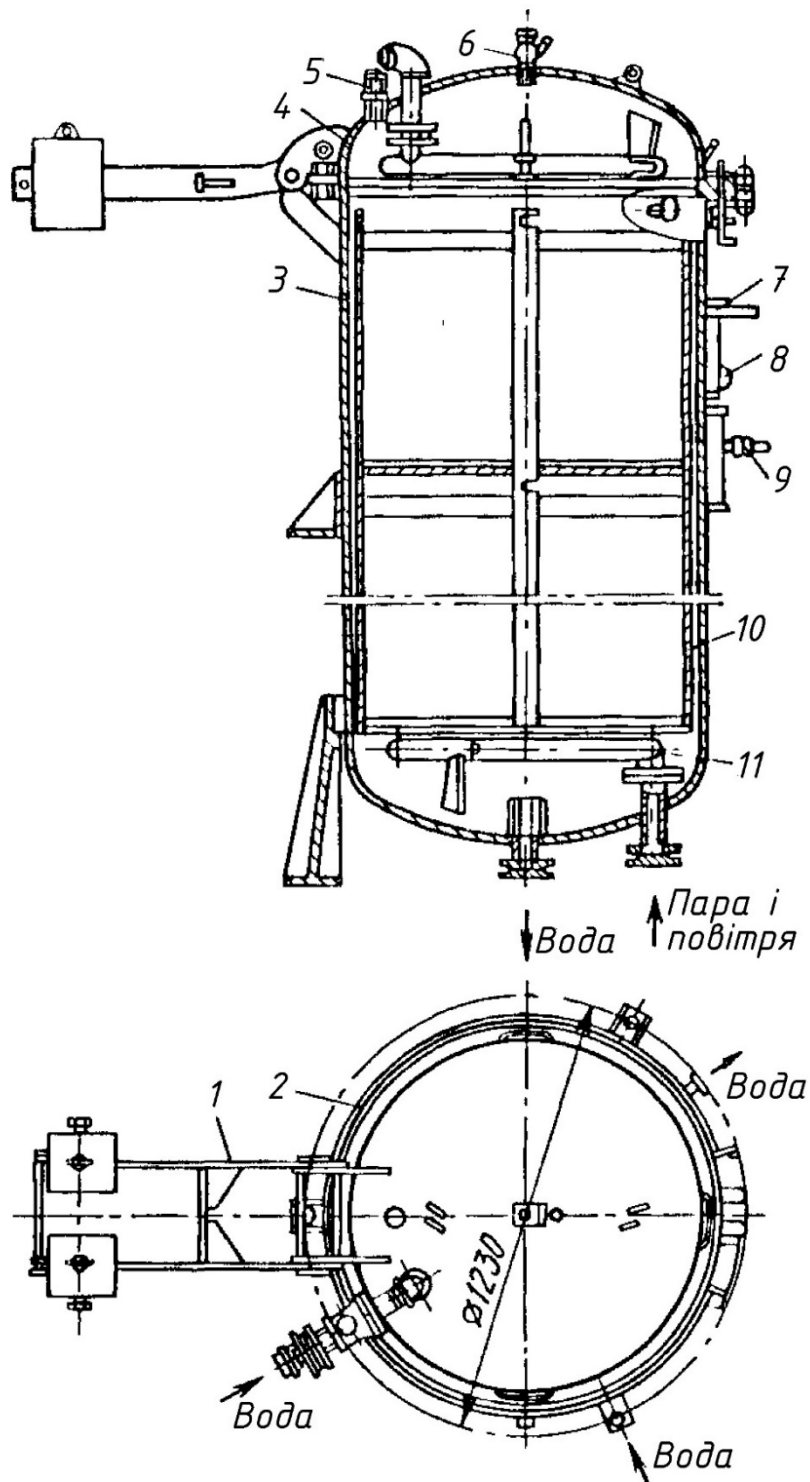


Рис. 9.1. Вертикальний автоклав Б6-КАВ-2:

1 – противага; 2- швидкодіючий затискач; 3 – корпус; 4 – кришка; 5 – запобіжний клапан; 6 – продувний клапан; 7 – термометр; 8 – манометр; 9 – штуцер; 10 – корзина; 11 – барботер;

Герметично упакований продукт в скляних чи жерстяних банках попередньо завантажується в сітки. Сітки встановлюється одна на другу після чого кришка закривається. Далі в середину подається вода, а через барботер подається пара. Повітряний компресор створює в системі необхідний протитиск.

Після витримування продукту при температурі стерилізації заданий період часу гаряча вода поступово витісняються з апарату холодною водою. Після охолодження сітки з банками вивантажують.

Багатосіткові автоклави встановлюють в каналі (шахті) або закріплюють на балках залізобетонного перекриття. При встановленні нижче рівня підлоги в шахті встановлюють всі комунікації, а також насос для відсмоктування води.

При стерилізації консервів з протитиском в автоклавному відділенні повинна бути насосна станція (рис. 9.2), яка включає багатоступеневий відцентровий насос, запасний паровий насос, ємності для води, компресор з ресивером (при використанні стиснутого повітря) вентелів. Якщо автоклави працюють при надлишковому тиску то комунікації автоклаву повинні забезпечувати подачу стиснутого повітря або води під тиском.

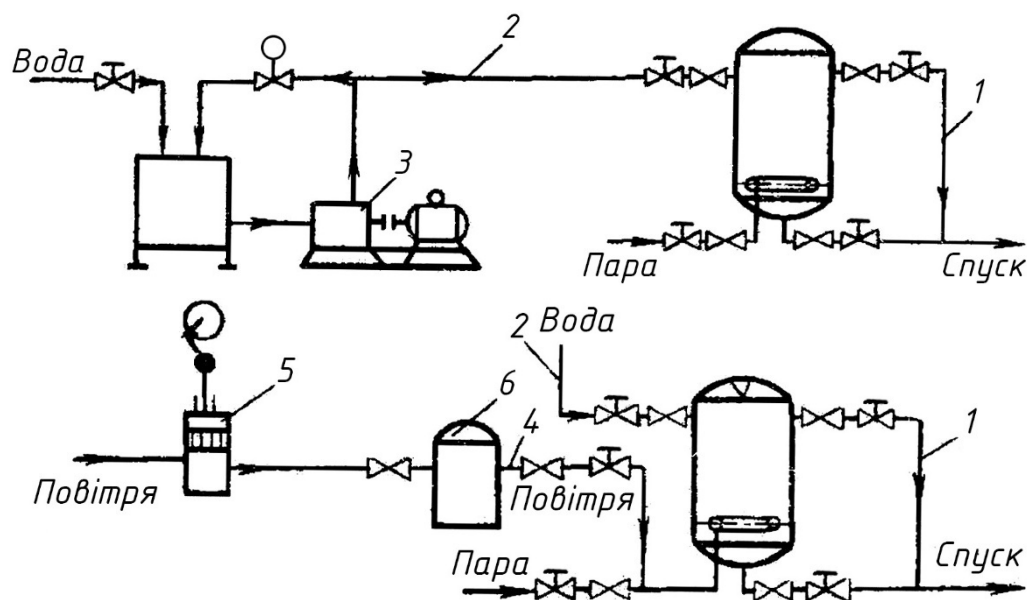


Рис. 9.2. Комунікація автоклава:

1, 2 і 4 - трубопроводи; 3-відцентровий насос; 5 - компресор; 6 - ресивер зі стисненим повітрям.

В випадку використання стиснутого повітря воно подається в барботер через комунікації для пари. Трубопроводи до автоклаву кріпляться за допомогою фланців. Вентилі встановлюються зі сторони фронту обслуговування на віддалі 500-700мм від рівня підлоги з подовженими стержнями. Віддаль між вентилями повинна бути така, щоб вони обслуговувались з одного місця.

У всіх автоклавах, які працюють при підвищеному тиску між автоклавом і вентилем встановлюють клапани односторонньої дії, які запобігають зниженню тиску в автоклаві. Манометри і термометри встановлюють на рівні очей.

Велике значення має дотримання нормальних умов охолодження.

Як відомо скло краще працює на тиск чим на розтяг.

Напруження, при яких проходить руйнування скла складають (в МПа):

на стиснення 650-1750, на розтяг 35-80.

Найбільш небезпечним є режим охолодження від температури стерилізації до 70° С.

Для автоматичного контролю і регулювання використовують пневматичні і електричні програмні теплорегулятори з використанням реле часу, звукової і світлової сигналізації, з автоматичним записом в часі температури і тиску в автоклаві.

У вертикальних автоклавах банка в процесі стерилізації нерухома, а також майже відсутня циркуляція води відносно банки, тому нагрівання продукту в банці проходить в основному за рахунок теплопровідності, такі апарати відзначаються невисоким коефіцієнтом теплопередачі і, відповідно, тривалим часом проведення процесу.

**Горизонтальний автоклав.** Виготовляються горизонтальні автоклави в розрахунку на 1,4 і 6 візків. Представляє собою горизонтальний циліндричний корпус встановлений на лапах безпосередньо на підлозі цеху і закритий кришкою з двох сторін. Кришки притискаються до корпусу герметично штурвалом.

В середині автоклаву встановлений барботер і рельси для переміщення візків. Комунікації автоклаву, запобіжні і контрольно-вимірювальні прилади такі ж як і у вертикальному автоклаві. Наявність двох кришок дозволяє завантажувати автоклав з однієї сторони і вивантажувати з протилежної. Це дозволяє розвантажувати їх безпосередньо в складському приміщенні, що значно полегшує транспортні операції. Недоліком горизонтальних автоклавів є складність стерилізації у водному середовищі

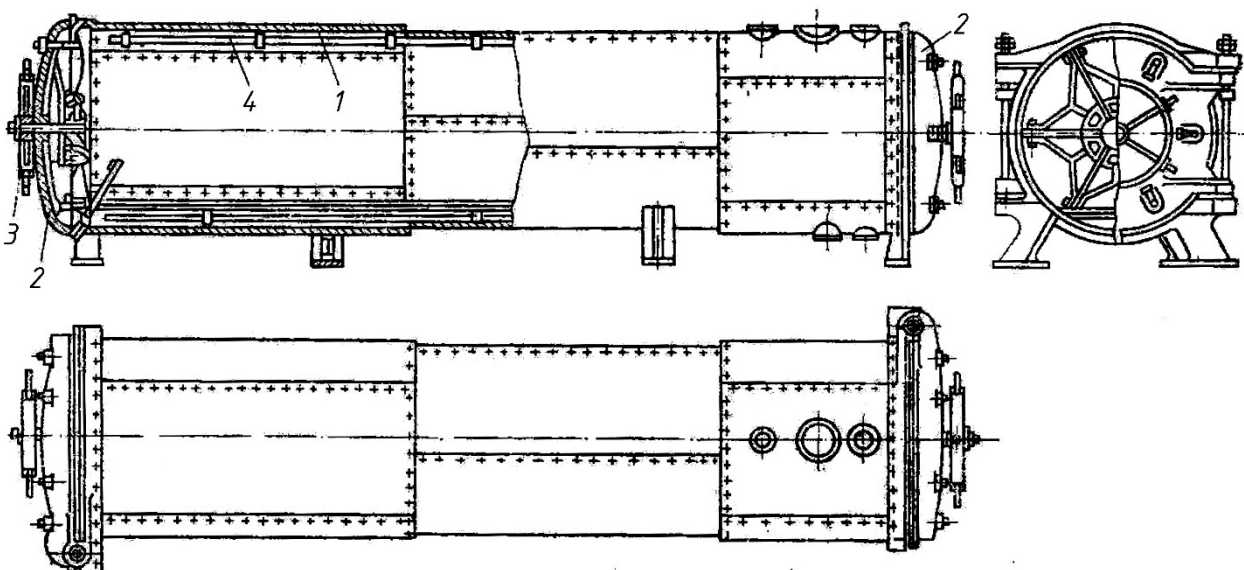


Рис. 9.3. Горизонтальний автоклав:

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – затискний штурвал; 4 – барботер.

В горизонтальних автоклавах сітка з банками може приводитись в рух за допомогою електродвигуна і спеціального механізму при цьому банка здійснює поворот з дна на кришку. В процесі нагрівання і стерилізації вода в автоклаві неперервно циркулює за допомогою спеціального насосу.

### 9.2.2 Стерилізатори неперервної дії

Стерилізатори неперервної дії можна поділити на роторні (барабанні) та гідростатичні. Перевагою стерилізаторів неперервної дії є висока продуктивність, неперервність процесу, менша тривалість стерилізації завдяки кращому теплообміну при русі банок, менша виробнича площа.

**Барабанні стерилізатори.** Барабанні (роторні) стерилізатори неперервної дії виготовляють двох типів: для стерилізації в воді при атмосферному тиску і для стерилізації в парі при тиску більшому чим атмосферний. Установка для неперервної стерилізації складається із стерилізатора і охолоджувача конструктивно майже однієї форми. Стерилізатор представляє собою нерухомий горизонтально розміщений циліндричний корпус 1 із листової сталі. В середині корпусу на валі встановлений барабан 2. До зовнішньої поверхні барабану паралельно прикріплені полоси із нержавіючої сталі таким чином, що між ними розміщуються банки. На внутрішній поверхні нерухомого корпусу прикріплена спіральна направляюча 3 із полосової сталі, крок спіралі рівний висоті банки. Для виходу банок із середовища з атмосферним тиском і входження їх в середовище з надлишковим тиском апарат має завантажувальний і розвантажувальний пристрій шлюзового типу.

Банки подаються до завантажувального пристрою ланцюговим транспортером 6. Спеціальний механізм для завантаження представляє собою циліндричну камеру із встановленою в середині зірочкою. Спочатку банки із завантажувального транспортера попадають через вікно корпусу в міжзубний простір зірочки, а потім із міжзубного простору зірочки через вікно в корпусі в простір між полосами барабану. При обертанні останнього банки переміщуються від одного кінця апарату до другого завдяки спіральній направляючій. При цьому вони обертаються разом з барабаном навколо його осі. Одночасно банки обертаються навколо своїх осей і рухаються вздовж барабану.

Корпус стерилізатора заповнений водою при температурі 100°C або парою завдяки чому проходить підігрівання і стерилізація консервів. Тривалість стерилізації регулюється частотою обертання барабану. Далі банки перевантажуються в охолоджувач, який працює за таким же принципом що і стерилізатор і охолоджуються проточною водою.

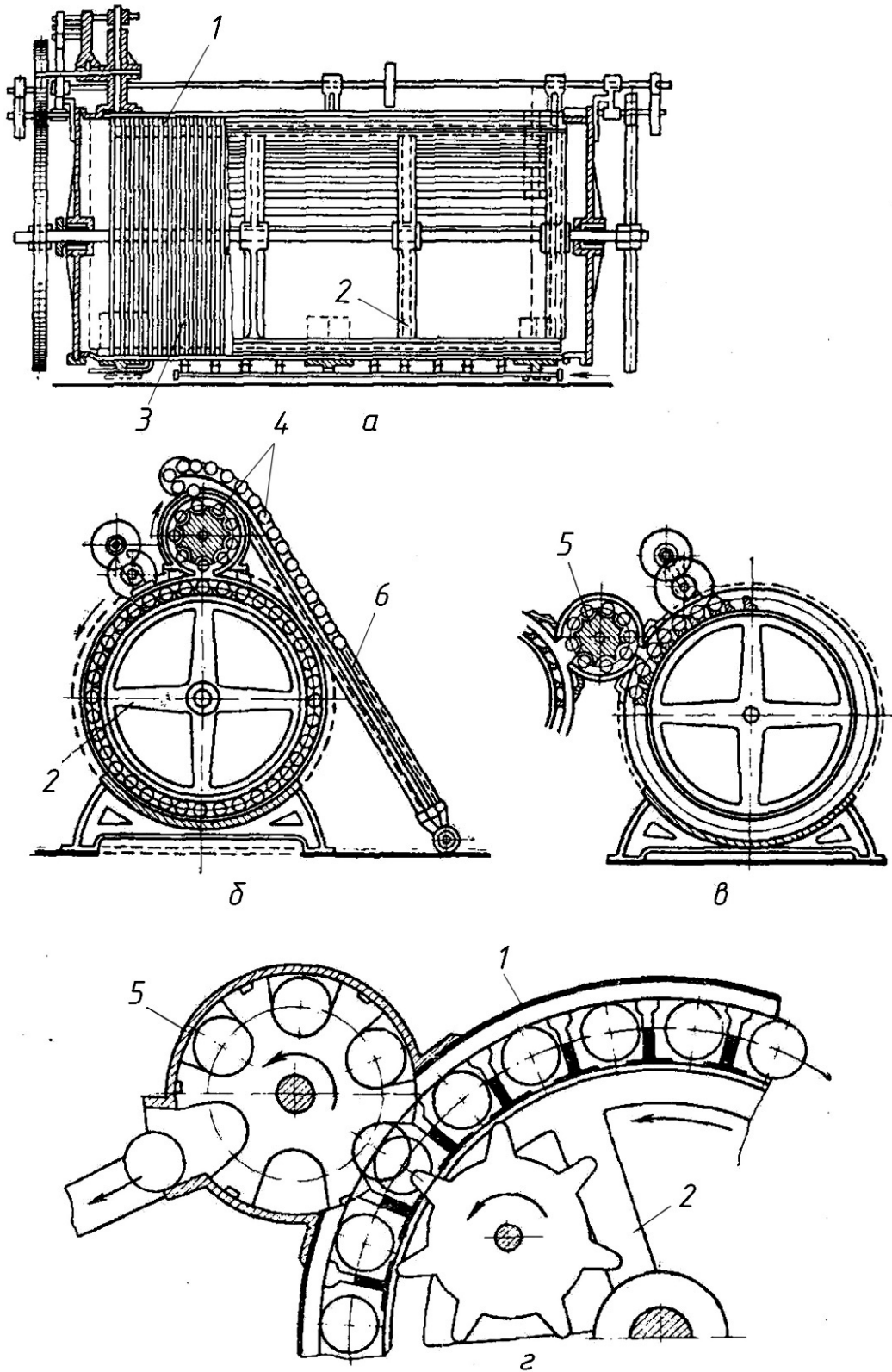


Рис. 9.4. Барабанный стерилизатор:

1 – корпус; 2 – барабан; 3 – спиральна напрямляюча; 4 – завантажувальний пристрій; 5 – вивантажувальний пристрій; 6 – ланцюговий транспортер.

Стерилізатор також оснащений приладами контролю і автоматичного регулювання режиму стерилізації. Автоматичне відключення стерилізатора проходить у випадку зниження температури стерилізації, або при заклинюванні банки в приймальному або відвідному клапані.

Роторний стерилізатор для стерилізації консервів в жерстяній тарі при температурі більш як  $100^{\circ}\text{C}$  складається із підігрівача, стерилізатора і охолоджувача. Попередній підігрів здійснюється до температури  $98^{\circ}\text{C}$ . Стерилізація проходить в середовищі водяної пари, тиск якої автоматично підтримується. В охолоджувачі банки охолоджуються проточною водою при надлишковому тиску повітря, для запобігання деформації банок.

Барaban приводиться в рух з двох сторін валу для запобігання скручуванню ротора. Продуктивність апарату регулюється зміною швидкості обертання ротора від 0,5 до 0,6 рад/с

Недоліком роторних стерилізаторів є можливість стерилізації консервів тільки в жерстяній тарі, в банках одного розміру, а також можливе помутніння консервів і деформація банок.

Стерилізатори КСЖ призначені для стерилізації консервів за температури  $100^{\circ}\text{C}$  в банках №14. Продуктивність стерилізатора 20 банок/хв.

Апарати СН-1 служать для стерилізації консервів за температури  $120^{\circ}\text{C}$  в банках №9. Продуктивність стерилізатора 65 бан./хв.

**Стерилізатори із гідростатичним тиском** використовують для стерилізації консервів в жерстяній тарі і пляшках. Тиск стерилізації створюється стовпом води, що дозволяє підтримувати високу температуру пари в стерилізаційній камері. Так стовп води висотою 10м створює тиск 0,1 МПа, що дозволяє підтримувати температуру стерилізації  $120^{\circ}\text{C}$ .

Гідростатичні стерилізатори мають відносно просту будову і високу продуктивність. Гідростатичний стерилізатор КСГ для стерилізації зеленого горошку в жерстяних банках продуктивність 3,3 бан./с. має п'ять каналів прямокутної форми висотою 13,5 м. Канали 2, 3, 4 з'єднані між собою в нижній частині. В каналі 2 і 4 знаходиться вода, а в каналі 3 – пара. Тиск пари рівний гідростатичному тиску води в каналах 2 і 4.

В середині каналів проходить роликотий транспортер з носіями для банок, які прикріплені до ланок ланцюга. Банки, розміщені в горизонтальному положенні на банкотримачах по обидві сторони ланцюга рухаються вверх по каналу 1 потім переходять в каналі 2 і занурюються у воду. Температура води зверху  $70 - 80^{\circ}\text{C}$ , а внизу близька до температури стерилізації, тобто  $120^{\circ}\text{C}$ . Час стерилізації банки 2700с. Час підігріву 120 с.



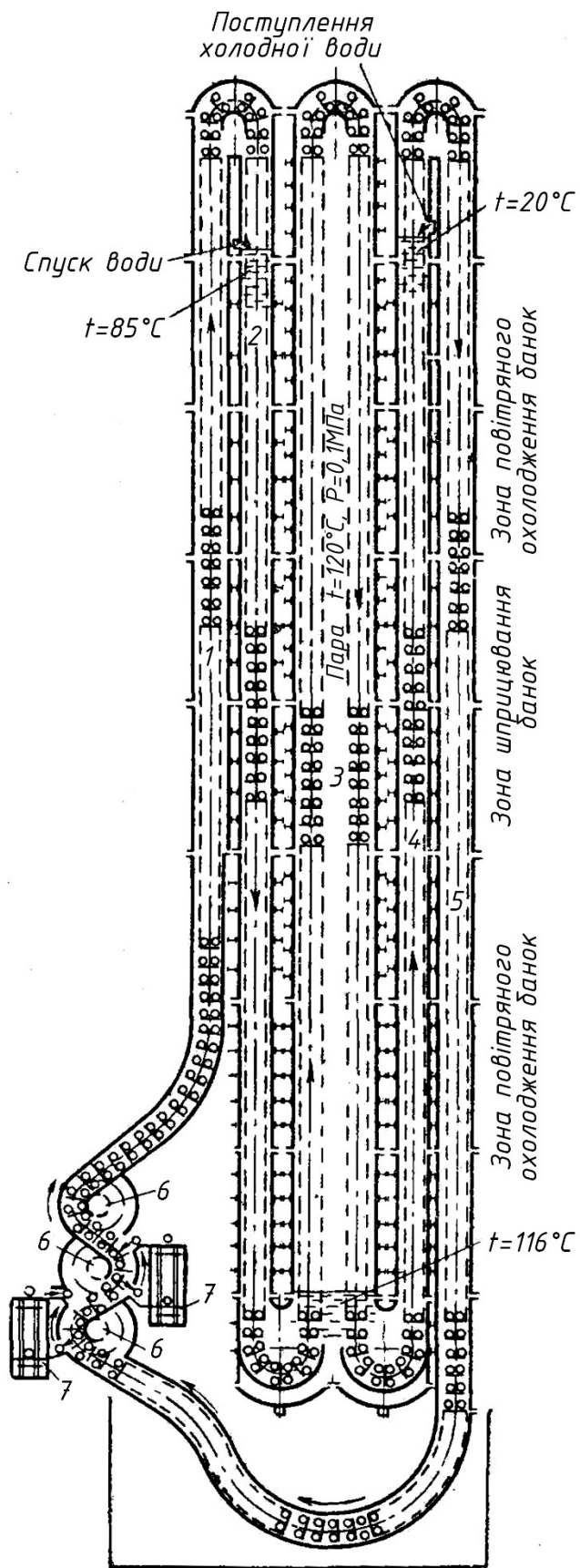


Рис. 9.5. Стерилізатор з гідростатичним тиском.

Після стерилізації банки проходить в канал 4 з водою, де охолоджується до температури 35°C. Після охолодження банки по розвантажувальному каналу 5 опускаються вниз, проходять під стерилізатором і попадають на завантажувально-розвантажувальний пристрій. Простерилізовані банки вивантажуються на нижню стрічку транспортера, а у вільні носії в верхній частині транспортера заштовхуються нові банки.

Стерилізатор має відносно великі габарити: висота 15,34 м, довжина 6,2 м, ширина 5,75 м. Пара подається в нижню і верхню частини при тиску 0,6 МПа. Витрати пари становлять 0,92 кг/с, охолоджуючої води – 0,0007 м<sup>3</sup>/с.

Продуктивність гідростатичного стерилізатора “Гідрон” становить 6,1 б/с. Температура стерилізації 120°C, час 2340 с. Витрати пари 0,16 – 0,24 кг на 1кг продукту, води - 1 – 5 кг на 1 кг продукту.

### **9.3 Стерилізаційні і пастеризаційні установки для стерилізації продуктів в потоці**

Основним апаратом стерилізаційних і пастеризаційних установок є відповідні теплообмінники. По способу передачі теплоти їх можна поділити на два типи: поверхневі (рекуперативні), в яких теплообмін здійснюється через розділяючу стінку, і теплообмінники змішування, в яких теплообмін проходить безпосереднім змішуванням продукту з гарячим теплоносієм. Поверхневі теплообмінники є трубчастого і пластинчастого типу. Крім цього установки включають насоси для подачі продукту, камери витримування продукту при температурі стерилізації, дезодораційні камери, гомогенізатори, а також прилади контролю і керування.

**Пластинчасті теплообмінники** використовуються для нагрівання, пастеризації і стерилізації соків та інших малов'язких рідин. Основним конструктивним елементом пластинчастих теплообмінників є пластини.

Пластини (рис. 9.6 а) виготовляють з нержавіючої сталі марок 18Н10Т, або Х14Г14НЗТ, товщиною від 0,7 до 3 мм. На поверхні пластини виконані рифлі, які створюють штучну турбулізацію потоку і одночасно збільшують площу поверхні теплообміну при тих же самих габаритах установки. Рифлі (рис. 9.6 б) також підвищують жорсткість пластини, запобігаючи її прогинанню при значному перепаді тиску між робочим середовищем і продуктом. Вони можуть бути розміщені під кутом, у вигляді ялинки або паралельно один до одного. На двох сусідніх пластинах рифлі розміщені під протилежним кутом, що забезпечує їх контакт і запобігає прогинанню, а при паралельному розміщені рифлів використовують спеціальні опорні рифлі.

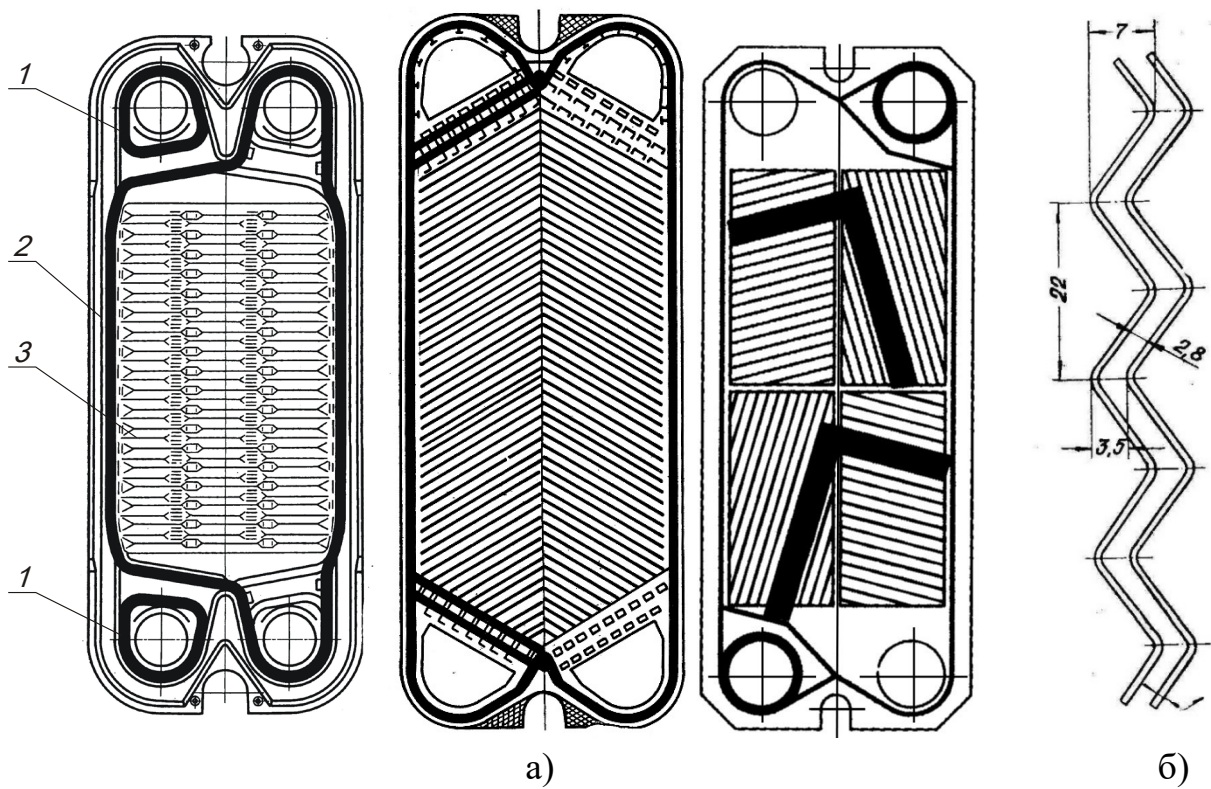


Рис 9.6. Схеми пластин пластинчатих теплообмінників:  
 а) 1 – мала прокладка; 2 – велика прокладка; 3 – пластина.; б) переріз рифлів

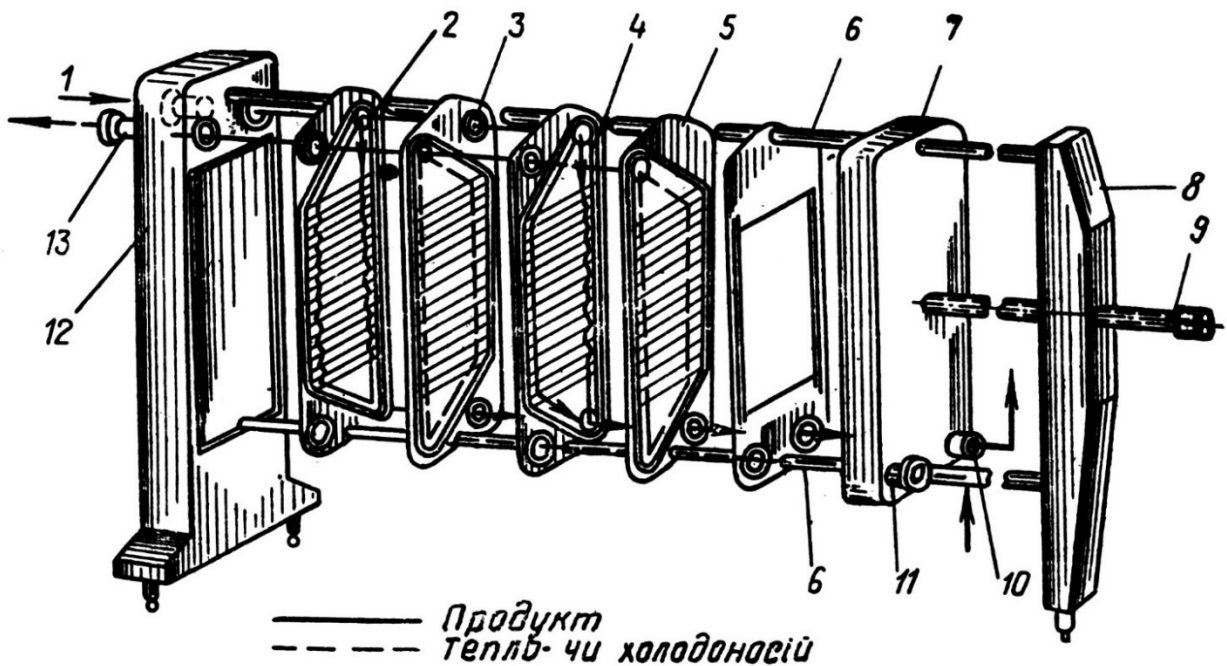


Рис. 9.7. Схема пластинчатого апарату:  
 1 – патрубок подачі продукту; 2 – траєкторія руху продукту; 3 – мала ущільнююча прокладка; 4 – велика ущільнююча прокладка; 5 – пластина; 6 – тяга; 7 – притискна плита; 8 – задня плита; 9 – затискний гвинт; 10 – патрубок відведення продукту; 11 – патрубок подачі робочого середовища; 12 – станина; 13 – патрубок відведення робочого середовища.

На рис. 9.7 показана схема пластинчастого апарату. Пластини набираються на розміщених на станині дві тяги 6 (верхня і нижня паралельні одна одній) і затискаються притискною плитою 7 за допомогою затискного гвинта 9. При стисненні пластини утворюють канали: з однієї сторони пластини рухається продукт, з іншої - теплоносій. Герметизація каналів руху продукту і робочого середовища забезпечується встановленням на лицевій стороні пластини прокладок двох типів - великої, яка майже по периметру обмежує робочу частину пластини, і малої, яка обмежує рух іншого середовища.

Для забезпечення ефективного теплообміну і необхідної швидкості руху продукту (для виключення утворення пригару) пластини комплектуються в пакети.

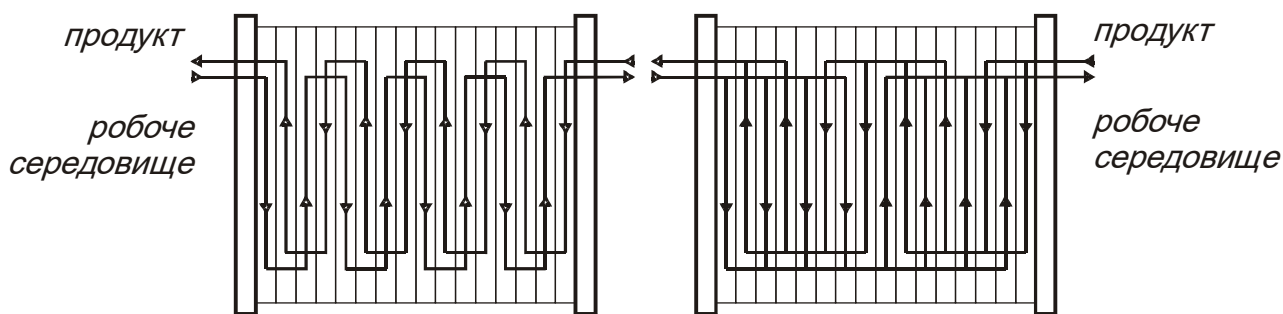


Рис. 9.8. Схеми компоновки пластинчатих теплообмінників:

а) одноканальна симетрична протитечійна  $\frac{1+1+1+1+1+1+1+1}{1+1+1+1+1+1+1+1}$ ;

б) чотиріпакетна зі сторони продукту і дво пакетна зі сторони робочого середовища  $\frac{2+2+2+2}{4+4}$ . В кожному пакеті зі сторони продукту 2 канали, зі сторони робочого середовища 4.

В пакет входить декілька пластин, які утворюють канали, по яких рідина рухається в одному напрямі. При виході з пакету продукт міняє напрям руху. Пакети розділені між собою граничними пластинами, які мають тільки два отвори. Кількість пакетів зі сторони продукту і робочого середовища може співпадати, а може бути різна. Компоновку пакетів в одній секції позначають дробом. В чисельнику цифри відносяться до продукту, в знаменнику – до робочого середовища. Кількість цифр вказує кількість пакетів, а сама цифра вказує число каналів в кожному пакеті. Так, наприклад, запис  $\frac{4+4+4}{12}$  вказує, що зі сторони продукту є три пакети по чотири канали в кожному, а зі сторони

робочого середовища один пакет, в якому є 12 каналів, або запис  $\frac{6+6}{6+6}$  вказує на симетричну компоновку секції, в якій зі сторони продукту і робочого середовища є однакове число пакетів і каналів.

В якості робочих середовищ може бути використана гаряча вода, пара, водогінна вода, розсіл, льодяна вода.

Широке використання пластинчастих теплообмінників обумовлене рядом суттєвих переваг:

- технологічний процес здійснюється в закритому потоці,
- продуктивність теплообмінників можна змінювати в широких межах шляхом збільшення площі поверхні теплообміну,
- дозволяють проводити регенерацію теплоти, а також створити замкнутий контур для гарячого теплоносія,
- займають невеликі виробничі площі при відносно великій поверхні теплообміну;
- конструкція апаратів дозволяє проводити ефективну безрозбірну мийку, контролювати технологічний процес на всіх етапах, а також працювати в автоматичному режимі.

Недоліком пластинчастих установок є велика кількість ущільнень, що ускладнює їх експлуатацію і розбірне миття.

**Установки для ультровисокотемпературної обробки (УВТ).** При ультра високотемпературній обробці продукт піддається нагріванню до температури 140-170°C короткотривалій витримці при цій температурі . потім він швидко охолоджується і розливається в асептичних умовах в стерильне упакування.

Перевагою ультрависокотемпературної стерилізації є швидке протікання процесу, що дозволяє в більшій мірі зберегти цінні компоненти продуктів, значно менша втрата пари, води, електроенергії. Для УВТ обробки використовуються теплообмінні апарати змішування, в яких нагрівання продукту проходить безпосереднім змішуванням пари з продуктом інжекційного і інфузійного типу. В апаратах інфузійного типу продукт поступає в середовище пари, інжекційного типу – пара поступає в продукт.

В інжекційному стерилізаторі процес нагріву протікає досить швидко, а охолодження під вакуумом проходить майже ментально.

При роботі інжекційного стерилізатора продукт насосом 1 нагнітається в інжекційну головку 2, в якій він змішується з гострою парою, яка проходить через отвори 3. Завдяки інтенсивному перемішуванню мішалкою 4 продукт рівномірно нагрівається до температури, яка відповідає тиску пари. При цій температурі продукт знаходиться в трубці 5 необхідний для стерилізації час. Після

вторинного перемішування мішалкою 6 продукт поступає в вакуум-камеру 9 через клапан односторонньої дії 7.

В результаті різкої зміни тиску при переході в вакуум-камеру волога із продукту самовипаровується. При цьому продукт охолоджується до 35-37°C. Вторинна пара, утворена в вакуум-камері 9 направляється по трубі 8 в конденсатор, з'єднаний з вакуум-насосом. Продукт по барометричній трубці 10 направляється до продуктового насосу 11 і нагнітається ним на розфасування або в асептичну місткість.

Температура стерилізації регулюється тиском і кількістю гострої пари, яка подається в інжекційну головку.

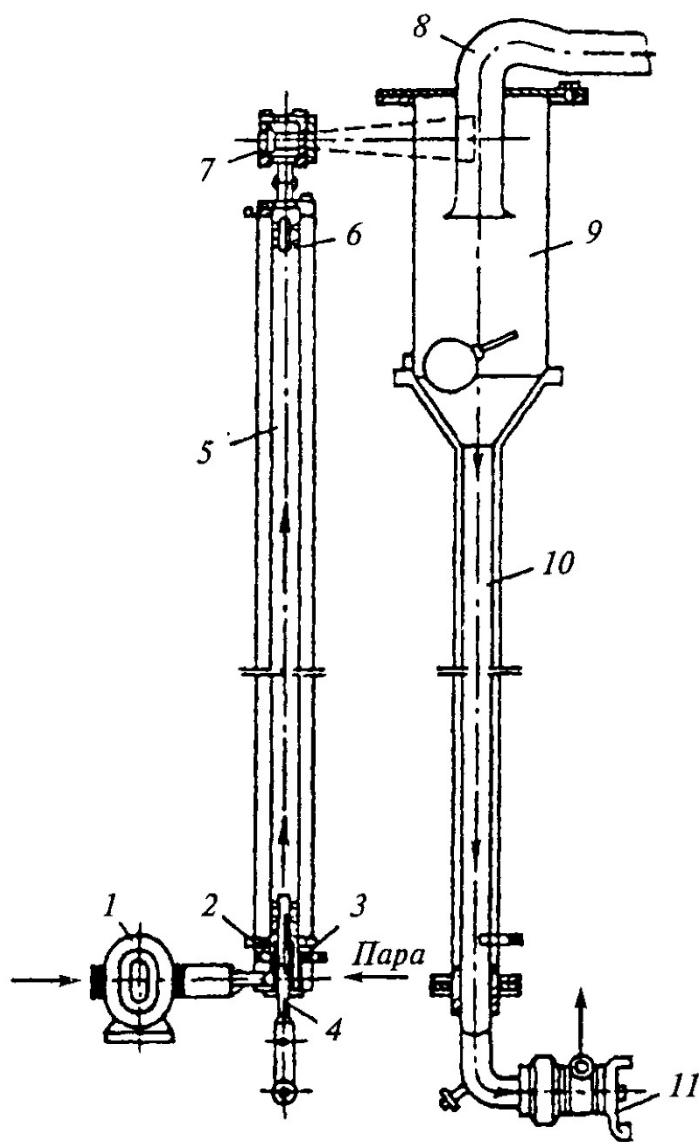


Рис. 9.9. Інжекційний стерилізатор:

1 – насос; 2 – інжекційна головка; 3 – отвір; 4 – вал; 5 – трубка 6 – мішалка; 7 – зворотній клапан; 8 – труба; 9 – вакуум-камера; 10 – барометрична трубка; 11 – продуктивний насос.

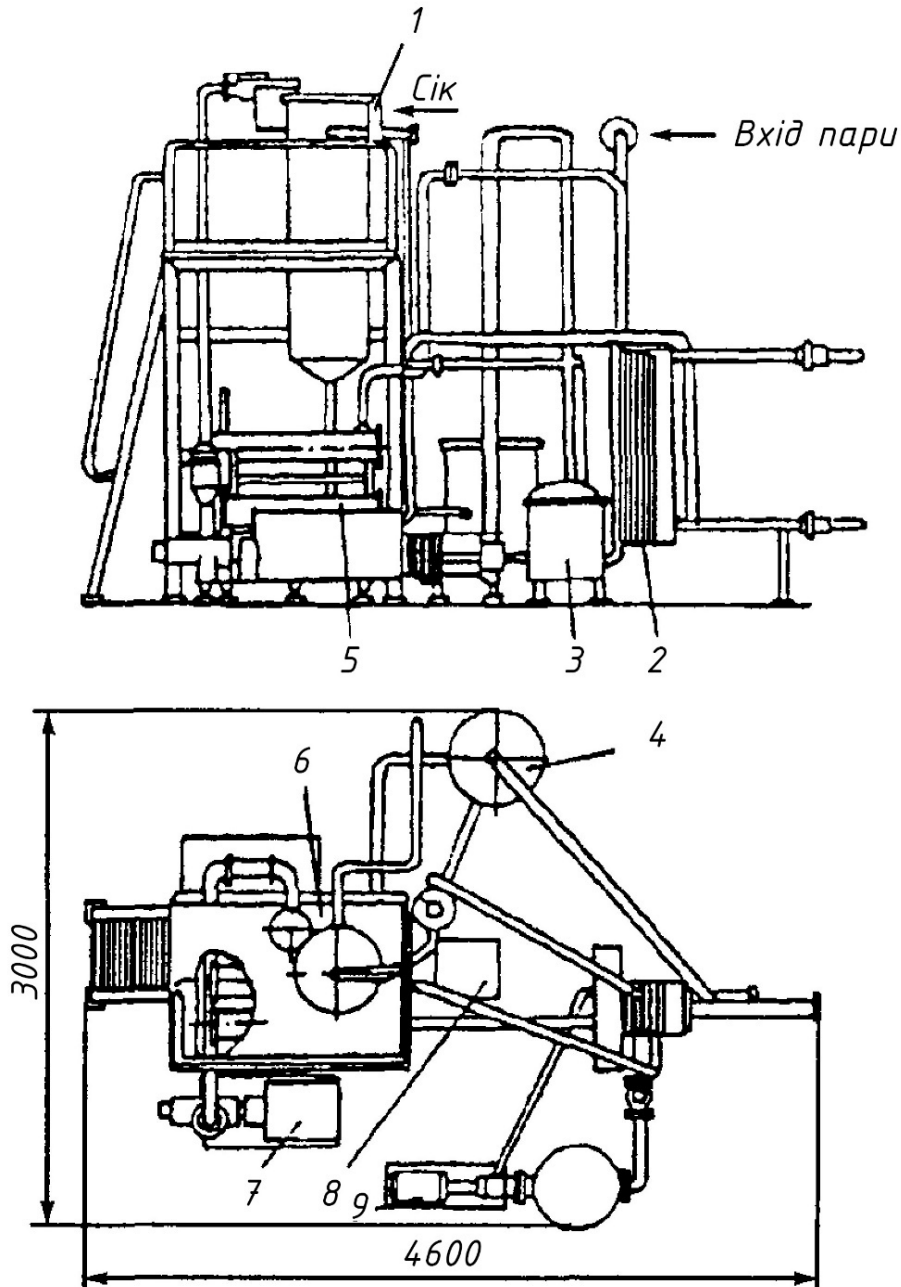


Рис. 9.10. Пастеризатор – деаератор:

1 – дозатор; 2 – пластинчатий пастеризатор; 3 – бойлер; 4 – вирівнювальний бак; 5 – витримувач; 6 – площадка; 7 – вакуум-насос; 8 – соковий насос; 9 – насос гарячої води.

**Установка інфузійного типу.** З балансного бачка 1 продукт подається в пластинчастий теплообмінник. В секціях 11, 10 продукт підігрівається шляхом регенерації теплоти від стерилізованого продукту. На виході із теплообмінника продукт, підігрітий до 75°C, подається в камеру інфузії.

Тут продукт подається в середовище пари і миттєво нагрівається до 143°C з витримуванням 1/10 секунди. Далі в камері витримування 6 продукт витримується 2...3с і потім поступає в вакуумну камеру 7. За рахунок вакуумного охолодження відділяється пара, яка поступила в продукт в камері

інфузії і продукт миттєво охолоджується до 73°C. Далі продукт охолоджується до температури розфасовування.

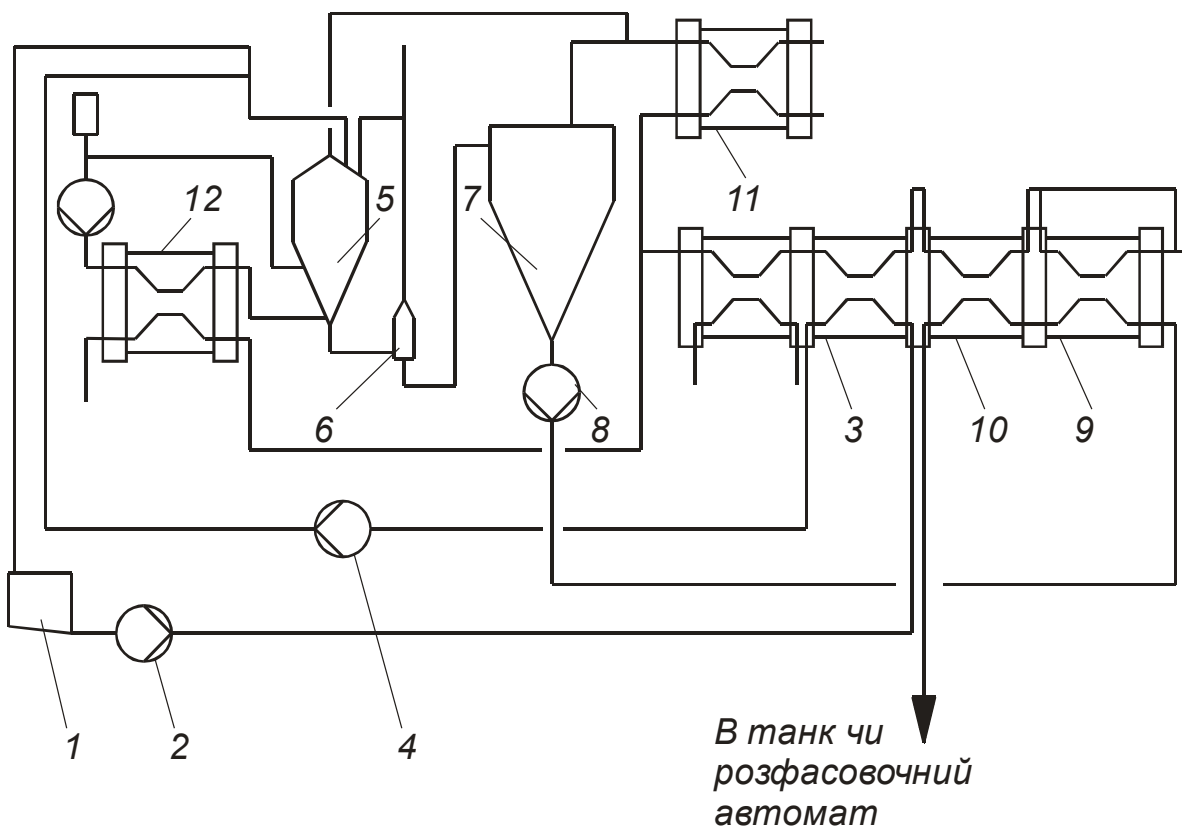


Рис. 9.11 – Пароконтактна УТВ - установка інфузійного типу фірми АПВ

Пасілак:

- 1 – балансовий бачок; 2 – живильний насос; 3 – підігрівач; 4 – насос для підвищення тиску; 5 – камера інфузії; 6 – камера витримки; 7 – вакуумна камера; 8 – асептичний насос; 9 – охолодження за допомогою регенеративного продукту I; 10 – охолодження за допомогою регенеративного продукту II; 11 – пластинчастий конденсер; 12 – охолоджуюча петля з сорочкою.

Основним елементом установки є камера інфузії (рис. 9.12). За рахунок великої площі дотику продукту і пари продукт нагрівається миттєво. В нижній частині камери передбачена подача охолоджуючої води для руйнування піни. Після конденсації пари повітря з піни піднімається у верхню частину камери і відводиться. Плівка конденсату стікає по поверхні камери, запобігаючи утворенню накипу на поверхні.

Трубчастий витримувач діє по такому ж принципу, як гідравлічний затвор. Проходження продукту можливе тільки при поступленні нової порції. Коли



продукт не подається, то створюється вакуум і поступає пара, яка витісняє продукт.

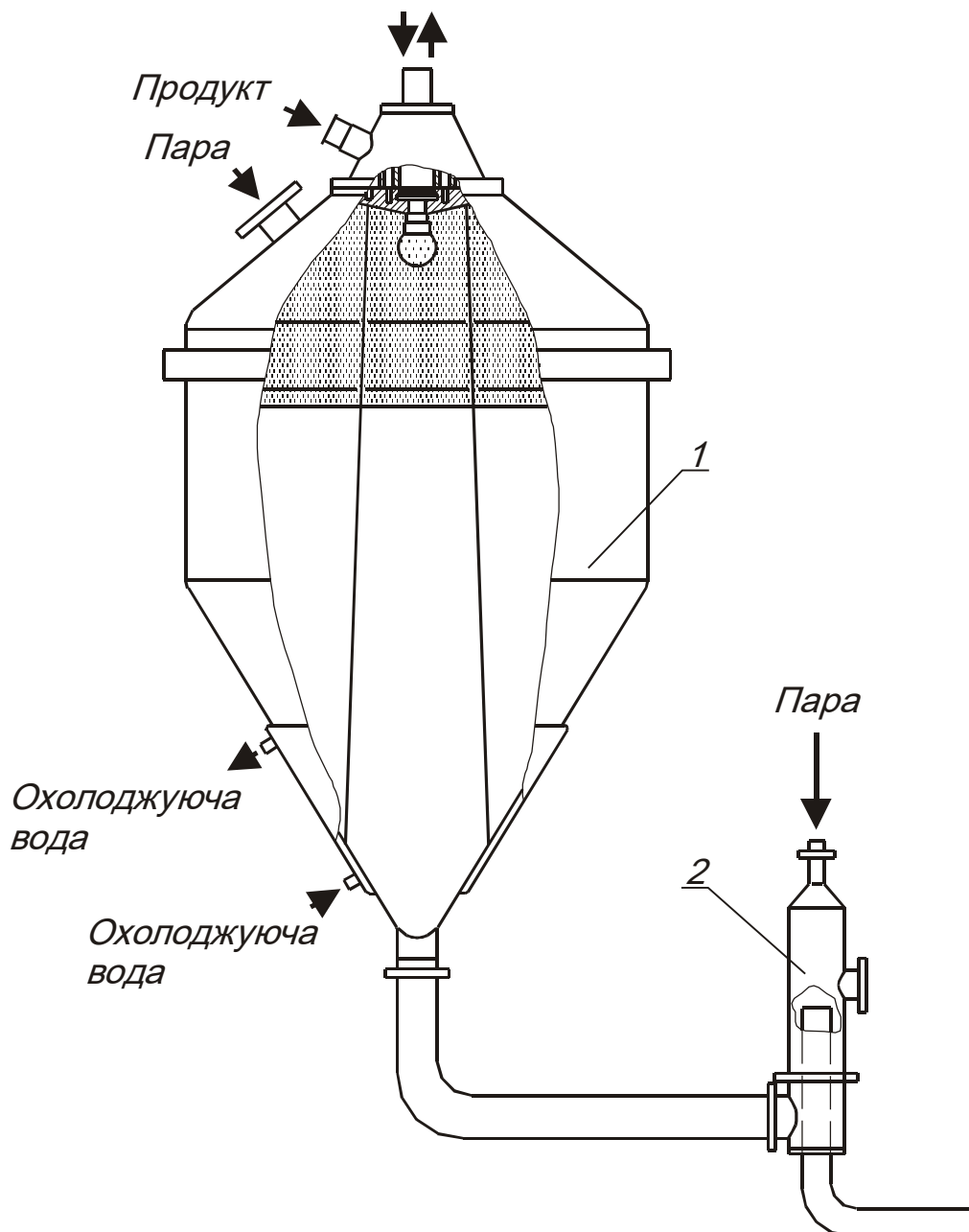


Рис. 9.12. Інфузійна камера:  
1 – інфузійна камера; 2 – трубчатий витримувач.

Охолодження продукту в пластинчастому теплообміннику характеризується високою інтенсивністю, що знижує до мінімуму термічні напруги в продукті.

З використанням вакуумного охолодження ефективно відводяться неприємні запахи і продукт не набуває характерного смаку і запаху.

**Установка для стерилізації струмами високої частоти.** При стерилізації електричним струмом високої частоти продукт в банці

підігрівається одночасно і рівномірно до заданої температури за декілька секунд. В процесі стерилізації струмами ВЧ не спостерігається суттєвої зміни хімічного складу продукту, запаху, смаку, кольору і вмісту вітаміну С.

Інтенсивність підвищення температури продукту залежить від кількості енергії, яку він поглинає.

$$P = E^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (9.14)$$

Потужність  $P$ , або інтенсивність нагрівання можна підвищити за рахунок збільшення кругової частоти змінного струму  $\omega$ .

$E$  – напруга, яка підводиться.

$C$  – ємність конденсатора, обумовлена вмістом банки.

$\operatorname{tg}(\delta)$  – коефіцієнт поглинання енергії, який залежить від властивостей матеріалу.

Найбільш раціональним є діапазон частот  $3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^7$  Гц.

Для здійснення процесу необхідна складна апаратура.

#### 9.4 Розрахунок автоклавів

Розрахунок автоклавів включає наступне. Кількість банок, які поміщаються в одну сітку автоклаву:

$$Z = 0,785a \frac{d_c^2}{d_\delta^2}, \quad (9.15)$$

де 
$$a = \frac{h_c}{h_\delta}; \quad (9.16)$$

$h_c$  – висота сітки;

$h_\delta$  – висота банки;

$d_c$  – діаметр сітки;

$d_\delta$  – діаметр банки.

Час заповнювання банками однієї сітки:

$$\tau_c = \frac{z}{n} \quad (9.17)$$

$n$  – продуктивність лінії, банок за секунду.

Число сіток, які одночасно загрузають в один автоклав

$$Z_c = \frac{\tau_g}{\tau_c}, \quad (9.18)$$

де  $\tau_g$  – максимальний час витримки (накоплення банок до їх стерилізації) після закупорювання ( $\tau_g = 1800\text{с}$ ).

Приймають ціле менше число стінок. Число банок, які завантажуються в автоклав  $n_\delta = Z_c \cdot Z$ .

Тривалість одного циклу роботи автоклаву

$$\tau = \tau_0 + \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4, \quad (9.19)$$

де  $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$  – час відповідно завантаження автоклаву, підвищення температури, стерилізації, зниження тиску і температури охолодження.

Продуктивність одного автоклаву (бан/с):

$$M = \frac{n_\delta}{\tau}. \quad (9.20)$$

Число автоклавів, необхідних для стерилізації  $n_a = \frac{n}{M}$ .

Інтервал часу між завантаженням окремих автоклавів:

$$\tau = \frac{n_\delta}{n}. \quad (9.21)$$

По одержаних даних будують графік роботи стерилізаційної станції.

В тепловому розрахунку автоклава встановлюють витрати пари на стерилізацію і витрату охолоджувальної води. Витрати пари на один цикл роботи визначають окремо для процесу нагрівання і окремо для процесу стерилізації. В перший період теплота витрачається на нагрів автоклаву:

$$Q_1 = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_c - t_1), \quad (9.22)$$

де  $G_1$  – маса автоклаву, кг;

$c_1$  – теплоємність сталі (482 Дж/кг·К);

$t_1$  – початкова температура автоклаву, °С;

$t_c$  – температура стерилізації.

Витрати теплоти на нагрів сіток:

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_c - t_2), \quad (9.23)$$

де  $G_2$  – маса сіток;

$t_2$  – температура сітки, °С.

На нагрів банок:

$$Q_3 = G_3 \cdot c_3 \cdot (t_c - t_3), \quad (9.24)$$

де  $G_3$  – маса банок;

$c_3$  – теплоємність матеріалу пари Дж/кг·К;

$t_3$  – початкова температура пари, °С.

Витрати теплоти на нагрів продукту:

$$Q_4 = G_4 \cdot c_4 \cdot (t_c - t_4), \quad (9.25)$$

де  $G_4$  – маса продукту, кг;

$c_4$  – теплоємність продукту, Дж/кг·К.

Витрати теплоти на нагрів води в автоклаві:

$$Q_5 = G_5 \cdot c \cdot (t_c - t_5), \quad (9.26)$$

де  $G_5$  – маса води в автоклаві, кг;

$c$  – теплоємність води, Дж/кг·К.

Втрати теплоти в навколишнє середовище:

$$Q_6 = F_a \cdot \tau_2 \cdot \alpha_0 (t_{cm} - t_n) \quad (9.27)$$

де  $F_a$  – площа поверхні автоклаву;

$\tau_2$  – тривалість перегріву, с;

$\alpha_0$  – сумарний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м<sup>2</sup>·К;

$t_{cm}$  і  $t_n$  – температура зовнішньої стінки ізоляції і повітря, °С.

Загальні втрати теплоти:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6. \quad (9.28)$$

Витрати пари в перший період роботи автоклаву  $D_1 = \frac{Q_{заг}}{(h - h_k)}$ ,

Де  $h$  – ентальпія пари від редуктора, Дж/кг;

$h_k$  – ентальпія конденсату, Дж/кг.

Витрати пари в одиницю часу  $D'_4 = \frac{D_1}{\tau_2}$ .

В другий період роботи автоклаву (при постійній температурі стерилізації) теплова енергія витрачається тільки на компенсацію втрат в навколишнє середовище шляхом конвекції і теплового випромінювання:

$$Q_7 = F_2 \cdot \tau_3 \cdot \alpha_0 (t'_{cm} - t_n), \quad (9.29)$$

де  $\tau_3$  – тривалість стерилізації;

$\alpha_0$  – сумарний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м<sup>2</sup>·К;

$t'_{cm}$  – температура стінки в другому процесі стерилізації, °С.

Витрати пари в другий період роботи автоклаву:

$$D_2 = \frac{Q_7}{(i - i_k)}. \quad (9.30)$$

Витрати пари в одиницю часу (кг/с):

$$D_2'' = \frac{D_2}{\tau_3}. \quad (9.31)$$

Загальні витрати теплоти:

$$D = D_1 + D_2. \quad (9.32)$$

Витрати води на охолодження продукту.

В розрахунку приймають, що температура пари, сіток, автоклаву завжди рівна температурі води в автоклаві і тільки продукт має більш високу температуру, рівну  $t + \Delta t$ .

Загальна маса автоклаву, сіток, банок і води (кг):

$$G'' = G_1 + G_2 + G_3 + G_4, \quad (9.33)$$

де  $G_1, G_2, G_3, G_4$  – маса відповідно автоклаву, сіток, банок і води.

Приведена теплоємність маси  $G''$ :

$$c_{np} = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2 + G_3 \cdot c_3 + G_4 \cdot c_4) G'', \quad (9.34)$$

де  $c_1, c_2, c_3, c_4$  – теплоємність відповідно матеріалу автоклаву, сіток, банок, води.

Кінцева температура в автоклаві, сіток, банок і води в автоклаві:

$$t'_k = t_k - (5 \div 7^\circ), \quad (9.35)$$

де  $t_k$  – кінцева температура продукту, °С.

Ентальпія системи в любий момент процесу:

$$H = G' \cdot c \cdot (t + \Delta t) + G'' \cdot c'_{np} \cdot t, \quad (9.36)$$

де  $G'$  – маса продукту, кг;

$c$  – теплоємність продукту, Дж/кг.

При підводі в автоклав  $dW$  (кг) охолоджуючої води температурою  $t_0$ , елементарна кількість теплоти, відведена від системи, складає:

$$dW(t - t_0). \quad (9.37)$$

Зміна ентальпії системи (якщо  $\Delta t$  прийняти постійним) складає:

$$H' = G' \cdot c \cdot (t + \Delta t + dt) + G'' c_{np}(t + dt). \quad (9.38)$$

Таким чином ентальпія системи зменшилась на таку величину:

$$\begin{aligned} & \left[ G' \cdot c \cdot (t + \Delta t + dt) + G'' \cdot c_{np} \cdot (t + dt) \right] - \\ & - \left[ G'' \cdot c \cdot (t + \Delta t) + G'' \cdot c_{np} \cdot t \right] = \\ & = (G' \cdot c + G'' c_{np}) dt \end{aligned} \quad (9.39)$$

Ентальпія системи зменшилась на кількість теплоти відведеної водою:

$$c_b dW(t - t_o) = (G'c + G''c_{np})dt$$

$$c_b dW = (G'c + G''c_{np}) \frac{dt}{t - t_o} \quad (9.40)$$

При інтегруванні одержаного рівняння праву частину одержимо в вигляді суми двох інтегралів з різною верхньою межею інтегрування:

$$W = G' \frac{c}{c_b} \int_{t_k}^{t_c} \frac{dt}{t - t_o} + G'' \frac{c_{np}}{c_b} \int_{t_k}^{t_c} \frac{dt}{t - t_o} \quad (9.41)$$

З якого після інтегрування одержуємо:

$$W = 2.303 \left( G'' \frac{c}{c_b} \lg \frac{t_c - t_o}{t_k - t_o} + G' \frac{c_{np}}{c_b} \lg \frac{t_c - t_o}{t_k' - t_o} \right) \quad (9.42)$$

### 9.5 Розрахунок пароконтактного нагрівача інжекційного типу

При розрахунку пароконтактного нагрівача інжекційного типу визначають конструктивні параметри (рис. 9.13). Внутрішній діаметр каналу визначають, виходячи із продуктивності:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4M}{\pi \cdot \omega_{cp}}} \quad (9.43)$$

де  $M$  – продуктивність установки, м<sup>3</sup>/с.

$\omega_{cp}$  – середня швидкість руху продукту в каналі ( $\omega_{cp} = 2,3 \dots 2,4$  м/с).

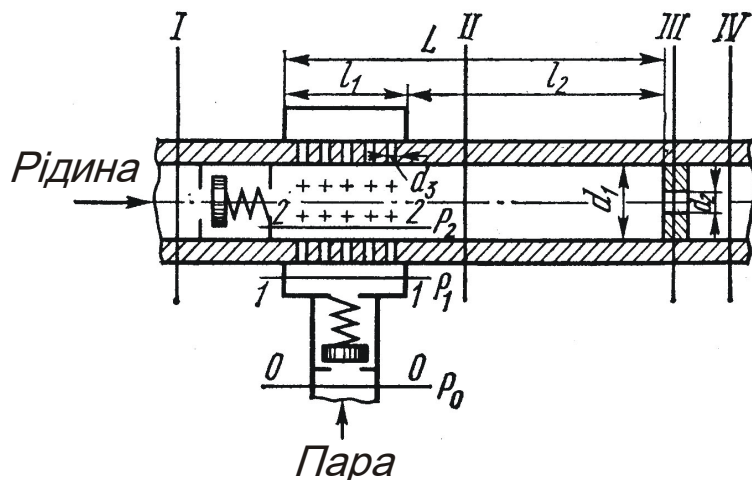


Рис. 9.13. Розрахункова схема нагрівача “пара в продукт”.

Діаметр отворів для пари приймають в межах  $d_n = 1 \dots 1,5$  мм, крок між отворами  $S = 3d_n$  мм.

Кількість поздовжніх рядів отворів:

$$\alpha = \frac{\pi d_1}{S}. \quad (9.44)$$

Загальна кількість отворів визначається за формулою:

$$N = \frac{D_n}{d_n}, \quad (9.45)$$

де  $D_n$  – кількість пари, необхідної для нагріву молока;  
 $d_n$  – кількість пари, яка проходить через один отвір, кг/с.

Кількість пари  $D_n$  (в кг/с) визначається з рівняння теплового балансу.

Кількість пари  $d_n$  (в кг/с) визначається за формулою:

$$d_n = 71,85 \frac{d_3^2}{\nu_2} \sqrt{h_1'' - h_2''}, \quad (9.46)$$

де  $\nu_2$  – питомий об'єм пари при тиску  $p_2$ , м<sup>3</sup>/кг;  
 $h_1''$  – ентальпія пари при тиску  $p_1$  перед паровим отвором, кДж/кг;  
 $h_2''$  – ентальпія пари при тиску  $p_2$  в каналі нагрівача, кДж/кг.

Тиск пари  $p_2$  визначається необхідною температурою нагріву, або приймається на величину  $\Delta p = (4 \dots 6) 10^4$  Па меншим від температури поступаючої пари.

Кількість отворів для пари в ряду:

$$n = \frac{N}{\alpha}, \quad (9.47)$$

відповідно довжина перфорованої частини:

$$l = n \cdot S. \quad (9.48)$$

Віддаль від перфорованої частини до дросельної шайби  $l_2$ , яка забезпечує витримування соку при даній температурі визначаємо за формулою:

$$l_2 = \frac{4h \cdot \tau}{\pi \cdot d_1^2}, \quad (9.49)$$

де  $\tau$  - тривалість витримування, с ( $\tau = 1 \dots 1,5$ с).

Діаметр отвору дросельної шайби  $d_2$  визначається за формулою:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4M}{\pi \cdot \nu_{3cp}}}, \quad (9.50)$$

де  $\nu_{3cp}$  – середня швидкість руху соку у звуженому січненні.

$$\nu_{3cp} = \sqrt{\frac{2p_2 - 3p_3 + \rho \cdot \alpha_2 \cdot \nu_{cp}^2}{\rho(\alpha_3 + \xi_3)}}, \quad (9.51)$$

де  $\rho$  – густина соку при температурі стерилізації, кг/м<sup>3</sup>;  
 $p_3$  – тиск в потоці соку після дросельної шайби, Па (рівний тиску у вакуум-охолоджувачі);  
 $\alpha_2$  – коефіцієнт Коріоліса для потоку в каналі нагрівача (січення II);  
 $v_{cp}$  – середня швидкість потоку соку в каналі нагрівача, м/с;  
 $\alpha_3$  – коефіцієнт Коріоліса для потоку в каналі дросельної шайби;  
 $\xi_3$  – коефіцієнт опору при різкому звуженні, приймають  $\xi_3 = 0,45 \dots 0,55$ .

При розрахунку пароконтактного нагрівача інфузійного типу визначають його основні конструктивні розміри: висоту камери  $H$ , діаметр диску, який утворює струминки і внутрішній діаметр камери  $D_6$  (рис. 9.14).

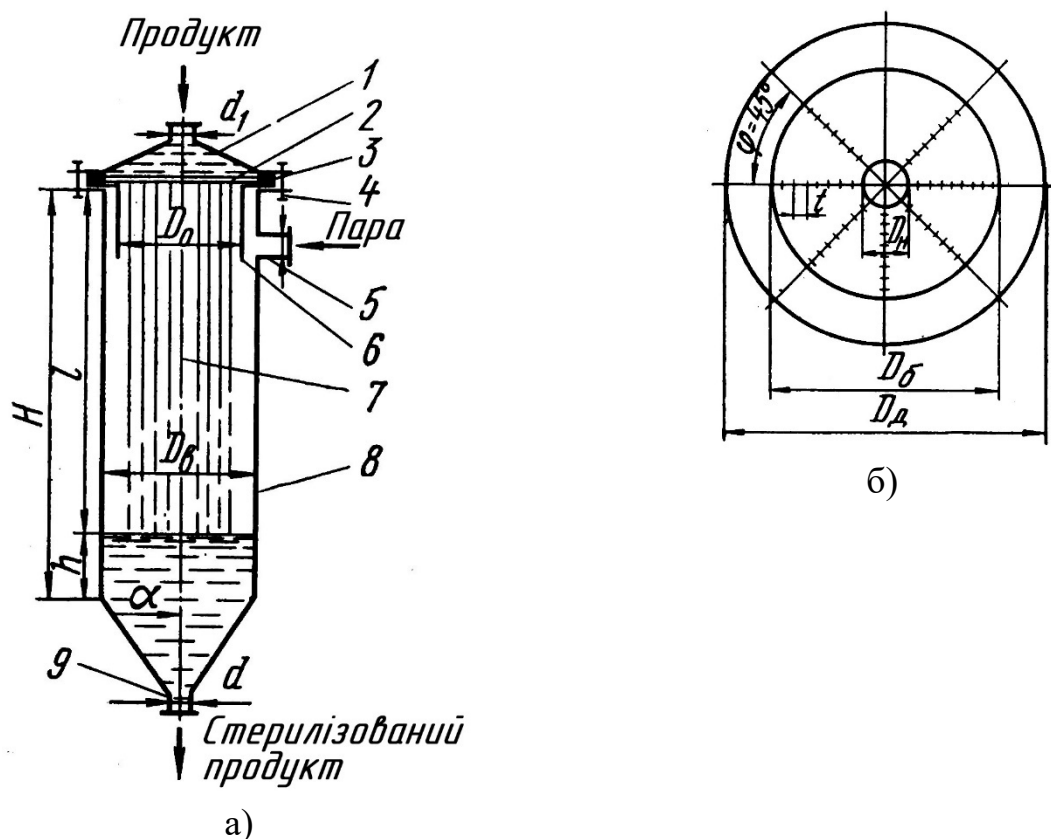


Рис. 9.14. Розрахункова схема нагрівача типу «продукт в пару»:

- а) камера нагрівача: 1 – кришка; 2 – струминний диск; 3 – прокладка; 4 – болтове з'єднання; 5, 8 – патрубки; 6 – відбійник; 7 – струмені соку; б) струминний диск.

Висота камери  $H$  визначається необхідною довжиною струминки  $l$ , при якій забезпечується її нагрів, і висотою продукту в камері  $h$ , яку приймають рівною 0,04...0,05 м.

Довжина  $l$  визначається за залежністю:



$$l = 8 \frac{d^{0,33}}{A} - d^{1,33} \ln \frac{t_n - t_1}{t_n - t_2}, \quad (9.52)$$

де  $d$  – діаметр отвору в струменевому диску, мм ( $d = 1,0 \dots 2,5$  мм);

$t_1, t_2$  – початкова і кінцева температура соку, °С;

$t_n$  – температура пари, °С;

$A$  – дослідний коефіцієнт (для протуктів типу соки без м'якоті можна прийняти  $A = 40$ ).

Формулу рекомендується використовувати при перепаді тиску по обидві сторони диску  $\Delta p = 50 \dots 500$  кПа.

Отвори для проходження соку рекомендується виконувати по радіально розміщених променях. Кут між променями рекомендується приймати  $\phi = 30 \dots 45^\circ$ .

Загальне число отворів визначається за формулою:

$$N = 1,274 \frac{M}{d^2 \cdot \mu} \sqrt{\frac{1962 \Delta p}{\rho}}, \quad (9.53)$$

де  $M$  – продуктивність установки, м<sup>3</sup>/с;

$\mu$  – коефіцієнт витрати ( $\mu = 0,7 \dots 0,8$ );

$\Delta p$  – перепад тиску на дискові, Па.

При розрахунку діаметра струменеутворюючого диска приймають крок між отворами  $t = 3d$ , віддаль від останнього отвору на промені на краю диску  $S = 0,02$  м.

При стерилізації продукції в пляшках або банках загальна витрата теплоти в Дж/год становить:

$$Q = M \left( G_M \cdot c_M + G_m \cdot c_m + \frac{G_H}{n} \cdot c_H \right) (t_{cm} - t_{ex}), \quad (9.54)$$

де  $M$  – продуктивність стерилізатора, пляшок/год;

$G_M$  – маса соку в пляшці або в банці, кг;

$G_m$  – маса пляшки або банки, кг;

$G_H$  – маса носія, кг;

$n$  – число пляшок або банок в ряду;

$c_M, c_m, c_H$  – відповідно теплоємність соку, банки, носія, Дж/(кг · °С);

$t_{cm}$  – температура стерилізації соку, °С;

$t_{ex}$  – температура поступаючого соку, °С.

Витрати пари  $D$  (в кг/год):

$$D = \frac{Q}{(h'' - h') \eta_\tau}, \quad (9.55)$$

де  $h'', h'$  – ентальпія пари і конденсату,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ;

$\eta_\tau$  – коефіцієнт корисної дії ( $\eta_\tau = 0,75 \dots 0,8$ ).

Тривалість нагріву  $T_{\text{нагр}}$  визначають за формулою:

$$T_{\text{нагр}} = \frac{G_M \cdot c_M \cdot 2,31 \lg \frac{t_n - t_{\text{вх}}}{t_n - t_{\text{см}}}}{F \cdot k}, \quad (9.56)$$

де  $t_n$  – температура пари, °С;

$F$  – площа поверхні пляшки або банки, м<sup>2</sup>;

$k$  – загальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup> · °С).

## 9.6 Розрахунок пластинчатих теплообмінників

При розрахунку теплообмінників необхідно визначити площу поверхні теплообміну, витрату робочих середовищ, розрахувати гідравлічні втрати в теплообміннику, провести необхідні міцнісні і конструктивні розрахунки, а для секційних теплообмінних апаратів встановити температурні режими роботи окремих секцій.

Рівняння теплового балансу для теплообмінника має вигляд:

$$Q = G \cdot c (t_k - t_n) = G_{pc} \cdot c_{pc} (t_{kpc} - t_{npc}), \quad (9.57)$$

де  $G$  – продуктивність установки, кг/с;

$G_{pc}$  – витрати робочого середовища, кг/с;

$$G_{pc} = G \cdot n, \quad (9.58)$$

де  $n$  – кратність робочого середовища (приймають  $n = 3 \dots 5$ );

$c, c_{pc}$  – питома теплоємність продукту і робочого середовища, кДж/кг·К;

$t_n, t_k, t_{npc}, t_{kpc}$  – відповідно початкова і кінцева температура продукту і робочого середовища, °С.

З врахуванням регенерації теплоти в багатосекційних теплообмінниках

$$Q = G \cdot c (t_k - t_n) (1 - \varepsilon), \quad (9.59)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт регенерації. В сучасних теплообмінниках  $\varepsilon = 0,75 \dots 0,85$ .

Якщо гріючим агентом є водяна пара, то

$$Q = G \cdot c (t_k - t_n) = D \cdot r, \quad (9.60)$$

де  $D$  – кількість пари, кг/с;

$r$  – питома теплота пароутворення, кДж/кг.

Для пароконтактних теплообмінників

$$D(h_n - h_k) = m \cdot c(t_k - t_n), \quad (9.61)$$

де  $h_n, h_k$  – відповідно початкова і кінцева ентальпія пари, кДж/кг.

При розрахунку багатосекційних теплообмінників, які працюють з регенерацією теплоти, необхідно знати температурні режими роботи кожної секції. Для цього розробляють структурну схему теплообмінника і графік зміни температур продукту та робочих середовищ (рис. 16).

$$t' = t_n + \varepsilon(t_3 - t_1); \quad (9.62)$$

$$t'' = t_k - \varepsilon(t_3 - t_1); \quad (9.63)$$

$$t_1 = t_n; \quad (9.64)$$

$$t_3 = t_k; \quad (9.65)$$

де  $t'$  – температура непастеризованого продукту на виході з секції регенерації;

$t''$  – температура пастеризованого продукту на виході із секції регенерації.

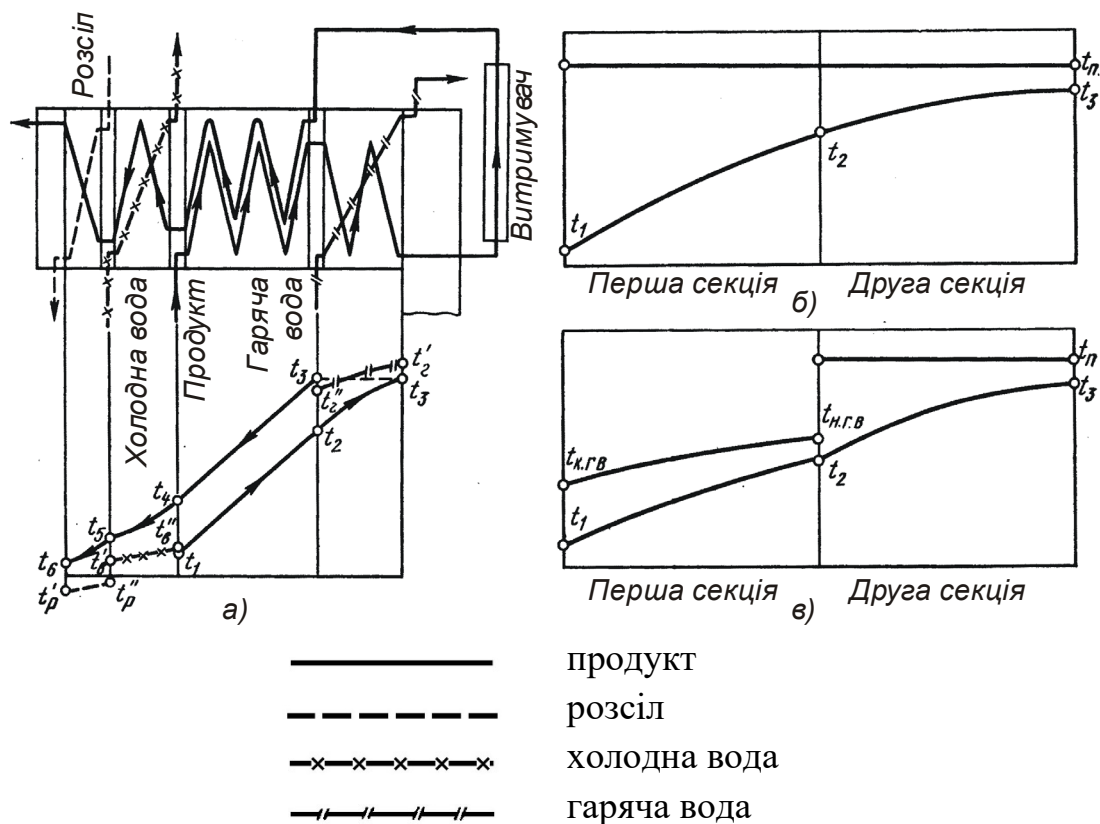


Рис. 9.15. Схема зміни температур по секціях пластинчастого теплообмінника (а), схеми зміни температур в трубчастому теплообміннику: теплоносій-пара (б), теплоносій – гаряча вода і пара (в).

Температуру продукту  $t''' = t_5$  на виході із секції водяного охолодження приймають на 2...3°C більшою, ніж температура поступаючої води.

Температуру робочих середовищ вибирають в залежності від технічних можливостей підприємства.

Температуру робочих середовищ приймають в межах:

- температура гарячої: 96...80°C;
- температура розсолу: – 3... – 10°C;
- температура льодяної води: 1...2°C.

Якщо позначити  $t'_2, t'_6, t'_p$  – відповідно температура гарячої, холодної води і розсолу, то температури на виході  $t''_2, t''_6, t''_p$  можна визначити із співвідношень:

$$t''_2 = t'_2 - \left( \frac{c_M}{c_2} n_2 \right) (t_3 - t_2); \quad (9.66)$$

$$t''_6 = t'_6 - \left( \frac{c_M}{c_6} n_6 \right) (t_4 - t_5); \quad (9.67)$$

$$t''_p = t'_p - \left( \frac{c_n}{c_p} n_p \right) (t_5 - t_6), \quad (9.68)$$

де  $c_n, c_2, c_6, c_p$  – відповідно теплоємність продукту, гарячої води, холодної води, розсолу, кДж/кг·К;

$t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$  – температура продукту на виході і вході кожної секції;

$n_2$  - кратність подачі гарячої води, ( $n_2 = 4 \dots 6$ );

$n_6$  - кратність подачі холодної води, ( $n_6 = 3$ );

$n_p$  - кратність розсолу, ( $n_p = 2,5 \dots 3$ );

Площу поверхні теплопередачі можна визначити за рівнянням теплопередачі

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{cp}, \quad (9.69)$$

звідси:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (9.70)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м<sup>2</sup>К;

$\Delta t_{cp}$  – середній температурний напір, °С;

Середню різницю температур  $\Delta t_{cp}$  (в °С) при встановленому теплообміні необхідно розраховувати за наступними формулами:

при відношенні  $\frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_M} > 2$  визначають як середньологарифмічну:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_M}{\ln \left( \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_M} \right)}; \quad (9.71)$$

при  $\frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_M} < 2$  визначають як середньоарифметичну:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} + \Delta t_M}{2}, \quad (9.72)$$

де  $\Delta t_{\bar{\theta}}$  і  $\Delta t_M$  – відповідно більший і менший перепад температур між гарячим і холодним теплоносієм.

Використовуючи орієнтовні коефіцієнти теплопередачі 1280...2100 Вт/м<sup>2</sup>·К, можна визначити необхідну площу поверхні теплообміну.

Для пластинчастого теплообмінника необхідно розробити компоновку теплообмінника, тобто розрахувати число пластин в секції, яке визначається за формулою:

$$n = \frac{F}{f}, \quad (9.73)$$

де  $f$  – площа поверхні однієї пластини теплообмінника.

При числі каналів  $m$ , число пакетів  $x$ :

$$x = \frac{n}{m}, \quad (9.74)$$

*Гідравлічний розрахунок* теплообмінника передбачає визначення гідравлічного опору для підбору відповідного насосу.

Коефіцієнт гідравлічного опору  $\xi$  для стрічково-потоківих пластин:

$$\xi = 11,2 \text{Re}^{-0,25}; \quad (9.75)$$

для сітчасто-потоківих пластин:

$$\xi = 15 \text{Re}^{-0,25}. \quad (9.76)$$

Гідравлічні втрати в одній секції пластинчастого теплообмінника визначають за формулою:

$$\Delta p = \xi \frac{L_n \rho \cdot \omega^2}{d_e} x, \quad (9.77)$$

де  $L_n$  – приведена довжина потоку,  $L_n = \frac{F}{b}$ , м;

$d_e$  – еквівалентний діаметр каналу, м;

$\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  – швидкість потоку, м/с;

$x$  – число пакетів у секції.

В трубчастих теплообмінниках коефіцієнт  $\lambda$  втрат по довжині трубопроводу визначається по одній із відомих формул курсу гідравліки із врахуванням місцевих втрат.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Які чинники беруть до уваги при виборі температури і тривалості теплової обробки?
2. Наведіть класифікацію автоклавів.
3. Опишіть будову і принцип роботи вертикального автоклава Б4-КАВ-3.
4. За рахунок чого створюється різниця тисків при стерилізації?
5. Для чого в комунікаціях автоклавів використовуються зворотні клапани.
6. Чим забезпечується герметичність з'єднання кришки з корпусом вертикального автоклаву?
7. Скільки візків входять до комплектації горизонтального автоклава?
8. Опишіть конструкцію роторного стерилізатора.
9. Які основні недоліки роторних стерилізаторів?
10. Які наслідки заклинювання банки в приймальному або відвідному клапані барабанного стерилізатора?
11. Яким чином забезпечується рух банок вздовж барабану стерилізатора?
12. Яким чином створюється тиск в горизонтальних стерилізаторах?
13. Яким чином забезпечується рух продукту в гідростатичному стерилізаторі?
14. Яким чином здійснюється регулювання продуктивності в гідростатичному стерилізаторі?
15. Вкажіть недоліки гідростатичних стерилізаторів.
16. Консерви у яких видах тари можна стерилізувати в автоклавах?
17. Які підсистеми перевіряють в автоклаві перед запуском?
18. Що роблять для зменшення тиску в скляній тарі у процесі стерилізації?
19. З чого виготовляють пластини теплообмінників у консервній промисловості?
20. Що є причиною широкого використання пластинчастих теплообмінників?
21. Принцип роботи пароконтактної УТВ - установки інфузійного типу фірми АПВ Пасілак.

## Глава 10. Обсмажувальні апарати

Процес обсмажування здійснюється в спеціальних печах. Обсмажувальні печі можуть працювати при атмосферному тиску, коли температура випарювання вологи із продукту близька до  $100^{\circ}\text{C}$  і під вакуумом, коли температура розрідження в апараті рівна приблизно  $55\dots 60^{\circ}\text{C}$  в обох випадках температура масла досягає  $120\dots 140^{\circ}\text{C}$ .

В залежності від виду теплоносія розрізняють печі з обсмажуванням в маслі, в потоці гарячого газу (повітря), під дією інфрачервоних променів.

В печах з паровим підігрівом використовують водяну пару під тиском  $0,8\dots 1,2$  МПа, яку подають в нагрівальні камери трубчастих теплообмінників.

Нагрівальні камери розташовані в ванні печі і занурені в масло, пара конденсується всередині трубок. Трубки розміщені в один ряд або два по висоті, частіше всього їх сплющують. Нагрівальна камера може бути винесена за межі ванни. В цьому випадку всередині труби рухається масло, а ззовні- водяна пара.

Печі бувають механізовані і немеханізовані. В перших потік продукту неперервно переміщується через обсмажувальну піч за допомогою транспортеру із з'ємними (нез'ємними) сітками або стрічковим транспортером.

Всі транспортні пристрої механізованих печей рухаються зі швидкістю  $0,4\dots 0,8$  м/хв. В механізованих обсмажувальних печах встановлюються дозатори для подачі продукту. В деяких печах передбачається охолодження продукту.

### 10.1. Теоретичні основи тепло- і масообміну в обсмажувальних печах

В продукті під дією теплоти протікає ряд зв'язаних між собою фізичних і фізико-хімічних процесів, в результаті цього проходить виділення вологи, всмоктування масла, об'ємна усадка продукту, виділення газів, підвищення тиску всередині кусків, збільшення пористості, а також зміна густини і теплоємності продуктів.

Швидкість протікаючих процесів залежить від форми і розміру кусків продукту, температури масла, умов теплообміну між маслом і продуктом та інших факторів.

Процес перенесення вологи і теплоти всередині продукту зв'язаний із зовнішнім теплообміном.

При обсмажуванні овочів можна виділити два періоди масообміну. В перший період температура в продукті поступово підвищується від поверхневих шарів до центральних до  $96\dots 99^{\circ}\text{C}$ . В цей період волога рухається до центру у вигляді рідини і назовні у вигляді пари.

Швидкість відділення вологи постійна, але величина її залежить від умов теплообміну. В другий період температура в кожному шарі зразку деякий час залишається постійною і рівною  $96\dots 99^{\circ}\text{C}$ , потім при досягненні вологовмісту  $200\dots 300\%$  до абсолютно сухої речовини температура поступово підвищується приблизно до значення температури масла.

В промислових умовах кінцевий вологовміст овочів завжди перевищує 200...300 % від абсолютно сухої речовини.

Внаслідок цього в другий період обсмажування температура в центрі продукту утримується в межах 96...99°C і волога рухається тільки у вигляді пари.

При обсмажуванні овочів відділяється головним чином вільна волога, яка виділяється із кліток після їх плазмолізу під дією високої температури. Виділення вологи проходить під дією загального градієнту тиску.

Паромасляна емульсія, утворена в результаті випарювання вологи, має тенденцію рухатися із значною швидкістю. При досягнення бульбашками верхнього рівня вони лопають. Маючи температуру меншу, ніж масло в нижчих шарах, верхні шари починають рухатися вниз. Швидкість масла досягає 1см/с.

При рівновазі процесу, коли теплота, що поступила від пари до масла, дорівнює теплоті, відданій маслом продукту, інтенсивність теплообміну можна описати наступними залежностями:

для першого періоду

$$kF\tau(t_n - t_m)\beta = \alpha_3 F_{np}\tau(t_m - t_{np}); \quad (10.1)$$

$$k \cdot F \cdot \tau(t_n - t_m)\beta = a_3 \cdot F_{np} \cdot \tau(t_m - t_{np})$$

для другого періоду

$$kF\tau(t_n - t_m)\beta = \frac{\lambda_k}{\delta_k} F_{np}\tau(t_m - t_{исп})$$

$$k \cdot F \cdot \tau(t_n - t_m)\beta = \frac{\lambda_k}{\delta_k} \cdot F_{np} \cdot \tau(t_m - t_{исп}), \quad (10.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$F$  – площа поверхні нагріву, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – тривалість теплообміну, с;

$t_n$  і  $t_m$  – відповідно температури пари і масла °С;

$\beta$  – частка теплоти, сприйнята продуктом ( $\beta = 0,6 \dots 0,7$ );

$a_3$  – коефіцієнт тепловіддачі від масла до продукту, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$F_{np}$  – площа поверхні продукту, дотична з маслом, м<sup>2</sup>;

$t_{np}$  – температура поверхні продукту, °С;

$\lambda_k$  – коефіцієнт теплопровідності скоринки продукту, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$\delta_k$  – товщина скоринки продукту, м;

$t_{исп}$  – температура випаровування вологи в продукті °С ( $t_{исп} = 100^\circ\text{C}$ ).

В перший період обсмажування інтенсивність теплообміну визначається значенням коефіцієнтів тепловіддачі від масла до продукту ( $\alpha$ ) шляхом конвенції. При утворенні шкірки інтенсивність теплообміну визначається вже коефіцієнтом теплопровідності скоринки і її товщиною.

Критеріальна залежність при обсмажуванні має вид



$$Nu = \frac{\alpha \cdot L}{\lambda} = 8,55 Re^{0,93} \left( \frac{t_m}{t_{pr}} \right)^{-5}.$$

В залежності від умов обсмажування, розміру і виду продукту одержати наступні значення коефіцієнта тепловіддачі ( $\alpha$ ) масла до продукту: морква (кубики) 350...400; морква (стружка) 565; кабачки (кружки) 330...540.

Аналіз рівнянь (10.1) і (10.2) показує, що швидкість руху масла уздовж поверхні продукту інтенсифікує теплообмін тільки в перший період обсмажування, коли ще немає скоринки і передача теплоти здійснюється головним чином конвекцією, а випаровування вологи відбувається в поверхневих шарах продукту.

У другий період, коли утворюється скоринка, що створює значний термічний опір, швидкість масла вздовж поверхні продукту дуже мало впливає на інтенсивність теплообміну.

Тривалість обсмажування овочів залежить від багатьох факторів: від виду овочів, ступені подрібнювання, температури масла, способу обсмажування.

Час обсмажування в печах встановлюють в залежності від швидкості руху транспортеру і регулюють періодично за допомогою варіатора швидкостей.

Температура масла у ванні, а також температура охолоджуючої води автоматично контролюється за допомогою термореле, через електронне реле зв'язаних з виконуючим механізмом, який відкриває і закриває вентиль подачі гріючої пари.

Верхній рівень може бути постійним лише при неперервному доливанні масла у ванну печі.

Неперервне доливання масла доцільно проводити поплавковим регулятором рівня.

Автоматично контролюється рівень води (за законом сполучених посудин, або по діаметричній проникливості (масло-вода).

## 10.2. Обсмажувальні печі

Обсмажування – це процес теплової обробки продуктів за температури 120-160 °С з використанням проміжного теплоносія (рослинної або тваринної олії) яка контактує з сировиною.

*Автоматизована паромасляна піч АПМП-1* дозволяє автоматично регулювати процес обсмажування овочів при виробництві овочезакусочних консервів.

Складається із завантажувального пристрою-елеватора — “Гусяча шия”, ванни транспортеру 2, приводу печі 8, установки для транспортування і фільтрування масла, трубопроводів масла, пари і води.

Ванна розділена на два відсіки 3 і 7. В першому відсіку розміщені дві нагрівальні камери, кожна з яких має три ряди труб по висоті ванни; у другому - дві дворядні нагрівальні камери, підняті відносно камер першого відсіку на 50мм. Таке розділення ванни на два відсіки зі ступінчастим розміщенням

нагрівальних камер дає змогу зменшити кількість використовуваної олії, а поділ поверхні нагрівання за довжиною ( 65% у першому відсіку і 35% - у другому). забезпечує рівномірну температуру олії. Олія відокремлена від днища камери 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.

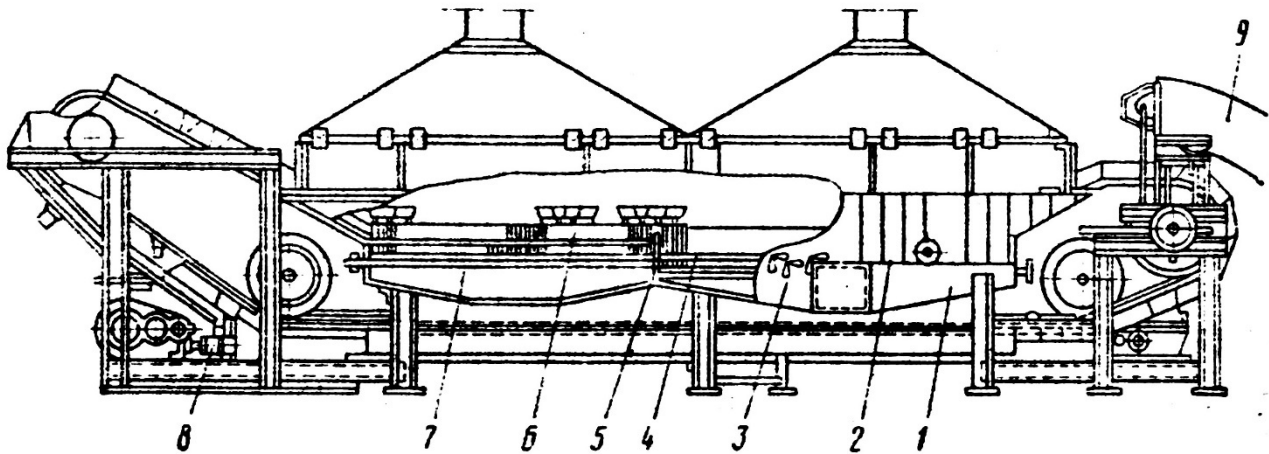


Рис. 10.1. Автоматизована паромасляна піч АПМП-1:

1 – ванна; 2 – транспортер; 3, 7 – відсіки; 4 – охолоджувачі; 5 – розділяюча перегородка; 6 – нагрівальні камери; 8 – привод печі; 9 – елеватор типу «гусяча шия».

Нагрівальні камери і охолоджувачі є теплообмінниками, які складаються з плоско-паралельних труб, вварених в прямокутні колектори.

Розвантажувальний пристрій представляє собою каркас з розміщеними на ньому приводною станцією і щитком, які покривають стрічку транспортеру, захисним кожухом, вібратором і піддоном для стоку масла.

Для транспортування продукту використовується транспортер. Установка для транспортування і фільтрування масла включає напірний і фільтруючий баки, фільтр, поплавковий регулятор.

**Печі для смаження сухариків та горішків ПСЖ-Г300КД, ПСЖ-Э300КД, ПСЖ-Г1000КД.** Конвеєрні печі даної серії призначені для смаження (сушки) сухарів різних форм, і можуть бути використані при виробництві інших продуктів. Ідеальна рівномірність смаження (сушки) продукту (особливо добре це видно на білому хлібі - сухар виходить монолітно, набуває ніжно-жовтого кольору) досягається за рахунок смаження належно підготовленим і направленим повітрям: а) генератор тепла виведений з камери смаження і тому не має шкідливої (перепалювальної) дії перегрітого металу; б) повітря дуже інтенсивно «прошиває» весь шар продукту (без «мертвих» зон) за рахунок потужної циркуляції і системи направляючих, яка рівномірно розподіляє потік по всіх конвеєрах печі; в) тракт спалювання газу і руху робочого повітря роз'єднані, повітря не контактує з полум'ям пальника. Останній факт дозволяє на даних печах використовувати пальники під будь-який вид енергоносія, без

наслідків для продукту. Так само на якість смаження впливає дбайливе (плавне пересипання| з конвеєра на конвеєр) і оптимальне по кількості перемішування продукту. Рециркуляція робочого повітря повністю термоізолюваним трактом, з відбором зайвої вологи, через спеціальний вентилятор, дає суттєву економію в порівнянні з машинами, де підігріте повітря після першого проходу викидається.

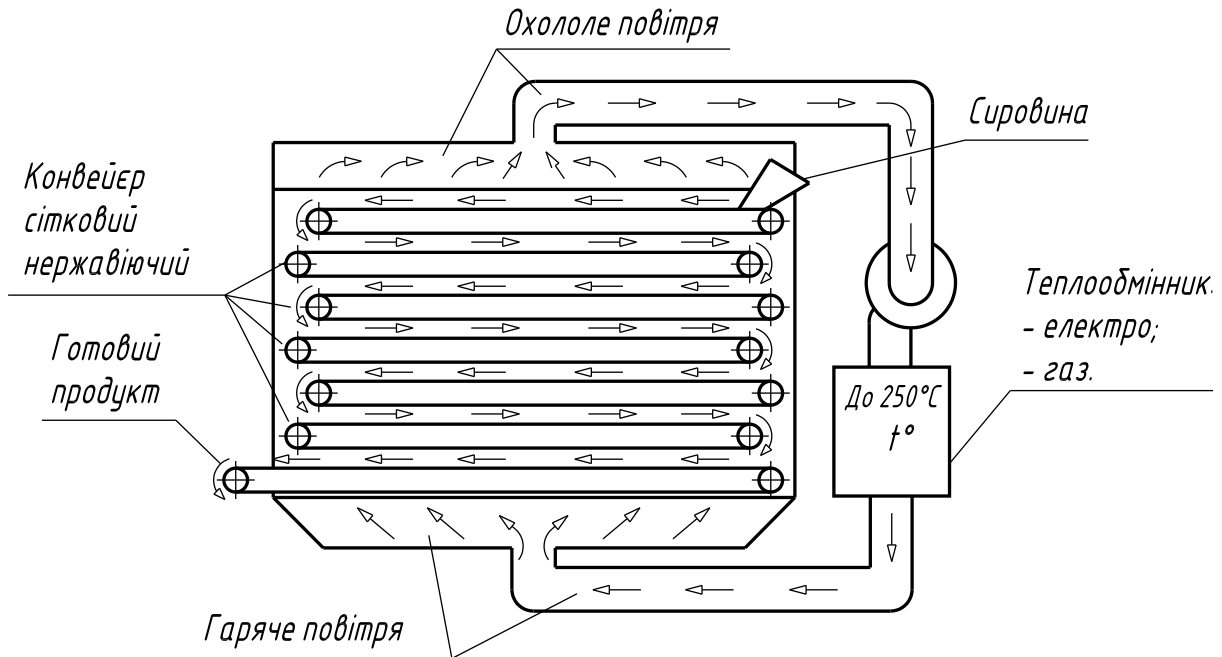


Рис. 10.2. Принципова схема печі для смаження сухариків та горішків ПСЖ-Г300КД, ПСЖ-Э300КД, ПСЖ-Г1000КД.

Переваги в роботі:

автоматично підтримується задана температура, з маленькими відхиленнями;

плавно регулюється час смаження та швидкість руху продукту в печі;

внутрішня частина обладнання, що складається з конвеєрної системи, може витягнена за 5...10 хвилин, що дає величезну зручність в чищенні і огляді всіх рухомих і контактуючих з продуктом часток.

**Піч обсмажувальна камерна циклічної дії "ВИХОР – 120А"** призначена для обсмажування в потоці гарячого повітря сипких продуктів: горіхів (арахіса, фундука, мигдаля, фісташок), насіння соняшнику, зерен кави, какао-бобів, сої і їх охолодження для подальшої упаковки.

Основними елементами обсмажувальної камери є:

зварна шафа 8, усередині якої відбувається сушка і обсмажування продукту в потоці гарячого повітря;

завантажувальний бункер 11;

завантажувальна 12 і розвантажувальна 13 заслінки, що приводяться в рух за допомогою актуаторів; грат, через які в камеру проходить потік гарячого повітря;

вставка, призначена для впорядкування циркуляції продукту при його русі (фонтануванні) в потоці гарячого повітря;

два заklenі віконця із електролампами для спостереження за рухом, що відбувається в камері, продукту.

У камері встановлений пробовідбірник через гумове ущільнення. У верхній частині камери встановлений датчик температури повітря «на виході».

Охолоджувач 2 складається з камери охолодження, камери відсмоктування, вентилятора та вихідного патрубку. Він розташований нижче за обсмажувальну камеру. При відкритті розвантажувальної заслінки 13 обсмажувальної камери продукт зсипається в камеру охолодження, дно якої, а також приймальний лоток і розвантажувальна заслінка 17, виконані з неіржавіючої сітки. Камера відсмоктування сполучена зі всмоктуючим патрубком вентилятора.

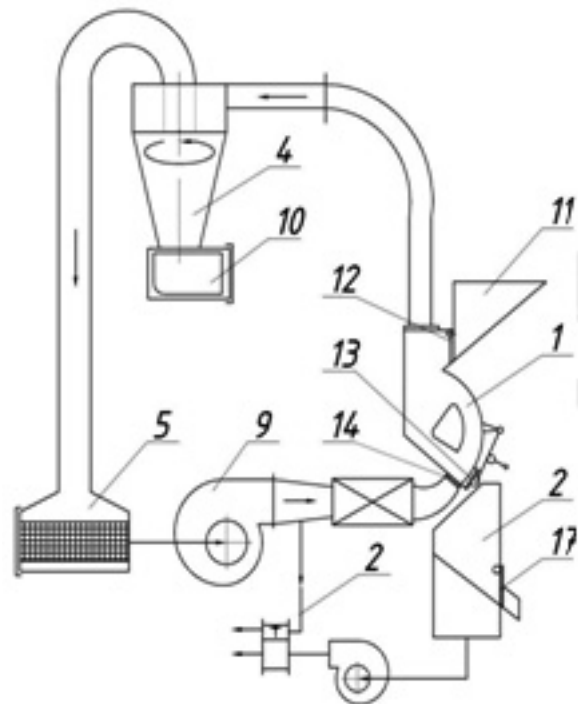


Рис. 10.3. Піч обсмажувальна камерна "Вихор – 120А":

1 – камера обсмажувальна; 2 – охолоджувач; 3 – калорифер; 4 – циклон; 5 – фільтр; 6 – пробовідбірник; 7 – каркас; 8 – шафа; 9 – вентилятор основного контура в корозійностійкого і теплостійкого виконання; 10 – ємкість-приймач лушпиння; 11 – завантажувальний бункер; 12 – завантажувальна заслінка; 13 – розвантажувальна заслінка; 14 – ґрати; 15 – вентилятор; 16 – вихідний патрубок; 17 – розвантажувальна заслінка.

На нагнітальному патрубку вентилятора встановлений вхідний патрубок, до якого при монтажі установки на місці експлуатації має бути приєднаний витяжний повітровод. До вихідного патрубку, окрім вентилятора, приєднаний атмосферний повітровод невеликого перетину, сполучений з основним контуром в місці, де при роботі установки створюється найбільший надмірний тиск, тобто між вентилятором основного контура 9 і калорифером 3. Цей повітровод призначений для зв'язку замкнутої системи основного контура з атмосферою, з метою створення умов для притоки свіжого повітря в систему через нещільність в ній і компенсації зміни об'єму повітря в системі при її розігріванні і

охолодженні. Для регулювання цих процесів служить заслінка з важком, розташована у вихідному патрубку охолоджувача.

Очистка продукту від домішок здійснюється під впливом потоку повітря і всі домішки містяться в продукті віддаляються з нього. Повітря із зваженими домішками піддається подвійному очищенню. Більшість зважених домішок віддаляються з повітря в циклоні, за рахунок відцентрової сили, яка притискує їх до стінок, вони втрачають кінетичну енергію і потім вони осідають в ящик для сміття. Решта домішок віддаляється за допомогою фільтрувального елемента.

**Обсмажувальна піч з електропідігрівом.** Обсмажування рибних палочок здійснюється в обсмажувальній печі з електропідігрівом.

Під подвійним днищем 2 ванни 1 розміщені дві секції електроспіралей. Олія циркуляційним насосом подається в порожнину двійного дна, нагрівається від включених електроспіралей і подається через щілинний колектор в піч. Олія, проходячи через вузьку щілину дроселюється і поступає в ванну із швидкістю 12...15 м/с (швидкість олії в ванні біля 0,2 м/с). З другого боку ванни олія стікає через патрубок 5 в барабанний фільтр 6 для грубої очистки.

При обсмажуванні в печі одночасно знаходиться біля 1100 кг олії і добавляється біля 65 кг/год свіжої.

Продукт переміщається в ванні за допомогою двох транспортерів розміщених один над одним. Рибні палочки, укладені на сітчасту металеву стрічку конвеєра 8 при русі щільно притискаються до стрічки конвеєра 7 і в такому положенні разом зі стрічками зануруються в гарячу олію.

Час обсмажування в печі 1...3,5 хв. При швидкості руху стрічки 4 м/хв продуктивність печі 400 кг/год.

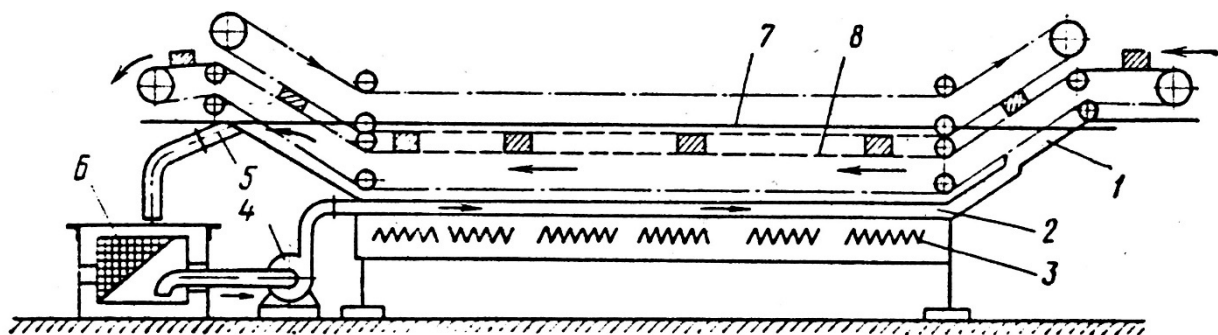


Рис. 10.4. Принципова схема обсмажувальної печі з електропідігрівом:  
1-ванна; 2 – подвійне днище; 3 – електроспіралі; 5 – патрубок стикування масла; 6 – барабанний фільтр; 7,8 – стрічки транспортера.

### 10.3 Конструкції нагрівальних камер обсмажувальних печей

Нагрівальна камера (рис. 10.5, а) з двохранним пучком труб утворена із двох циліндричних колекторів, розміщених паралельно в одній вертикальній площині.

В колектори вварені кінці труб, зігнуті в виді U подібної петлі. В верхній підводиться пара із нижнього відводиться конденсат. Нагрівальна багаторядна

камера з двома колекторами, в які вварені труби (252шт) довжиною 0.9 м і діаметром 14 мм показана на рис. 10.5 б.

Експлуатуються обсмажувальні камери з примусовою і природньою циркуляцією. Трубки нагрівальної камери розміщені поперек ванни, а колектор вздовж стінок ванни.

В нагрівальній камері конструкції Українського науково-дослідницького інституту консервної промисловості (рис. 10.5, б) колектори розміщені вздовж неї, а трубки — поперек печі в двох відсіках ванни. Обсмажувальні печі з виносною нагрівальною камерою бувають з примусовим і природнім рухом масла. Нагрівальна камера такої печі являє собою кожухотрубний теплообмінник, трубами якого рухається масло, а в міжтрубному просторі – пара високого тиску.

В виносній нагрівальній камері з природньою циркуляцією масла (рис. 10.5, в) є 56 трубок з внутрішнім діаметром 28 мм, розміщених в середині корпусу з діаметром 410 мм. Трубки встановлені під кутом  $6^\circ$ , що забезпечує природню циркуляцію масла.

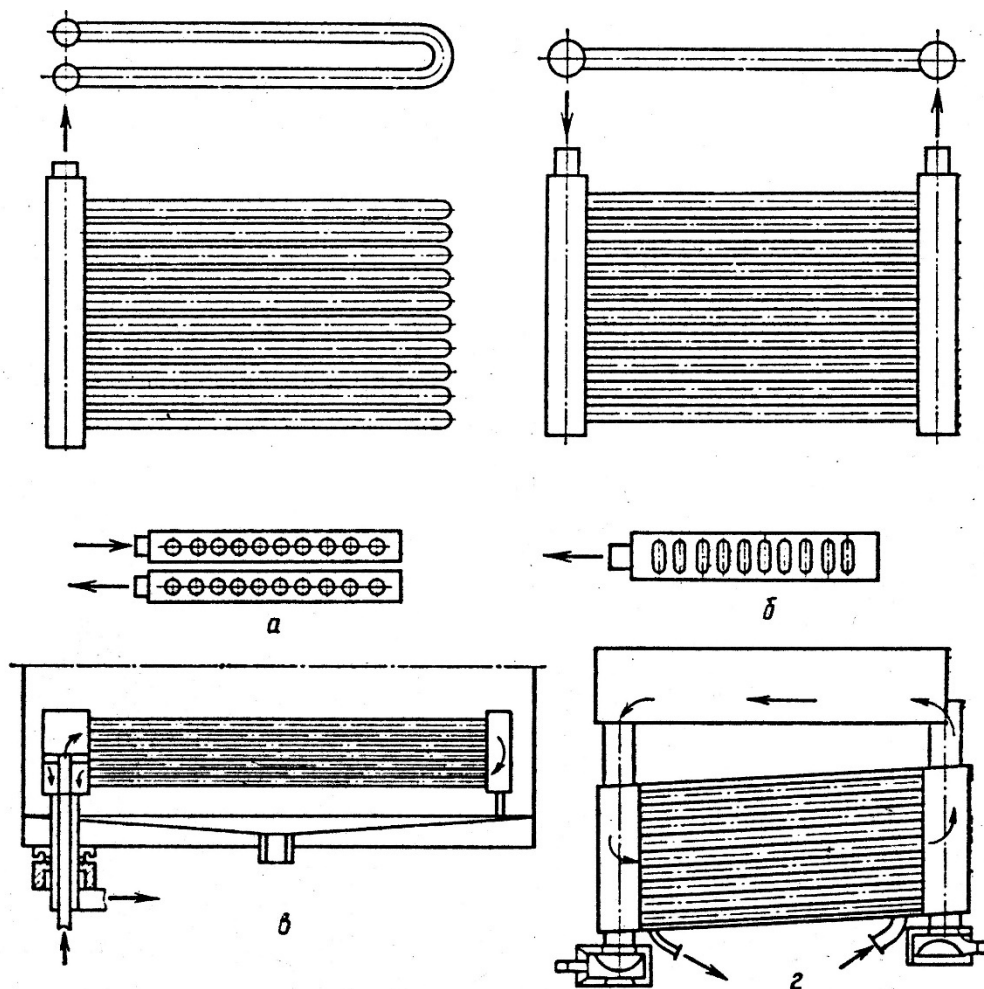


Рис. 10.5. Конструкції нагрівальних камер обсмажувальних печей.

В печах ризького заводу “Кайя” ПКЗ - 2 (рис. 10.5 г) нагрівниками є електричні спіралі, вкладені в ізоляторах під днищем. Теплопередача від

нагрівних спіралей до дна через повітряну трубку проходить шляхом конвекції і радіації. Така конструкція спрощує санітарну обробку ванни і для покриття продукту в ванні потрібно мінімальний шар масла.

#### 10.4. Основні недоліки обсмажувальних печей

Основними недоліками обсмажувальних печей є:

- використання дворядної трубчатої нагрівальної камери. При такій конструкції середній шар масла повинен мати значну висоту, при якій збільшується кількість масла в апараті і зменшується коефіцієнт змінності.
- неповне використання поверхні дзеркала масла.
- утруднена очистка нагрівальних труб.
- довгий шлях пари, що понижує активність теплообміну.

Одним з основних показників апарату є питома площа поверхні нагріву  $f_{nm}$ , тобто відношення поверхні нагріву до поверхні зеркала масла. Для більшості обсмажувальних печей питома поверхня складає в середньому 5,5...6,5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, в сучасних обсмажувальних печах  $f_{nm} = 9...10$  м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Температуру масла між сітками підтримують при обсмажуванні овочів на рівні 120...160°C, при обсмажуванні риби- 140...180°C.

Час обсмажування залежить від щільності тканини, форми та розмірів шматочків сировини.

Продуктивність обсмажувальної печі перш за все залежить від виду обсмажуваної сировини (відсоток усмаження яких різний) та конструкції камер.

Витрати пари при обсмажуванні 1000кг в печах з водяною подушкою складає: для цибулі- 1100...1150 кг, для моркви -1000 кг.

Вода, яка знаходиться під шаром гарячого масла, змінюється неперервно.

#### 10.5. Розрахунок обсмажувальних печей

Витрати теплоти в обсмажувальних печах складаються із окремих статей.

Витрата теплоти на нагрівання продукту:

$$Q_1 = G \cdot c \cdot (t_4 - t_3).$$

Випарювання вологи при обсмажуванні:

$$Q_2 = 0.01 \cdot G \cdot X_n \cdot r,$$

де  $X_n$  – істинний відсоток усмаження;

$r$  – теплота випарювання.

Витрати теплоти на нагрів сіток:

$$Q_3 = \frac{G}{G_{np}} \cdot G_k \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_0).$$

Витрата теплоти на нагрів масла, яке доливають:

$$Q_4 = 0.01 \cdot G \cdot M \cdot (t_2 - t_1).$$

Витрати теплоти на нагрів охолоджуючої води:

$$Q_5 = G_{ce} \cdot B \cdot (t_6 - t_5).$$

Витрати теплоти в навколишнє середовище шляхом конвекції:

$$Q_6 = F_{\alpha} \cdot \alpha \cdot (t_7 - t_6).$$

Загальна витрата теплоти:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_6$$

Площа поверхні нагріву:

$$F = \frac{Q_{заг}}{k \cdot \Delta t}.$$

Витрати пари в обсмажувальній печі:  $D_n = \frac{Q_{заг}}{i - i_k}$ .

Продуктивність обсмажувальної печі може бути знайдена із рівняння загальної витрати теплоти:

$$G = \left( F \cdot k \cdot (t_n - t_2) - Q_6 \right) / c \cdot (t_4 - t_3) + 0.01 \cdot X_n \cdot r + \frac{G_k}{G_{np}} \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_0) + 0.01 \cdot G \cdot M \cdot (t_2 - t_1) + G_{ce} \cdot B \cdot (t_6 - t_5).$$

В загальному витрати теплоти в навколишнє середовище з охолоджуючою водою становлять 14,8%. Витрати теплоти можна зменшити шляхом ізоляції стінок апарату, використання теплоти охолоджуючої води, конденсату і парів випареної вологи.

Із загального теплового балансу печі можна визначити кількість спіралей для нагріву масла.

### Питання для самоперевірки.

1. При якій температурі масла проходить процес обсмажування.
2. Які конструкції нагрівальних камер використовуються для нагрівання масла?
3. Які процеси у продукті спостерігаються при обсмажуванні?
4. Охарактеризуйте періоди обсмажування продукту.
5. Основні елементи конструкції печі АПМП – 1.
6. Особливості конструкції нагрівальної печі з електропідігрівом.
7. Основні переваги печі типу ПСЖ.
8. Які параметри використовуються для розрахунку обсмажувальних печей.
9. Назвіть недоліки обсмажувальних печей.
10. Яким показником характеризується конструкція обсмажувального обладнання?



## Глава 11. Випарні установки

**Випарні апарати** використовуються для підвищення вмісту сухих речовин в продукті як остання стадія технологічного процесу для одержання напівфабрикату перед сушінням і з метою зменшення затрат на зберігання і транспортування при виробництві соків та інших продуктів. Продукт згущається в результаті неперервного відведення пари від киплячого продукту. По фізичній суті це масообмінний процес, який проходить при підведенні теплоти.

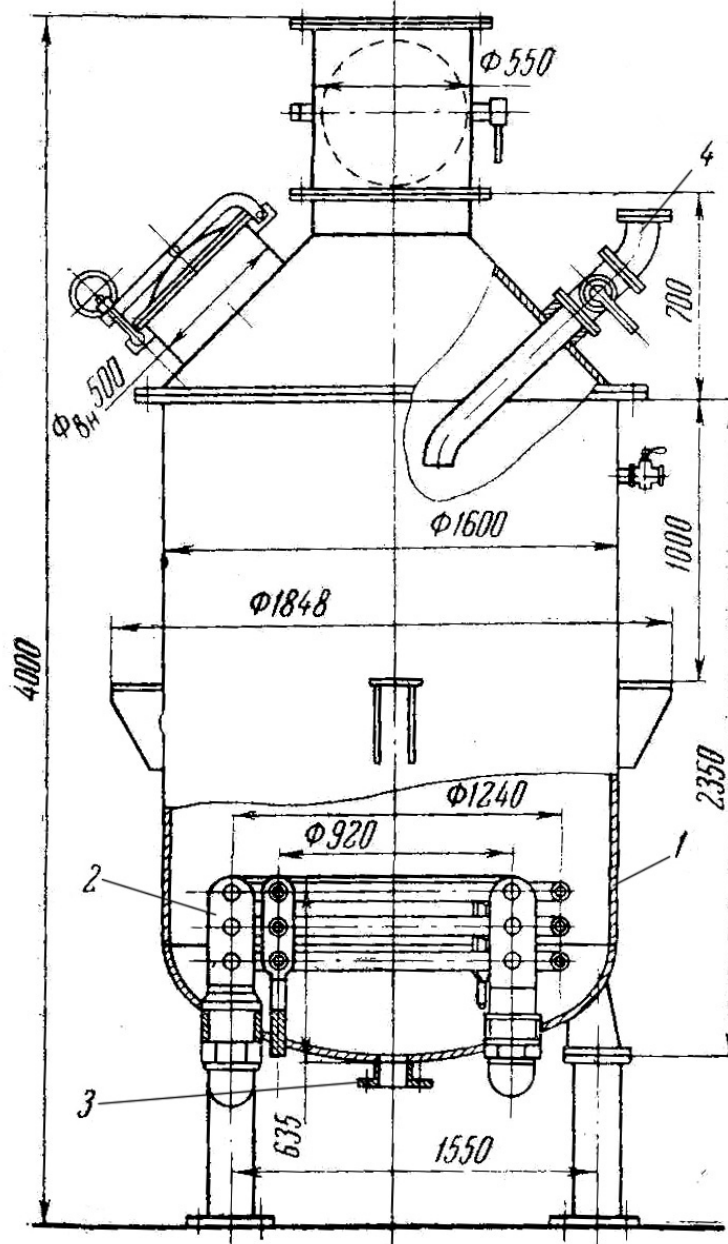


Рис. 11.1. Відкритий випарний апарат:

1 – корпус; 2 – нагрівальна камера - змійовик; 3 – розвантажувальний патрубок; 4 – завантажувальний люк.

В результаті виділення вологи збільшується концентрація продукту, його густина і в'язкість, зменшується теплоємність, теплопровідність і підвищується температура кипіння при тому ж тиску.

Випарні апарати виготовляють відкритого і закритого типу.

Відкриті апарати використовуються для концентрування томату-пюре (рис. 11.1).

Випарний чан виготовляють з нержавіючої сталі. Всередині чану на його днищі встановлена нагрівальна камера-змійовик. Пара тиском 0,8...1,2 МПа підводиться в парову частину колектора знизу і розподіляється по трьох витках труб; конденсат відводиться через другу частину колектора в конденсатовідвідник. Площа поверхні нагрівання двох секцій 4,25...5,5 м<sup>2</sup>. Продукт завантажують через завантажувальний люк 4 і розвантажують по патрубку 3.

Основним показником роботи чану є випарувальна здатність 1 м<sup>2</sup> поверхні нагріву, тобто кількість вологи, яка випаровується з 1 м<sup>2</sup> поверхні змєвиків за 1 год.

При концентруванні томатної маси до 15% сухих речовин і нормальній роботі чану, випарувальна здатність становить 1000 кг/м<sup>2</sup>-год. Підвищення випарувальної здатності досягається при забезпеченні наступних умов: температура поступаючої на випаровування маси 95...98°C, тиск гріючої пари в змєвиках 1 МПа, неперервне доливання продукту при товщині шару продукту над змєвиком біля 100 мм, періодичне продування змєвика парою для відведення накопиченого повітря, неперервне відведення конденсату, відсутність пригорання на змєвиках. Середній коефіцієнт теплопередачі при підігріванні протертих томатів  $k_1 = 5800$  Вт/м<sup>2</sup>К, при їх випаровуванні - 8100 Вт/м<sup>2</sup>К.

**Вакуум-випарні апарати.** Для отримання продукту високої якості зі збереженням натурального кольору, смаку і аромату та вітамінів концентрування проводять під вакуумом і температурі кипіння нижчій 100°C.

Вакуум-апарати включають типові елементи: нагрівальну камеру для підведення теплоти, сепаратор для розділення пари від крапель продукту, конденсатор, вакуум-насос, інжектор для створення вакууму і відведення повітря та несконденсованих газів. Нагрівальна камера і сепаратор становлять корпус вакуум-апарату.

Конструкції нагрівних камер в вакуум-апаратах визначається властивостями продуктів, які випаровують, режимами роботи і величиною поверхні нагріву.

При випаровуванні густих і в'язких продуктів використовують апарати з двохстінною нагрівальною камерою, в яких продукт перемішується механічною мішалкою.

Якщо необхідно розвинути поверхню теплообміну при малій різниці температур використовують трубчасту або пластинчасту нагрівальну камеру, розміщену в середині корпусу апарату, або винесену за його межі.

Підведення пари в нагрівальну камеру доцільно проводити в декількох місцях, що забезпечує рівномірне нагрівання продукту по всьому січенню апарату і створює кращі умови для стікання конденсату. Необхідно передбачити відведення конденсату та несконденсованих газів із нагрівальної камери.

Вакуум-випарні установки класифікують по способу дії – установки неперервної і періодичної дії, по числу корпусів розрізняють однокорпусні і багатокорпусні, по конструктивному виконанню нагрівальних поверхонь – установки з двопільною нагрівальною камерою з трубчастими і пластинчастими калоризаторами.

В циркуляційних вакуум-випарних установках рух продукту здійснюється в напрямку природнього зменшення густини. В трубчастий калоризатор продукт поступає знизу і на виході із трубної решітки в результаті нагрівання утворюється паро-рідинна суміш, густина якої значно менша густини поступаючого продукту, в результаті чого продукт одержує рух знизу вгору. Утворена пара і краплі продукту поступають в сепаратор, який знаходиться вище нагрівальної камери калоризатора. В сепараторі проходить розділення пари і крапель продукту. При високій густині і в'язкості продукту, що часто зустрічається на останніх ступенях нагрівання, для циркуляції продукту використовують насоси. Випарні установки плівкового типу використовуються для продуктів з невисокою в'язкістю – соків. В таких установках продукт поступає при температурі кипіння, або при температурі на декілька градусів вищій температурі кипіння і рівномірно розподіляється по трубах. В результаті кипіння вторинна пара, яка виділяється в значній кількості притискає продукт до внутрішньої поверхні труби і він стікає тонкою плівкою. В центрі труби, внаслідок того, що вакуум зростає по ходу руху продукту, пара також рухається разом з продуктом. Суміш продукту і вторинної пари через тангенціально розміщений патрубок поступає в сепаратор. Тут проходить відділення крапель продукту від вторинної пари.

Найчастіше в якості гріючого агента використовується водяна пара. Пара, яка поступає при високому тиску безпосередньо з парогенератора або розподілюючого вузла заводу називається гострою, пара, яка відводиться від киплячого продукту – вторинною або соковою, пара, яка поступає в калоризатор називається гріючою.

Продуктивність вакуум – випарних установок, як правило, подають в кількості випареної вологи за одиницю часу, тому ряд інших показників приводяться також на 1 кг випареної вологи.

Параметрами, які характеризують роботу вакуум-випарної установки, і за якими можна оцінювати переваги конструкції і ефективність використання можуть бути:

- $I$  – інтенсивність процесу випарювання – це кількість вологи, яка випаровується з 1 м<sup>2</sup> поверхні нагріву за 1 год.

$$I = \frac{W}{F}, \quad (11.1)$$

де  $W$  – кількість випареної вологи, кг;  
 $F$  – площа поверхні нагріву, м<sup>2</sup>.

- $\beta$  – коефіцієнт самовипаровування – це кількість вторинної пари, утвореної з 1 кг продукту, в результаті різниці між температурою, з якою продукт поступає в апарат і температурою кипіння продукту

$$\beta = \frac{c_1 \cdot t_1 - c_2 \cdot t_2}{h_2 - c_2 \cdot t_2}, \quad (11.2)$$

де  $c_1, c_2$  – відповідно питома теплоємність продукту на вході і виході з установки, кДж/(кг·К);

$t_1, t_2$  – початкова і кінцева температура продукту, °С;

$h_2$  – ентальпія вторинної пари, кДж/кг;

- $d_2$  – витрати гострої пари на 1 кг випареної вологи

$$d_2 = \frac{D_2}{W}, \quad (11.3)$$

де  $D_2$  – витрата гострої пари кг/год.

$c$  – питомі витрати води в конденсаторі на конденсацію вторинної пари,

$$c = \frac{m_g}{W}, \quad (11.4)$$

де  $m_g$  – маса води, яка поступає в конденсатор за одиницю часу, кг/год.

З точки зору енергоощадності установки основним показником є витрати гострої пари на 1 кг випареної вологи.

В практиці конструювання вакуум – випарних установок намітилися наступні шляхи його покращання:

- збільшення корпусів вакуум – випарної установки, що дозволяє використовувати вторинну пару в якості гріючої в наступних корпусах;

- використання термокомпресії і механічної компресії вторинної пари для підвищення її енергетичного потенціалу і можливість її повторного використання;

- використання вторинної пари і конденсату для нагрівання продукту, який поступає в установку.

Найбільш простими є однокорпусні вакуум-апарати. Корпус вакуум - апарату в більшості випадків має циліндричну або кулеподібну форму, яка є найбільш доцільною по відношенню до надлишкового тиску. Верх на кришку і днище виготовляють сферичної форми. Для забезпечення інтенсивного теплообміну ємність апарату виготовляють такою, щоб відношення площі поверхні нагріву до корисного об'єму було як можна більшим. Корпус вакуум-апарату виготовляють з міді М2-М3, а також із нержавіючої сталі.

**Апарати з двотільною нагрівальною камерою** використовуються для випаровування і уварювання густих продуктів (овоче-фруктових мас, круп'яних продуктів), де необхідне перемішування.

**Вакуум-випарна установка МЗ-2С-241аМ** (рис.11.2) складається з корпуса 3 з паровою сорочкою 2, опор 1, привода 4, уловлювача 5 і електрообладнання. Корпус апарату циліндричної форми з паровою сорочкою утворює парову камеру. На сферичній кришці змонтований привід, який

складається з електродвигуна і черв'ячного редуктора. Продукт перемішується мішалкою, яка представляє собою вертикальний вал з лопатями. До сферичної кришки апарату прикріплений уловлювач 5 для відділення від пари частин продукту.

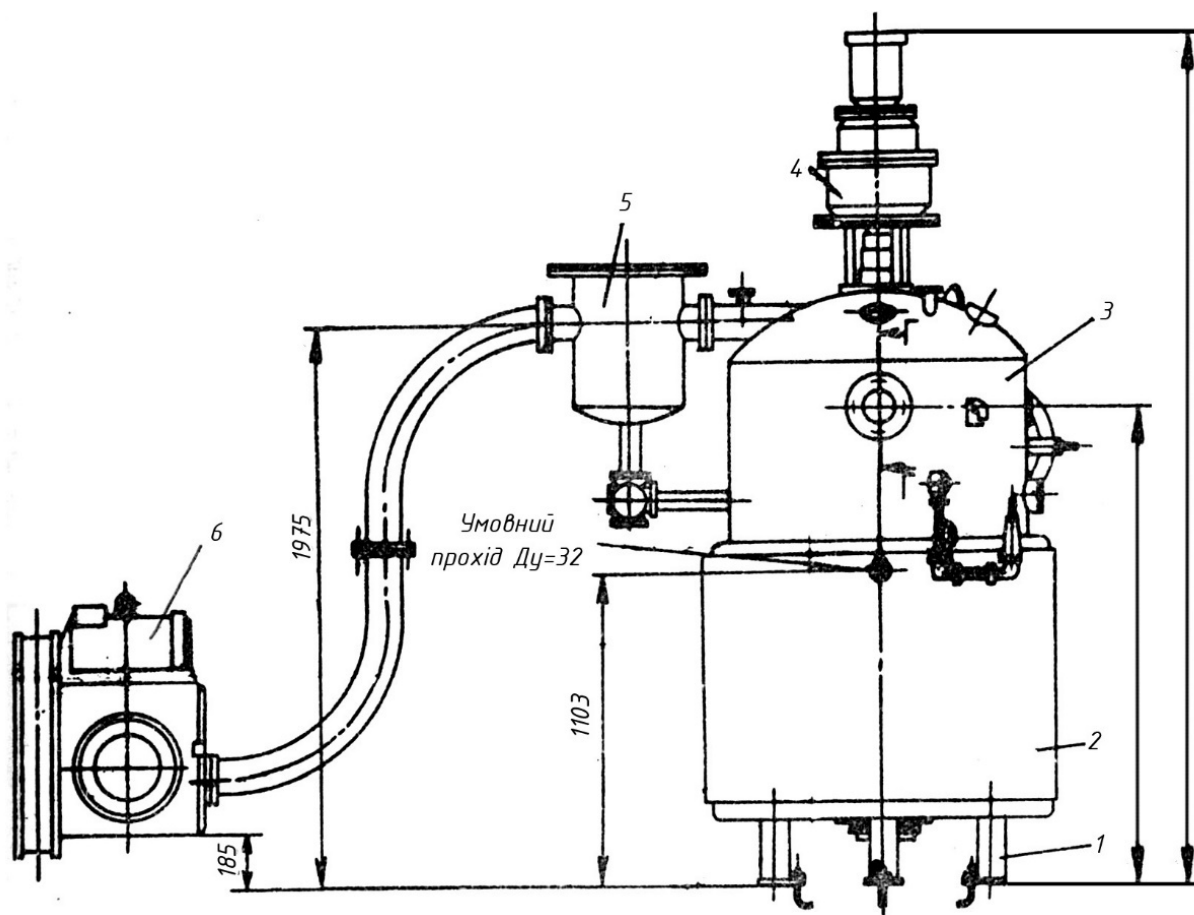


Рис. 11.2. Вакуум-випарна установка МЗ-2С-241аМ:

1 – опри; 2 – парова сорочка; 3 – корпус; 4 – привод; 5 – уловлювач; 6 – вакуум-насос.

Нагрівання продукту в апараті здійснюється через парову камеру, на якій встановлений запобіжний клапан і манометр. В нижній частині днища знаходиться патрубок для відведення продукту. Вакуум-насос служить для відведення вторинної пари і газів. Розвантаження апарату відбувається через спускний патрубок.

Робочий об'єм апарату становить  $0,5 \text{ м}^3$  при загальному об'ємі  $1270 \text{ м}^3$ . Вакуум в апараті  $0,07 \text{ МПа}$ , що відповідає температурі кипіння біля  $89,5^\circ\text{C}$ . У верхній частині апарату створюється сепараційний простір, де проходить відділення пари від крапель продукту, які викидаються разом з паром.

**Вакуум-апарат** (рис. 11.3) використовується для згущення в'язких продуктів. Продукт подається через патрубок 5 в нагрівальну камеру з теплообмінною сорочкою 2. В результаті нагрівання проходить кипіння продукту і відділення вологи в камері 1. Мішалка 3 перемішує продукт і за допомогою лопатей знімає шар продукту з поверхні, запобігаючи тим самим пригоранню.

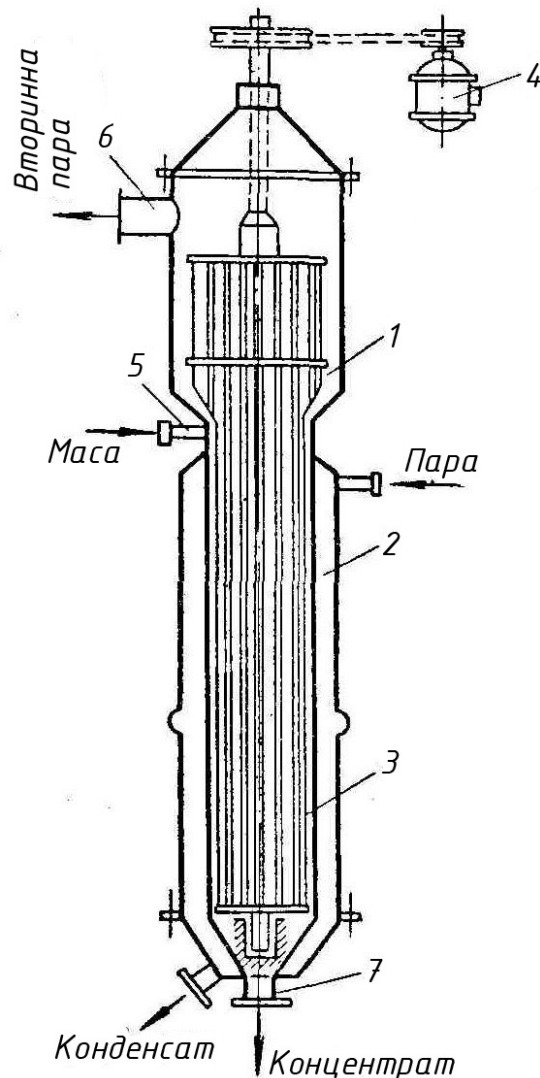


Рис. 11.3. Однокорпусний вакуум-апарат:

1 – камера випаровування; 2 – теплообмінна сорочка; 3 – мішалка; 4 – двигун; 5 – патрубок подачі пари; 6 – патрубок відведення вторинної пари; 7 – патрубок відведення продукту.

**Однокорпусний вакуум-випарний апарат з виносною нагрівальною камерою ВН-60** служить для згущення томатопродуктів.

В апараті ВН-60 нагрівальна камера і сепараційний простір розділені (рис. 11.4). Вакуум апарат складається із калоризатора 1, сепаратора 2, циркуляційної труби 3, з'єднаних між собою патрубками. Калоризатор 1 представляє собою трубчастий одноходовий підігрівач, утворений із двох трубних плит, в які вальцьовано 137 трубок із нержавіючої сталі: діаметр трубок 57/50 мм, довжина 3000мм. Загальна площа нагрівання 60 м<sup>2</sup>. На кожусі калоризатора є патрубок для подачі граючої пари і патрубок 6 для відведення конденсату.

Продукт подається через штуцер 7, по патрубку, який з'єднує калоризатор і сепаратор. Згущений продукт вивантажується через патрубок 8 в нижній частині сепаратора. Обидві кришки калоризатора закріплені на шарнірах і легко відкриваються у випадку необхідності провести промивання і чищення трубок.

Томатну масу, яка має температуру 80-85°C із вмістом сухих речовин біля 5% неперервно завантажують в такій кількості, щоб рівень її знаходився по середині висоти конуса сепаратора. В між трубний простір подається пара тиском від 0,9 до 1,25 МПа. В сепараторі підтримується вакуум біля 660...680 мм.рт.ст., що відповідає температурі кипіння біля 55°C.

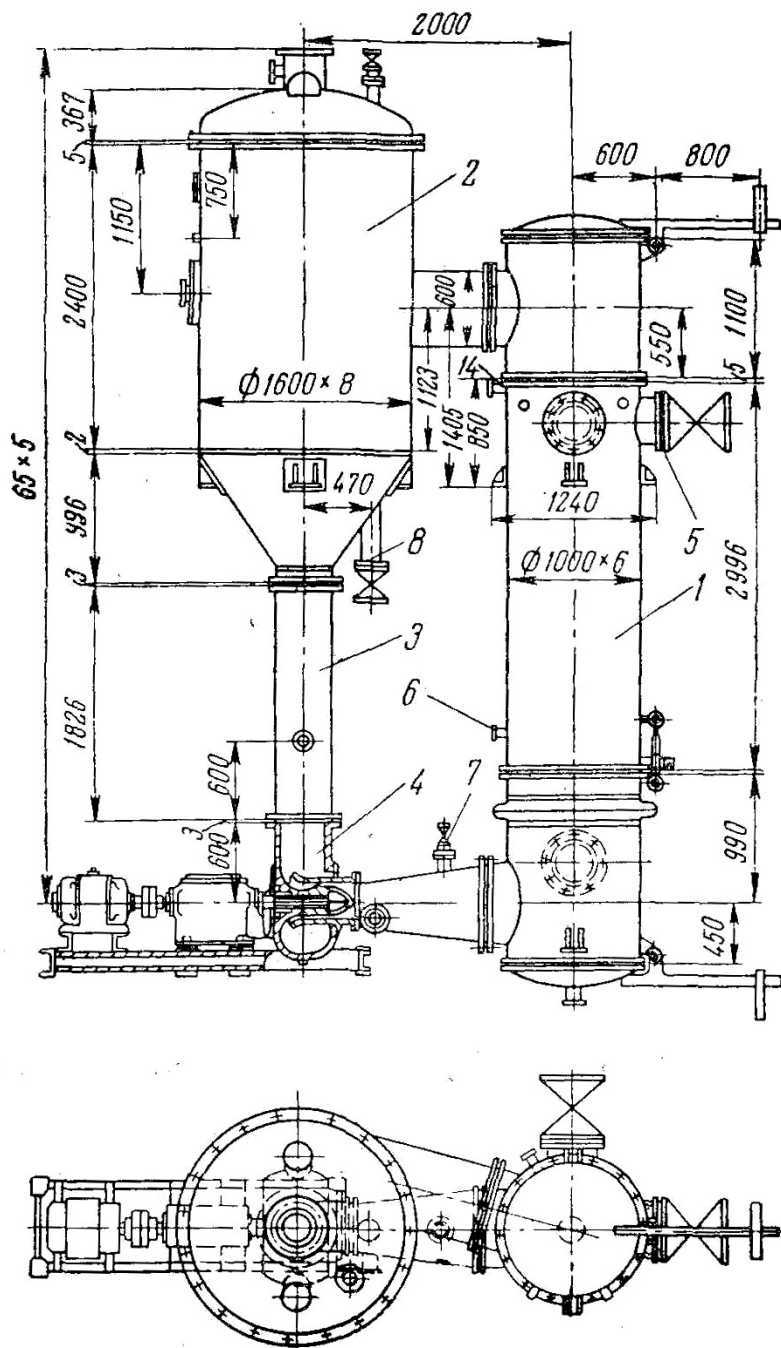


Рис.11.4. Вакуум-апарат ВН-60:

- 1 – калоризатор; 2 – сепаратор; 3 – циркуляційна труба; 4 - насос; 5 – патрубок для подачі пари; 6 – патрубок відведення конденсату; 7 – штуцер подачі продукту; 8 – патрубок вивантаження.

Продукт, який заповнює трубки калоризатора, сприймаючи тепло від поверхні стінок, закипає, утворюючи паро-рідинну суміш. Цьому сприяє і самовипаровування продукту, оскільки він поступає при температурі вищій, ніж температура кипіння. Киплячий продукт поступає в верхню частину сепаратора, набираючи при цьому обертового руху. Циркуляція маси проходить по контуру: калоризатор (верх) – сепаратор – циркуляційна труба. Для інтенсифікації циркуляції може бути використаний насос.

**Вакуум-апарат з пластинчастою нагрівальною камерою.** Нагрівальна камера апарату з пластинчастою поверхнею нагріву складається із пластин 1 товщиною біля 1 м, виготовлених із нержавіючої сталі. Протікаючи таким шаром в порожнині між двома пластинами продукт піддається двохсторонньому інтенсивному нагріву до кипіння.

Схема двоступеневої пластинчастої вакуум-випарної установки з пластинчастою нагрівальною камерою представлена на рис.11.5. Продукт через регулятор подачі 12 поступає в пластинчатий калоризатор першої ступені. Із нього нагрітий продукт поступає в паровідділювач 2 першої ступені, який знаходиться під вакуумом і інтенсивно закипає. Вторинна пара із першої ступені поступає в калоризатор другої ступені. Далі продукт подається за допомогою насоса в калоризатор 10 другої ступені і далі в паровідділювач 9. Вторинна пара поступає в конденсатор змішування 4. Продукт відводиться з паровідділювача другої ступені насосом 8. Вакуум в установці створюється конденсатором 4 і двоступеневим пароструменевим вакуум-насосом 6 з проміжним конденсатором.

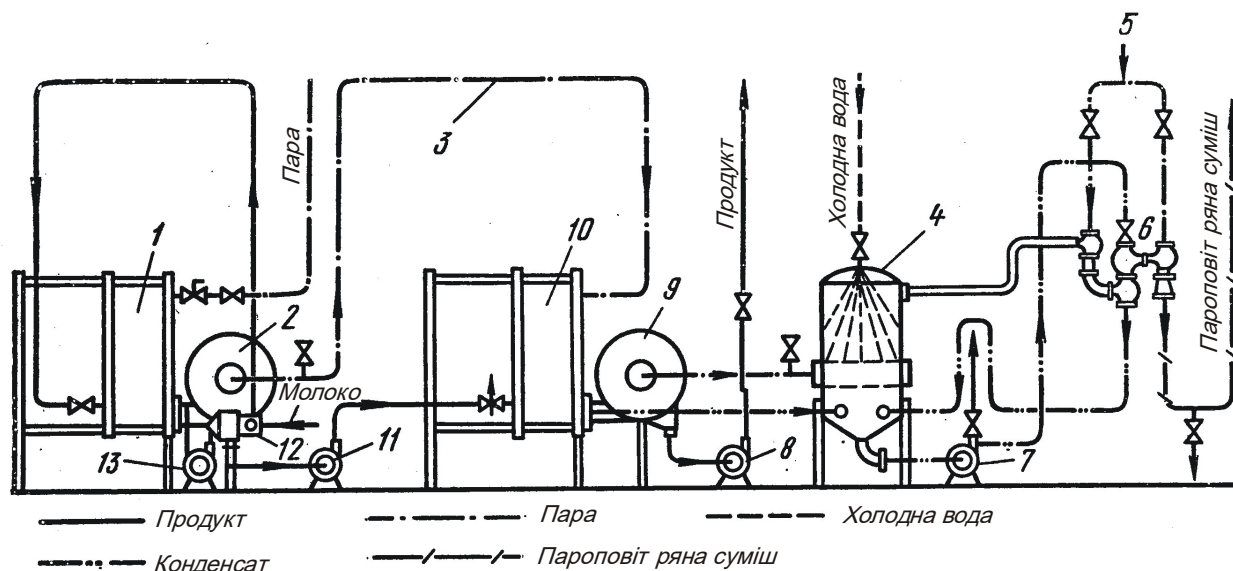


Рис. 11.5. Схема двокорпусної вакуум-випарної установки з пластинчастими калоризаторами:

1 – пластинчатий калоризатор першої ступені; 2 – випарник (паровідділювач) першої ступені; 3 – трубопровід для вторинної пари; 4 – конденсатор змішування; 5 – трубопровід для гострої пари; 6 – двоступеневий ежектор; 7 – насос для відводу води; 8, 11 – насоси для згущеного продукту; 9 – випарник (паровідділювач) другої ступені; 10 – пластинчатий калоризатор другої ступені; 12 – автоматичний регулятор подачі; 13 – насос для конденсату.



Переваги пластинчастої поверхні нагріву порівняно із іншими:

- високі коефіцієнти теплопередачі.
- незначний час дотику продукту з гарячою поверхнею нагріву.
- можливі зміни поверхні нагріву.
- компактність.
- легкість огляду, розборки, мийки і чистки поверхні нагріву від пригару.

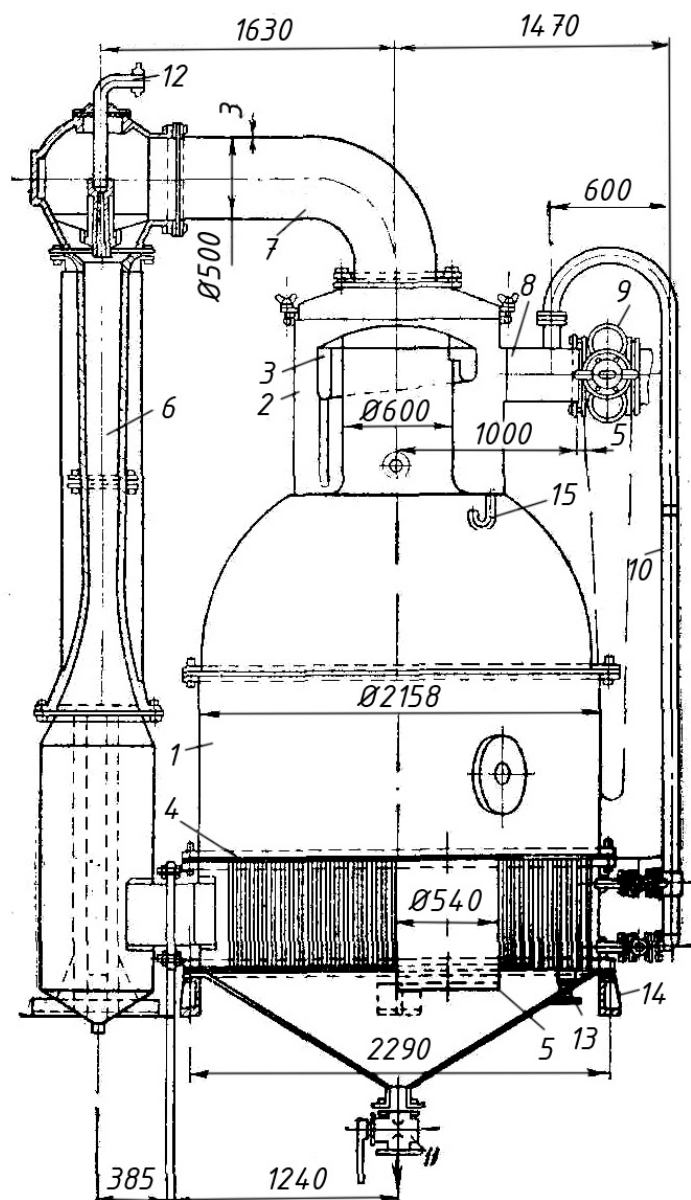


Рис. 11.6. Вакуум-апарат з пароструменевим тепловим насосом:

- 1 – корпус; 2 – сепаратор; 3- краплевідділювач; 4 – нагрівальна камера; 5 – циркуляційна труба; 6 – пароструменевий насос; 7 – труба вторинної пари; 8 – труба відведення; 9 – патрубок подачі продукту; 10 – труба; 11 – спускний патрубок; 12 – патрубок подачі пари; 13 – патрубок відведення конденсату; 14 – елемент опори.

**Вакуум-апарати з пароструменевим тепловим насосом.** При концентруванні продуктів в однокорпусних вакуум-апаратах витрачається 1,2...1,3 кг пари на 1 кг випареної вологи. При цьому біля 75% всієї затраченої теплової енергії залишається в вторинній парі, яка направляється на

конденсацію. Використання вторинних парів обмежується їх низькою температурою (50...60°C). Ентальпія її приблизно така ж як водяної насиченої пари. Для використання вторинної пари її необхідно спочатку стиснути, в результаті чого тиск і температура його підвищується. Мінімальне підвищення температури складає 8...12°C і визначається необхідним перепадом між температурою пари та середовища.

Пристрої для стискання пари називають тепловим тепловим насосом. В якості теплового насосу широко використовують інжектори, рідше компресори і турбокомпресори.

Вакуум-апарати з пароструменевим тепловим насосом (концентратори) служать для концентрування томатопродуктів до вмісту 15...18% сухих речовин. Корпус 1 концентратора виготовлений з червоної міді МЗ, всередині встановлена трубчата вертикальна нагрівальна камера 4 з циркуляційною трубою 5, а ззовні пароструменевий насос 6. Надсоковий простір вакуум-апарата з'єднано з тепловим насосом і конденсатором.

Нагрівальна камера концентратора утворена із двох бронзових плит товщиною 16 мм, в які вальцовано 1780...1800 трубок із червоної міді діаметрами 30...33 і довжиною 600 мм. Для кращої циркуляції продукту між плитами ексцентрично встановлена циркуляційна труба діаметром 540 мм загальна площа поверхні нагріву складає 97 108 мм<sup>2</sup>.

Концентратор працює під вакуум 78-91 кПа, що відповідає температурі кипіння 52...58°C. При заповненні трубок по висоті приблизно на 450...500 мм об'єм завантаженої маси складає 1500...1600 дм<sup>3</sup>.

Гостра пара тиском 0,8...1,1 МПа проходить через сопло розширення (сопло Лавалля), розміщене в головці теплового насосу розширюється до тиску вторинної пари 12,5...13,6 кПа.

При розширенні пари швидкість її значно збільшується, досягаючи в ряді випадків 1000 м/с, що більше, ніж критична швидкість.

Частина кінетичної енергії гострої пари передається вторинній, швидкість руху суміші при цьому більша ніж швидкість руху вторинної пари і менша ніж швидкість руху гострої пари. Тиск змішаної пари рівний тиску вторинної пари.

Кількість вторинної пари, яка інжектуються 1 кг гострої пари називається коефіцієнтом інжекції і позначається буквою  $U$ . Змішана пара проходить через камеру стиснення, яка представляє собою два зрізаних корпуси, з'єднаних меншими основами, при цьому швидкість пари зменшується, а за рахунок цього збільшується тиск.

В результаті отримують гріючу пару тиском 25...30 кПа, яка поступає в нагрівальну камеру вакуум-апарату. Температура гріючої пари 65...70°C. При цих умовах коефіцієнт інжекції становить 0,8...1,0. Коефіцієнт теплопередачі  $k = 1850...2000$  Вт/м<sup>2</sup>·К. Витрати пари на 1 кг випареної вологи становлять 0,5...0,6 кг/кг. Концентрування томатної маси з 4,5...5,5 % до шпоре, яке містить 15...18 % сухих речовин, при одержанні готової продукції в кількості 1600...1700 кг продовжується біля 2100 с. Час повного циклу становить 3000 с.

**Багатокорпусні вакуум випарні установки.** В багатокорпусній вакуум - випарній установці вторинні пари і-го корпусу використовуються як гріючі в

наступному корпусі-  $i+1$ . На консервних підприємствах використовуються двокорпусні, а також трикорпусні установки для виробництва томатопродуктів та концентрування плодово-ягідних соків. Продуктивність вакуум-випарної установки не залежить від числа корпусів, а визначається загальною площею нагрівання, а також перепадом температур.

При збільшенні числа корпусів скорочуються витрати пари. В той же час зменшується різниця температури між гріючою парою і продуктом. Мінімальна різниця температур, при якій можлива теплопередача, у виробничих умовах, повинна бути не меншою  $12...15^{\circ}\text{C}$  в кожному корпусі; це обмежує число корпусів. Різниця температур розподіляється по корпусах нерівномірно, оскільки залежить від технологічного режиму, коефіцієнтів теплопередачі, параметрів гріючої і вторинної пари. В першому корпусі різниця температур найменша, в останньому найбільша. Корисна різниця температур також зменшується через гідростатичний тиск висоти стовпа води, втрат теплоти при русі вторинної пари по трубах, через зростання концентрації продукту і, відповідно зміни температури кипіння.

При концентруванні томат-продуктів ці витрати відповідно становлять : для двокорпусної установки -  $5,8^{\circ}\text{C}$  трикорпусної  $8,2^{\circ}\text{C}$ .

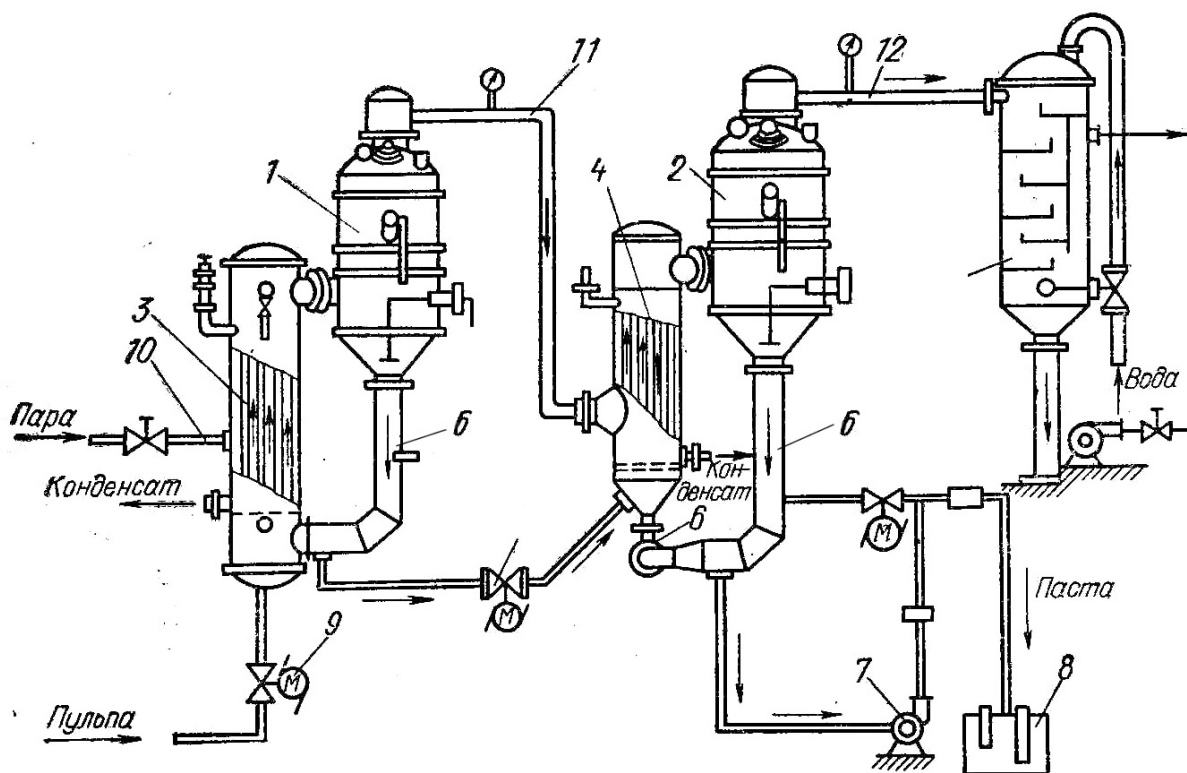


Рис. 11.7. Двокорпусна установка «Єдність»:

1,2 – сепаратори; 3,4 – калоризатори; 5 – конденсатор; 6 – циркуляційна труба; 7 – насос; 8 – збірник; 9 – манометр; 10 – патрубок подачі пари; 11 – трубопровід вторинної пари; 12 – трубопровід подачі пари в конденсатор.

**Двокорпусна установка «Єдність»** (рис.11.7). Установка циркуляційного типу служить для згущення томатної пульпи до 30% сухих речовин. Продуктивність установки 8т/год. Корпус вакуум випарної установки складається із сепаратора 1, калоризатора 3,4 і циркуляційної труби 6.

Калоризатор першого корпусу утворений із 177 трубок діаметром 30/32 мм і довжиною 3000мм. Площа поверхні нагрівання рівня 53,5м<sup>2</sup>. 8т/год. Другий корпус має 167 трубок d 38/41, довжиною 3000мм. Діаметр циркуляційної труби 300мм. Для примусової циркуляції продукту в апараті другого корпусу встановлений насос між циркуляційною трубою і випарником.

Під час роботи випарної установки пара із котельної під тиском 0,15...0,2 МПа після редукування подається у калоризатор 1. Вторинні пари, утворені в апараті 1 тиском 36...63 кПа і температурою 70...90°С, направляються в міжтрубний простір випарника другого корпусу і там конденсується. В випарнику другого корпусу підтримується вакуум 93325,4 Па і температури кипіння маси 40...45°С. Вторинна пара із другого корпусу направляється в напівбарометричний конденсатор. Із другого корпусу 30% паста неперервно вивантажується насосом.

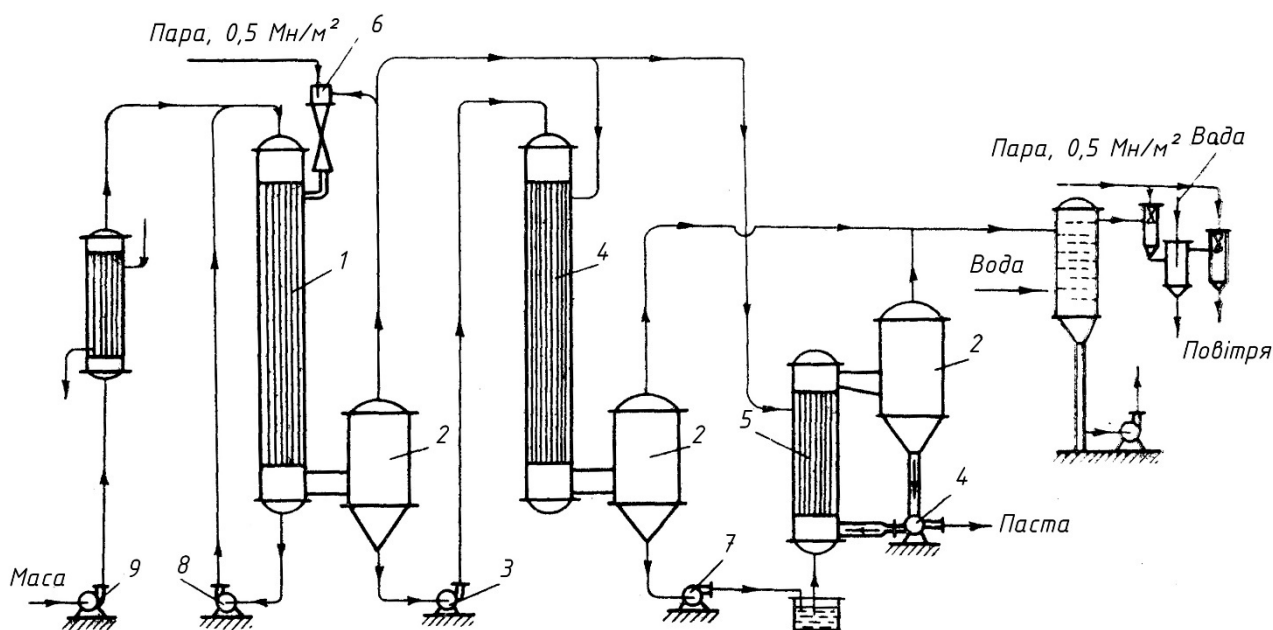


Рис. 11.8. Схема випарної установки «Сифаль»:

1,4 – калоризатори; 2 – сепаратор; 3 – насос; 5 – калоризатор; 6 – термокомпресор; 7, 8 – насос; 9 – насос; 10 – підігрівач.

**Трикорпусна вакуум-випарна установка «Сифаль» (Франція)** (рис. 11.8) використовується для концентрування томатної пульпи до 30% сухих речовин. Два корпуси установки працюють за принципом падаючої плівки, третій – з примусовою циркуляцією. Насосом 9 томатна маса подається в підігрівач 10, де нагрівається до температури більшої від температури кипіння в калоризаторі 1. За рахунок самовипаровування та підведення теплоти утворюється значна кількість пари, яка разом з продуктом поступає в сепаратор 2.

Після розділення крапель продукту і пари в сепараторі першого корпусу, пульпа насосом 3 подається в калоризатор 4 другого корпусу. Частина вторинної пари засмоктується в термокомпресор 6 і подається в міжтрубний простір калоризатора 1, а частина поступає в калоризатори 4 і 5. В калоризаторі 5

третього корпусу циркуляція продукту відбувається насосом 7. Вторинна пара другого і третього корпусу конденсується в напівбарометричному конденсаторі.

**Випарні станції.** Для концентрування маси до 30% використовують випарні станції. На рис 11.9 показана схема випарної станції, яка складається із двох концентраторів з пароструменевими насосами і трьох вакуум-апаратів з двотільними нагрівальними камерами. В концентраторах маса виварюється до 15-18% сухих речовин. Пароструменевий тепловий насос стискає вторинні пари, одна половина яких поступає в інжектор, а друга направляється в конденсатор. В апаратах з мішалками масу виварюють до 30% сухих речовин. Працюють випарні станції на парі тиском 0,1 МПа. Утворена пара поступає в конденсатор. Весь процес концентрування протікає під вакуумом за температури кипіння 48...52°C. Перевагою такої схеми є менші питомі витрати пари, які в цілому по станції становлять 0,86 кг на 1 кг випареної вологи.

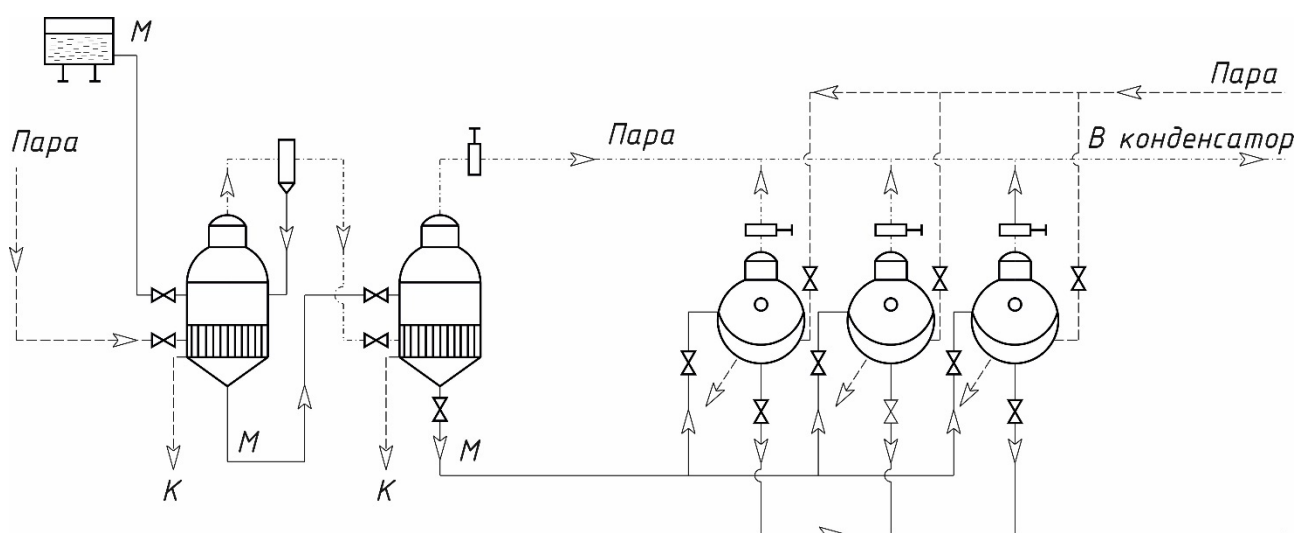


Рис 11.9. Випарна станція.

**Вакуум-апарат.** Корпус і дно апарату мають кулеподібну форму. На дні апарату встановлена двотільна нагрівальна камера. В середині корпусу на горизонтальному валу розміщена лопатева мішалка, яка приводиться в рух від черв'ячного редуктора 11. Апарат використовується для згущення томатопродуктів від 14...17% до 30% сухих речовин. В схемах вакуум-випарних станцій як правило використовується три таких апарати, які при періодичній роботі забезпечують неперервну роботу випарної станції.

**Випарник « Ротофільм » фірми « Манзіні » (Італія).** Цей випарник за будовою і принципом дії схожий з випарником «Лува». Він складається з горизонтального циліндричного корпусу, сепаратора, ротора з лопатями, напівбарометричного конденсатора змішування і арматури.

Циліндричний корпус в більшій своїй частині по довжині має ізольовану парову сорочку, покриту нержавіючої сталлю. У передній і задній частинах корпусу, які не підлягають нагріванню, є отвори для входу соку і виходу концентрату. Корпус випарника закривається двома кришками на фланцях, які легко і швидко відкриваються при очищенні.

У передній частині корпусу є камера - сепаратор для розширення вторинної пари, що виходить з корпусу. Сепаратор має форму усіченого конуса і з'єднаний з широкою трубою, яка відводить пару в конденсатор.

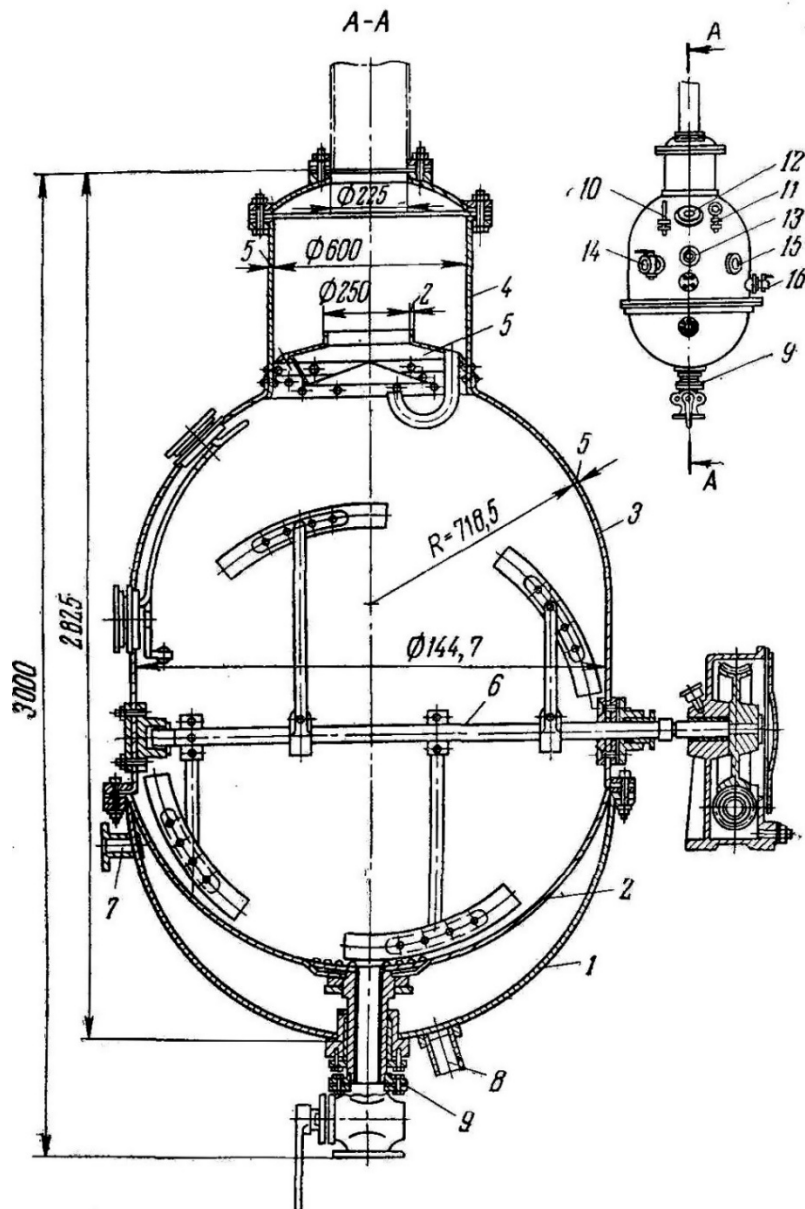


Рис. 11.10. Вакуум-апарат:

1 – теплообмінна сорочка; 2 – дно; 3 – корпус; 4 – сепараційний простір; 5 – краплевловлювач; 6 – вал; 7 – патрубок подачі пари; 8 – патрубок відведення конденсату; 9 – патрубок вивантаження; 10 – завантажувальний патрубок.

Ротор знаходиться всередині корпусу випарника і складається з центрального пустотілого валу, на якому нерухомо закріплені лопаті з похилими жолобами. Така будова лопатей підвищує турбулентність руху продукту і рівномірний його розподіл. Довжина лопатей відповідає довжині корпусу випарника. По всій довжині до лопатей прикріплені пластмасові пластинки для зіскрібання продукту з поверхні випарника. За допомогою цих пластинок можна регулювати відстань між ротором і поверхнею циліндричного корпусу. Ця

відстань завжди має бути незначною ( 1...2 мм) і від неї залежить товщина шару продукту на стінках випарника. Великою цією відстані в залежності від виду продукту регулюється час концентрування і продуктивність випарника. Розміри ротора залежать від продуктивності випарника; ротор приводиться в рух від електродвигуна через передачу з трапецієвидними ременями (клинопасову передачу).

Завантаження соку у випарник «Ротофільм» виробляється мононасосом з редуктором. Фірма «Манзіні» випускає випарники Ротофільм» продуктивністю від 100 до 4600 кг/год по воді. Залежно від виду продукту в випарнику підтримується температура від 35 до 90°C, тривалість перебування товару в апараті коливається від декількох секунд до 1 хв . Випарник «Ротофільм» використовують в основному для концентрування томатного соку і соків з м'якоттю (цитрусових, персикових, абрикосових та ін) до вмісту 30...35 % сухих речовин без погіршення якості концентратів. У напівбарометричному конденсаторі установки конденсуються пари, отримані при випаровуванні. Попередньо пари проходять краплевловлювач для вловлювання захоплених парами частинок продукту. Розрідження створюється мокроповітряним насосом.

Процес концентрування в апараті повністю автоматизований. Установка має систему автоматичного регулювання тиску пари і автоматичного припинення подачі пари при відключенні струму, зупинки електродвигуна ротора і насосів для подачі соку і концентрату. Автоматично регулюються тиск і рівень води в конденсаторі, надходження соку і ступінь концентрації. Електронний рефрактометр визначає і неперервно фіксує ступінь концентрації готового продукту.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Подайте класифікацію випарних установок.
2. Назвіть конструктивні елементи відкритого випарного апарату.
3. Назвіть переваги вакуум – випарного апарату.
4. Як здійснюється циркуляція продукту в апаратах циркуляційного і плівкового типу.
5. Назвіть параметри, що характеризують роботу вакуум – випарної установки.
6. Шляхи удосконалення вакуум – випарних установок.
7. Назвіть основні елементи конструкції апаратів з двотільною нагрівальною камерою.
8. Особливості конструкції апаратів ВН – 60 та з пароструменевим тепловим насосом.
9. Переваги та особливості конструкції багатокорпусних випарних апаратів.
10. Особливості використання та апарати випарних станцій.

## Глава 12. Допоміжне обладнання вакуум-випарних установок

### 12.1 Конденсатори

**Конденсатори** вакуум-випарних установок служать для конденсації вторинної пари і створення вакууму. Як відомо, питомий об'єм водяної пари в 500...1000 раз більший об'єму води і таким чином в результаті конденсації вторинної пари створюється вакуум.

Конденсатори представляють собою теплообмінники змішування або поверхневі (рекуперативні). Конденсація вторинної пари здійснюється за рахунок її охолодження водою або іншим холодоагентом.

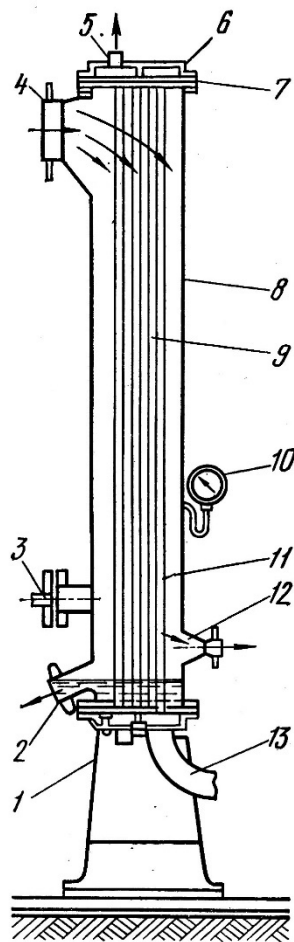


Рис. 12.1. Поверхневий конденсатор:

1 – станина; 2 – патрубок для відведення конденсату; 3 – патрубок для входу суміші повітря і конденсату з калоризатора; 4 – патрубок для входу суміші вторинної пари і повітря із сепаратора; 5 – патрубок для виходу холодної води; 6 – кришка; 7,9 – перегородки; 8 – корпус; 10 – вакуумметр; 11 – труби; 12 – патрубок для відведення повітря; 13 – патрубок для входу охолоджуючої води.

**Поверхневі конденсатори** за конструкцією є кожухотрубними теплообмінниками, в яких по трубах протікає охолоджуюча вода, а в міжтрубний простір подається вторинна пара. При русі в міжтрубному просторі пара



конденсується, стікає по трубах вниз і відсмоктується насосом через патрубок 2 (рис. 12.1). Повітря та інші гази, які містяться у вторинній парі, мають здатність утворювати на поверхні труб бульбашки, значно погіршуючи умови роботи конденсатора. Відведення повітря передбачено через патрубок 12.

Перевагою поверхневих конденсаторів є можливість циркуляції води в замкненому контурі. Охолоджуюча вода з температурою 15...20°C поступає в конденсатор і, відбираючи тепло від вторинної пари, нагрівається до температури 32...36°C. Далі охолоджуюча вода поступає на градирні, де охолоджується потоком повітря. Недоліком поверхневих конденсаторів є висока металомісткість.

Конденсатори змішування поділяються на прототечійні і протитечійні.

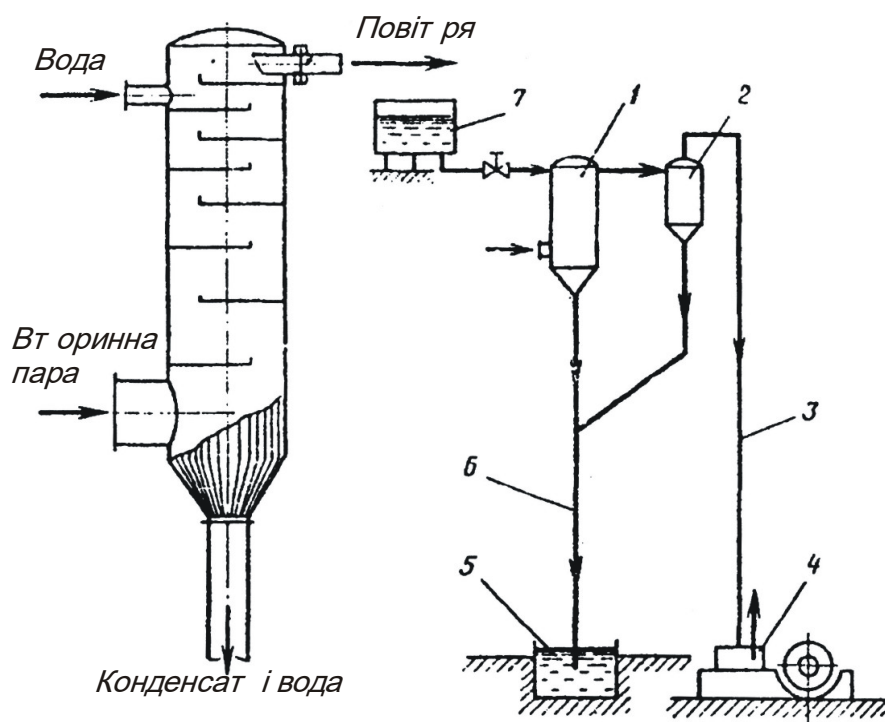


Рис. 12.2. Барометричний протитечійний конденсатор.

1 – корпус конденсатора; 2 – вловлювач крапель води; 3 – труба; 4 – циліндр сухоповітряного насоса; 5 – барометричний басейн; 6 – барометрична труба; 7 – водонапірний бак.

**Конденсаційна установка** з протитечійним барометричним конденсатором (рис. 12.2) складається із конденсатора 1, барометричної труби 6, барометричного басейну 5, вловлювача 2, повітряної труби 3, повітряного вакуум-насоса 4 і водонапірного бачка 7. Конденсатор представляє собою сталевий циліндр діаметром 400...20000 мм і висотою 1200...5500 мм; всередині такого циліндра встановлені полицки в кількості 3...8 шт. Полицки можуть бути суцільними або з отворами діаметром 2...5 мм. Кожна полицка перекриває переріз на 50...70 %.

Уловлювач 4 служить для відділення крапель води, які забираються повітрям, оскільки вони при попаданні в циліндр сухоповітряного насосу можуть викликати гідроудар.

Висоту стовпа рідини в конденсаторі можна визначити із співвідношення:

$$H_b = H_0 + h_1 + h_2 + h_3, \quad (12.1)$$

де  $H_0$  – висота стовпа рідини, яка відповідає розрідженню, м.

$$H_0 = 10,33 \frac{b}{B}, \quad (12.2)$$

де  $b$  – розрідження в конденсаторі, в мм.рт.ст.;

$B$  – атмосферний тиск, в мм.рт.ст.;

$h_1$  – висота, яка потрібна для створення гідравлічного напору, м;

$$h_1 = \frac{v^2}{2g} + (1 + \sum \xi), \quad (12.3)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння, м<sup>2</sup>/с;

$h_2$  – висота трубки, яка компенсує коливання стовпа рідини при зміні зовнішнього тиску, м.

$h_3$  – висота погруження труби в барометричний басейн для утворення гідравлічного затвору, м ( $h_3 = 0,5 \dots 2$  м/с);

$\xi$  - коефіцієнт місцевих втрат.

$$H_b = 10,33 \frac{b}{760} + \frac{v^2}{2g} (1 + \sum \xi) + 0,5 + 0,5 \quad (12.4)$$

**Конденсаторна установка з прямотечієм напівбарометричним конденсатором** має вкорочену барометричну трубу 2 (рис. 12.3) (1...3 м), із якої відцентровий насос відсмоктує суміш конденсату і охолоджуючої води.

В верхній частині конденсатора є полки, кільця чи диски. В нижній частині конденсатора встановлений кульковий поплавок 13, з'єднаний важелем з краном 12, яким регулюється подача охолоджуючої води. Коли в конденсаторі вакуум-насос створює розрідження, то охолоджуюча вода із баку 5, проходячи через фільтр 4, попадає на верхні полки конденсатора. Вода стікаючи вниз, розбризкується і, переходячи з полки на полку, створює водяні завіси. Прямотечієм з водою подається пара, яка охолоджується і конденсується і разом з водою в нижній частині конденсатора створює гідравлічний затвор. Якщо приток води в конденсаторі буде перевищувати її відбір то поплавок виниряє і важелем закриває кран, через який подається охолоджуюча вода.

Повітря і несконденсовані гази проходять через уловлювач 9 і відсмоктуються насосом 7.

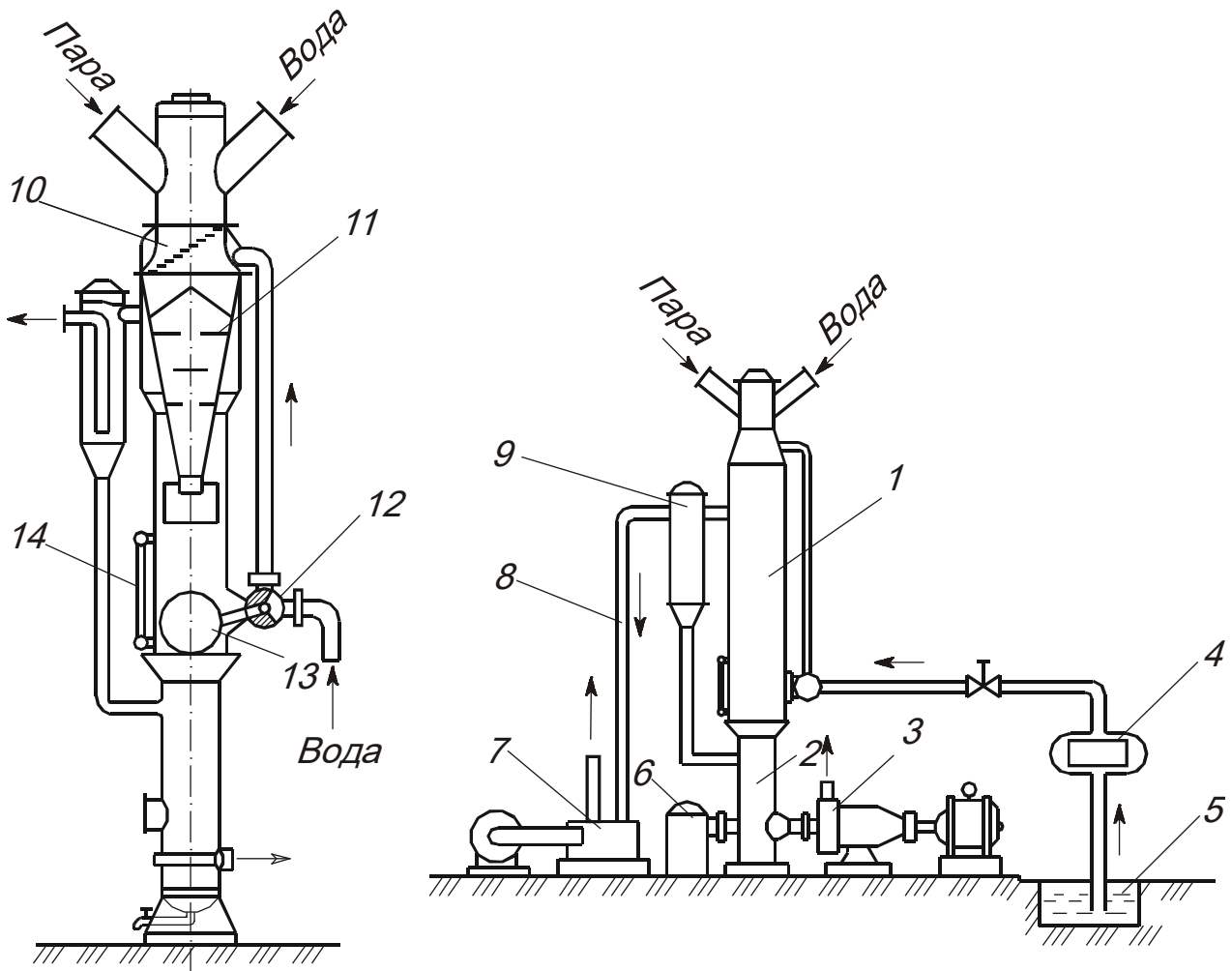


Рис. 12.3. Напівбарометричний конденсатор:

1 – конденсатор, 2 – барометрична труба, 3 – відцентровий насос, 4 – фільтр, 5 – бак з водою, 6 – збірник, 7 – вакуум насос, 8 – труба, 9 – уловлювач, 10 – полки, 11 – кільце, 12 – кран, 13 – кульковий поплавок, 14 – водомірне скло.

Витрати охолоджуючої води можна визначити із рівняння теплового балансу

$$W_{\text{охл}} c_{\text{охл}} \cdot t_n + D_c h_c = W_{\text{охл}} c \cdot t_k + D_c c \cdot t_k, \quad (12.5)$$

де  $D_c$  – кількість вторинної пари, кг;

$h_c$  – ентальпія вторинної пари, кДж/кг;

$t_n$  і  $t_k$  – початкова і кінцева температура охолоджуючої води, °С;

$c$  – теплоємність охолоджуючої води, кДж/(кг·К);

$$W_{\text{охл}} = \frac{D_c (h_c - c \cdot t_k)}{c(t_k - t_n)}. \quad (12.6)$$

Витрати охолоджуючої води на конденсацію 1кг вторинної пари називаються кратністю витрат води і визначаються початковою і кінцевою температурою води:

$$m = \frac{h_c - c \cdot t_k}{c(t_k - t_n)}. \quad (12.7)$$

Кратність витрат води на конденсацію пари складає в барометричному протитечійному конденсаторі  $m = 18 \dots 24$ ; в напівбарометричному прямотечійному  $m = 22 \dots 27$ .

Із конденсатора необхідно відводити повітря, яке поступає з водою і вторинною парою.

Масу повітря  $G_{нов}$  (в кг/с), яке необхідно відвести становить:

$$G_{нов} = 0,001(0,025(D_c + W_{охл}) + 8D_c). \quad (12.8)$$

Із характеристичного рівняння  $P_{нов} \cdot V_{нов} = G_{нов} \cdot R \cdot T_{нов}$  визначаємо об'єм відведеного повітря:

$$V_{нов} = \frac{G_{нов} \cdot R \cdot T_{нов}}{P_{нов}}, \quad (12.9)$$

де  $T_{нов}$  – абсолютна температура повітря, К;

$V_{нов}$  – об'єм повітря, м<sup>3</sup>;

$R$  – газова постійна повітря; (287 кДж/(кг·К))

$P_{нов}$  – тиск повітря в конденсаторі, Па;

$$P_{нов} = P_c - P_{nn}, \quad (12.10)$$

$P_c$  – тиск в конденсаторі, рівний тиску вторинної пари, Па;

$P_{nn}$  – парціальний тиск водяної пари при температурі  $t_n$ , знаходимо по таблицях.

## 12.2. Пароструменеві апарати

В вакуум-випарних установках пароструменеві апарати виконують двояку функцію. Їх використовують як термокомпресори для підвищення енергетичного потенціалу вторинної пари і як вакуум-насоси для створення вакууму в установці при пуску, а також в процесі роботи. В першому випадку їх називають інжекторами, в другому – ежекторами. Принципової різниці в конструктивному виконанні немає.

**Будова інжектора** представлена на рис. 12.4.

Гостра пара при тиску 0,8...1,1 МПа проходячи через сопло розширення 3 (сопло Лаваля) розширюється до тиску вторинної пари.

При розширенні гострої пари швидкість її значно збільшується і досягає до 1000 м/с. Рухаючись з такою швидкістю, струмінь пари характеризується великим поверхневим тертям, тому затягує за собою повітря або вторинну пару.

В камері змішування 2 гостра пара змішується з вторинною, в результаті чого швидкість руху падає, а тиск змішаної пари рівний тиску вторинної. Далі змішана пара попадає в камеру стиснення (дифузор) 1. При цьому швидкість пари зменшується, тиск і температура зростають. За рахунок термокомпресії вдається підвищити енергетичний потенціал вторинної пари і використати її в якості гріючої.

Будова ежекторів аналогічна будові інжекторів. За функціональним призначенням їх можна поділити на пускові і робочі. Пускові ежектори служать для створення вакууму в установці при запуску, коли відсутня вторинна пара і створити вакуум шляхом конденсації вторинної пари в конденсаторі неможливо.

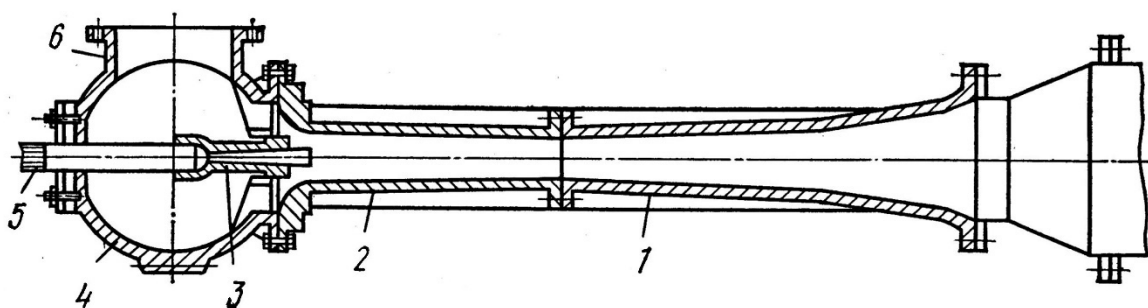


Рис. 12.4. Інжектор:

1 – дифузор (камера стиску); 2 – камера змішування; 3 – сопло; 4 – камера всмоктування; 5 – патрубок для входу гострої пари; 6 – патрубок для входу вторинної пари.

Після запуску установки пускові ежектори відключають. Робочі ежектори служать для відсмоктування повітря і несконденсованих газів та вторинної пари в процесі роботи установки. В переробній промисловості використовуються одно- і двоступеневі ежектори. *Двоступеневі ежектори* можуть бути з проміжним конденсатором або без нього (рис. 12.5).

При наявності поверхневого конденсатора (рис. 12.5, в) або конденсатора змішування (рис. 12.5, б) пароповітряна суміш ежектора першої ступені конденсується, а повітря відсмоктується ежектором другої ступені.

Ефективність роботи пароструменевих апаратів (інжекторів і ежекторів) визначається коефіцієнтом інжекції  $U$ , що показує, яка кількість вторинної пари або повітря засмоктується на кожен кілограм гострої пари.

$$U = \frac{D_g}{D_0}, \quad (12.11)$$

де  $D_g$  – кількість вторинної пари (повітря), кг;  
 $D_0$  – кількість гострої пари, кг;

Поршневі вакуум-насоси використовують для відсмоктування пари із вакуум-апарату, повітря і суміші конденсату з водою – із конденсаторів барометричного типу.

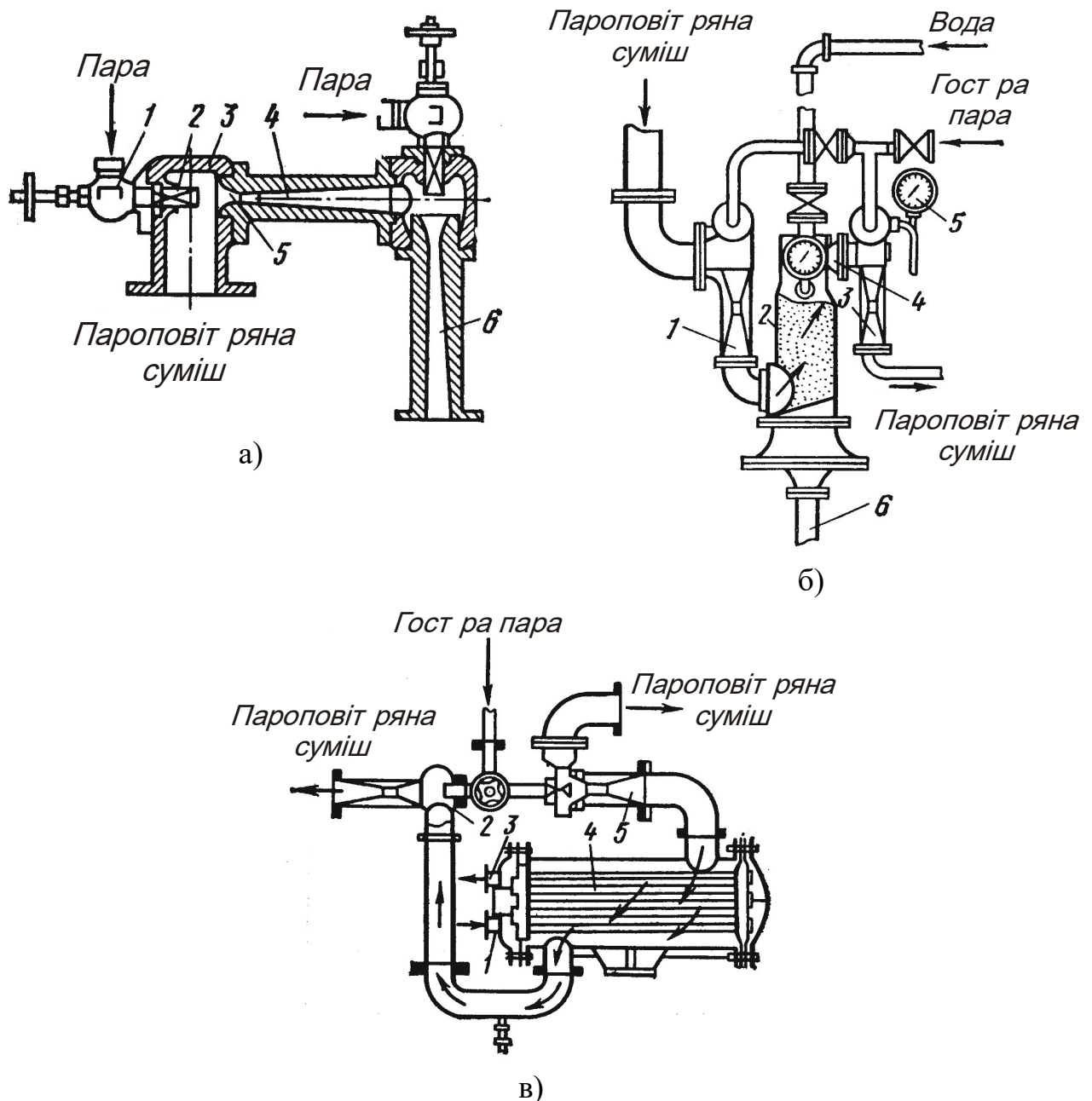


Рис. 12.5. Двоступінчасті ежектори:

а – без проміжного конденсатора: 1 – паровий вентиль; 2 – сопло; 3 – камера всмоктування; 4 – дифузор (камера стиску); 5 – ежектор першої ступені; 6 – ежектор другої ступені; б – з проміжним конденсатором змішування: 1 – ежектор першої ступені; 2 – конденсатор змішування; 3 – ежектор другої ступені; 4 – вакуумметр; 5 – манометр; 6 – спускна труба; в – із проміжним поверхневим конденсатором: 1 – патрубок для входу води; 2 – ежектор другої ступені; 3 – патрубок для виходу води; 4 – поверхневий конденсатор; 5 – ежектор першої ступені.

## 12.3 Вакуум-насоси

Поршневі вакуум-насоси використовують для відсмоктування пари із вакуум-апарату, повітря і суміші конденсату з водою – із конденсаторів барометричного типу.

Поршневі вакуум-насоси поділяють на мокро- і сухоповітряні. Мокроповітряні насоси відсмоктують одночасно воду і повітря. В консервній промисловості використовують мокроповітряні насоси з конденсаційною камерою. В цій камері, розміщеній між циліндром і корпусом, вторинна пара конденсується так, як в конденсаторах змішування.

**Сухоповітряний насос** (рис. 12.6) служить для всмоктування повітря при вакуумі і нагнітання його при атмосферному тиску. При русі поршня 2 справа наліво повітря із конденсатора засмоктується в праву порожнину циліндра 1, а із лівої порожнини циліндра повітря виштовхується в атмосферу. Золотниковий механізм 5 служить для зменшення впливу мертвої зони по обидва боки поршня і підвищення к.к.д. насосу.

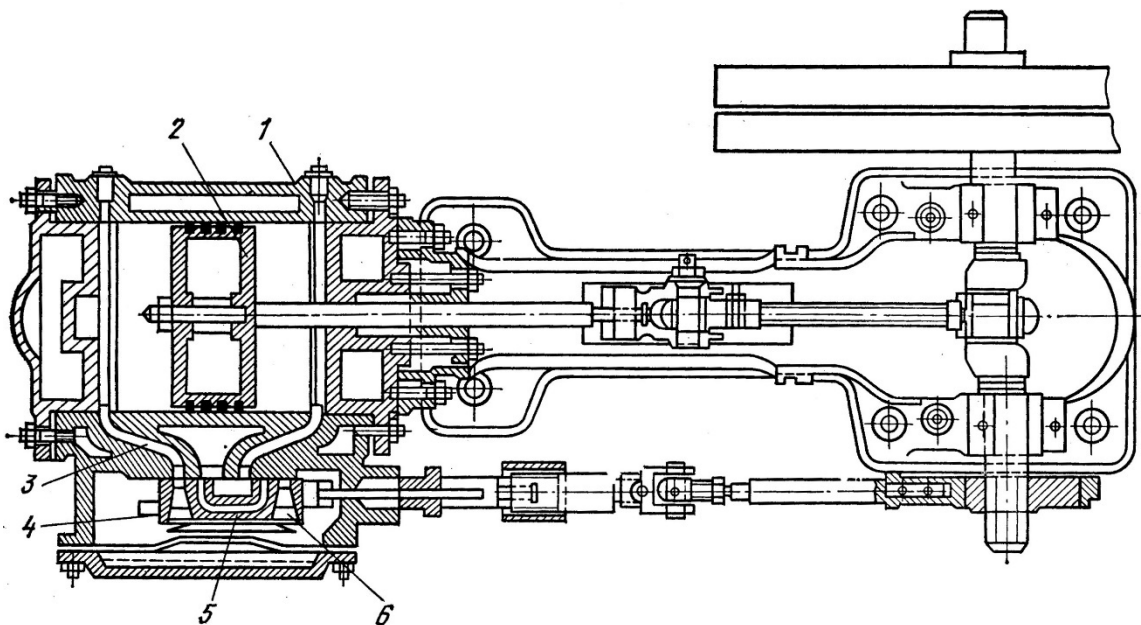


Рис. 12.6. Схема одноступінчатого ступеневого сухоповітряного насоса подвійної дії:

1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – сполучний канал; 4, 6 – всмоктувальний і нагнітальний клапани; 5 – золотниковий пристрій.

**Конденсатовідвідники.** Пристрій, який забезпечує відділення конденсату і відведення його із нагрівальної камери, називається конденсатовідвідником. Конденсатовідвідники є обов'язковим елементом теплообмінних установок, в яких в якості гріючого агента використовується пара і відводиться конденсат.

Найчастіше в переробній промисловості використовують конденсатовідвідники: з гідравлічним затвором (простий і батарейний затвор); з механічним затвором (поплавкові конденсатовідвідники), підпірні шайби.

**Гідравлічні затвори** представляють собою вертикально розміщені труби. Використовуються при невеликих тисках гріючої пари. При послідовному з'єднанні ряду затворів урівноважується протитиск в нагрівальній камері і конденсат вільно витікає в конденсатопровід. При цьому виходять з того, що один затвор висотою 1 м вирівнює тиск 10 кПа.

**Підпірні шайби.** Робота підпірних шайб основана на штучному створенні гідравлічного опору проходженню пари. Шайба представляє собою сталевий диск товщиною 3...6 мм. в центрі якого є отвір. Діаметр отвору повинен бути таким, щоб через нього могла пройти встановлена кількість конденсату.

Добре працюють підпірні шайби при постійному режимі, коли проходить стала кількість конденсату. Якщо діаметр шайби менш 3 мм, встановлюють фільтр для очистки конденсату.

Кількість утвореної вторинної пари визначається за формулою:

$$D = \frac{G_1(h_1 - h_2)}{(h - h_2)}, \quad (12.12)$$

де  $G_1$  – кількість конденсату до конденсатовідвідника, кг/с;  
 $h_1 - h_2$  – ентальпія до і після конденсатовідвідника, Дж/кг;  
 $h$  – ентальпія вторинної пари, Дж/кг;

Потім знаходять площу отвору шайби для проходження пари

$$F_1 = \frac{D}{0,44\sqrt{P_2 \cdot \rho_2}} \quad (12.13)$$

і для проходження конденсату

$$F_2 = (G_1 - D)(31\sqrt{P_1 - P_3}), \quad (12.14)$$

де  $P_1$  – тиск пари до шайби, Па;  
 $P_2$  – тиск рідини в отворі шайби, Па;  
 $\rho_2$  - густина пари при тиску  $P_2$ , кг/м<sup>3</sup>.

Тиск  $P_2$  (в Па) в отворі шайби менший від тиску середовища до шайби  $P_1$  на величину втрат тиску  $\Delta P$ :

$$\Delta P = 0,06(P_1 - P_2). \quad (12.15)$$

$P_2$  - тиск конденсату після шайби, Па.

Діаметр отвору

$$d = \sqrt{\frac{4(F_1 + F_2)}{\pi}}. \quad (12.16)$$



Підпiрнi шайби знаходять за таблицями по тиску i продуктивностi.

## 12.4 Поплавковi конденсатовiдвiдники

**Конденсатовiдвiдники з закритим поплавком.** Конденсатовiдвiдники такого типу встановлюються в лiнiях, якi працюють при надлишковому тиску пари. Основним робочим органом конденсатовiдвiдника з закритим поплавком є металевий пустотiлий легкий поплавок, частiше кулеподiбноi форми.

В конденсатовiдвiдник (рис. 12.7) конденсат поступає через верхнiй штуцер i заповнює внутрiшню частину корпусу через патрубок 2. Поплавок 3 спливає, дiє на важiль, пiднимає клапан 6, який вiдкриває вихiд конденсату. Конденсат вiдводиться пiд дiєю внутрiшнього надлишкового тиску пари.

При витiканнi конденсату поплавок опускається i клапан 6 закриває отвiр для вiдведення конденсату.

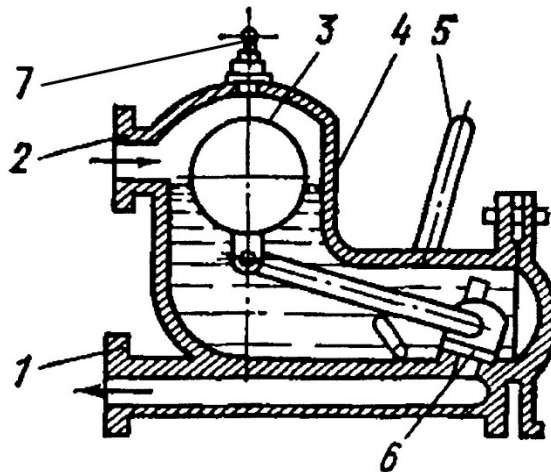


Рис. 12.7. Конденсатовiдвiдник з кульковим поплавком:

1 – патрубок для виходу конденсату; 2 – патрубок для входу конденсату; 3 – поплавок; 4 – корпус; 5 – важiль для пiдйому поплавка; 6 – клапан; 7 – продувний краник.

Для вiдведення повітря та iнших газiв, якi не конденсуються на кришцi корпусу конденсатовiдвiдника встановлений продувний краник. Важiль 5 використовується для примусового пiднiмання поплавка для продувки.

Недолiком конденсатовiдвiдника є вихiд iз ладу при найменшому порушенi герметичностi поплавка, утворення накипу на шарнiрах.

**Конденсатовiдвiдник з вiдкритим поплавком.** В конденсатовiдвiднику з вiдкритим (рис. 12.8) поплавком типу "Автомат" при верхньому положеннi поплавка 1 випускний клапан закритий, при нижньому - вiдкритий. Клапан наглухо прикрiплений до поплавка i при своєму русi регулюється направляючими.

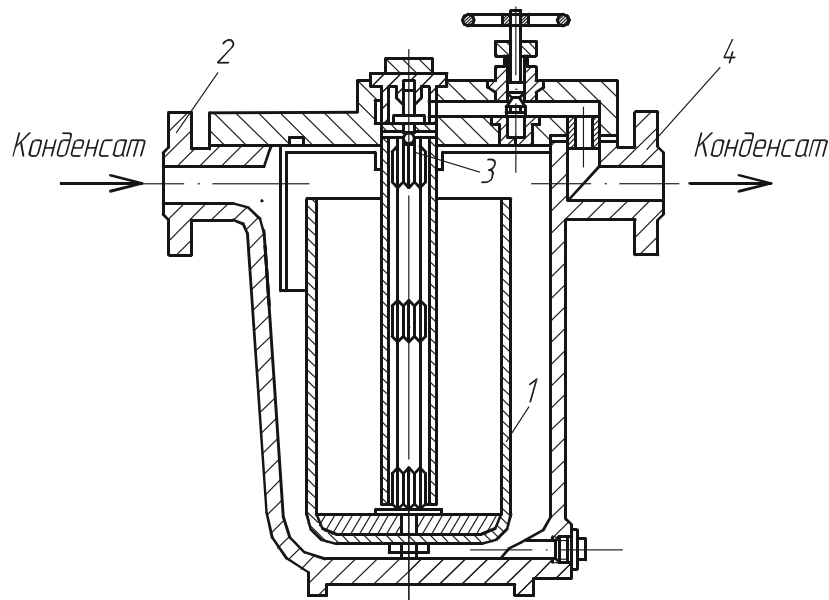


Рис. 12.8. Конденсатовідвідник з відкритим поплавком:

1 – поплавок; 2 – патрубок для входу конденсату; 3 – клапан; 4 – патрубок відведення конденсату.

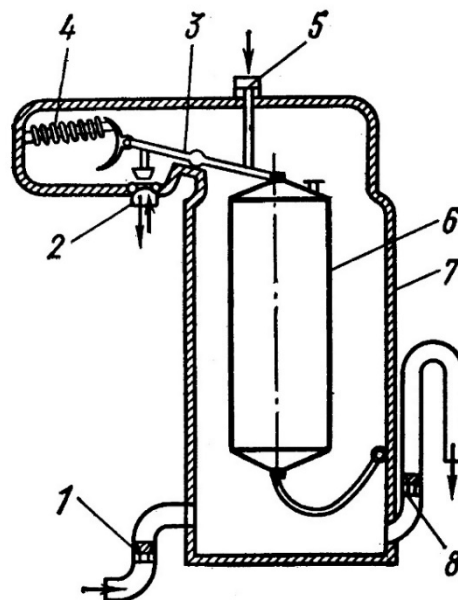


Рис. 12.9. Конденсатовідвідник з циліндричним поплавком:

1 – патрубок з клапаном для входу конденсату; 2 – патрубок з клапаном для з'єднання з паровим простором калоризатора; 3 – важіль; 4 – пружина; 5 – патрубок з клапаном для впуску гострої пари; 6 – поплавок; 7 – корпус; 8 – клапан для відводу конденсату.

При роботі конденсатовідвідника конденсат із нагрівальної камери теплового апарату поступає в штуцер 2 і заповнює кільцевий простір, обмежений поверхнями корпусу і поплавка. При підвищенні рівня конденсату в кільцевім просторі поплавок піднімається і притискає клапан 3 до сідла. Після заповнення кільцевого простору конденсат переливається в середину поплавка. Коли рівень конденсату досягає приблизно половини висоти поплавка, останній опускається

на дно приладу, відкриваючи кран 3 для виходу конденсату. Під дією надлишкового тиску пари конденсат виходить із поплавка через штуцер патрубків 4.

**Конденсатовідвідник з примусовим виштовхуванням конденсату** (рис. 12.9). Використовується, коли пристрій працює на парі, яка має тиск менший від атмосферного. В таких конденсатовідвідниках необхідно забезпечити герметизацію калоризатора в момент випуску конденсату і видавлювання конденсату із корпусу. Корпус конденсатовідвідника з'єднаний з верхньою частиною парової камери калоризатора для вирівнювання тиску в конденсатовідвіднику і калоризаторі через патрубок 2. Конденсат стікає самотечною із парової камери через клапан 1.

Вентиль з клапаном 5 з'єднаний з паропроводом гострої пари. При відсутності конденсату або малій його кількості поплавки 6 знаходяться в нижньому положенні. При цьому клапани 1 і 2 відкриті, а клапан 8 закритий.

При заповненні конденсатом конденсатовідвідника поплавки піднімаються, закривається клапан 2 і відкривається клапан 5 для поступлення гострої пари в конденсатовідвідник. Гостра пара видавлює конденсат через патрубок 8. Клапан 1 при цьому закритий. При досягненні конденсатом свого попереднього положення поплавки опускаються, закривається клапани 5 і 8, відкриваються клапани 1 і 2 – поплавок переходить в робоче положення.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Яким чином створюється вакуум у вакуум- випарних установках?
2. Особливості конструкції поверхневих конденсаторів і конденсаторів змішування.
3. Які елементи включає конденсаційна установка?
4. З якою метою використовується барометрична труба у поверхневих конденсаторах?
5. Особливості конструкції і переваги напівбарометричного конденсатора.
6. З якою метою у вакуум – випарних апаратах використовуються пароструменеві апарати?
7. Принцип роботи інжектора і ежектора.
8. З якою метою використовуються вакуум – насоси?
9. З якою метою використовуються конденсатовідвідники?
10. Особливості конструкції поплавкових конденсатовідвідників.

## Глава 13. Сушильні установки

Сушіння можна розглядати як один із методів консервування харчових продуктів, оскільки при виділенні вологи з продукту припиняється життєдіяльність мікроорганізмів. Цей поріг для овочів становить 12...14%, плодів 15...25%, в м'ясі і рибі 12...14%.

По своїй фізичній суті сушіння є складним дифузійним процесом, швидкість якого визначається швидкістю дифузії (переміщення) вологи із глибини продукту в навколишнє середовище, що проходить при підведенні теплоти.

По способу підведення теплоти до висушуваного продукту відрізняють наступні види сушіння:

**конвективне** - передача теплоти здійснюється безпосереднім дотиком повітря з продуктом;

**кондуктивне** - шляхом передачі теплоти від теплоносія до продукту через розділюючу перегородку;

**радіаційне** - шляхом передачі теплоти інфрачервоними променями;

діелектричне - нагрівання продукту в полі струмів високої і надвисокої частоти;

**сублімаційне** - сушіння в замороженому стані.

Кінетика процесу сушки в значній степені визначається формою зв'язку вологи з продуктом. За класифікацією П.А.Ребіндера виділяють три основні форми зв'язку вологи:

хімічну – обумовлену іонною або молекулярною взаємодією в точних кількісних співвідношеннях;

фізико-хімічну, яка викликана адсорбцією і осмотичними зв'язками;

фізико-механічну, обумовлену утриманням вологи в комірках структури, в мікро- і макрокапілярах.

Фізико-хімічні властивості сировини та вимоги до кінцевого продукту визначають вибір способу сушіння та його апаратного оформлення. В той же час процес сушіння є високо енерговитратним. Так, наприклад, в процесах випаровування на 1 кг випареної вологи витрачається 0,1-0,4 кг пари, то в процесах сушіння 2-4 кг пари.

Тому доцільно максимально відвести вологу іншими способами – пресуванням, випаровуванням, переведенням зв'язаної вологи у вільну, яку можна відділити менш енерговитратними способами.

### 13.1 Конвективне сушіння

Найбільш поширеним є спосіб конвективного сушіння. При цьому способі повітря є теплоносієм та вологопоглиначем. Основна перевага методу – висока поверхня контакту повітря з продуктом.

Відповідно до цього можна виділити наступне апаратне оформлення процесу конвективного сушіння:

стрічкові сушарки, в яких продукт знаходиться на безконечній стрічці і рухається разом з нею, а теплоносій (повітря) проходить крізь стрічку і продукт;

розпилювальні сушарки, в яких наперед згущений продукт розпилюється на дрібні частинки і поступає в об'єм направлено руху повітря.

сушарки киплячого або псевдозрідженого стану, в яких продукт знаходиться у зваженому стані під дією руху повітря, що переходить крізь нього.

Процес виділення вологи з продукту представляє собою комплекс тепло- і масообмінних процесів.

До них відносяться: перенос теплоти від нагрітого повітря до продукту через його поверхню (нагрівання продукту); випаровування вологи; перенесення вологи з поверхні продукту в середовище сушильної камери; перенесення вологи в середині продукту.

Недоліком конвективного сушіння є взаємно протилежне направлення градієнту вологовмісту і температури. Якщо тепловий потік направлений від периферії до центру частинки, то волога рухається від центру до поверхні матеріалу.

Можна виділити два етапи сушіння:

перший етап нагрівання продукту до температури випаровування вологи. Спостерігається інтенсивне випаровування вологи з поверхні продукту, але швидкість випаровування зменшується;

другий етап характеризується в основному дифузійним процесами руху вологи від центру продукту до периферії.

Важливим в даному випадку є дотримання режимів сушіння, зокрема температури гріючого повітря для запобігання утворення кірки на поверхні продукту, що ускладнює масообмін і погіршує якість продукту (виникає ефект підварювання).

### 13.2 Стрічкові сушарки

**Чотиристрічкова сушарка КСА-80** служить для сушіння овочів і фруктів. Вона складається з чотирьох транспортерів, розташованих один над одним.

Кожен транспортер має індивідуальний привід, завдяки котрому на кожній стрічці можна змінювати швидкість руху продукту. Для перемішування продукту над стрічками встановлені зворушувачі 9.

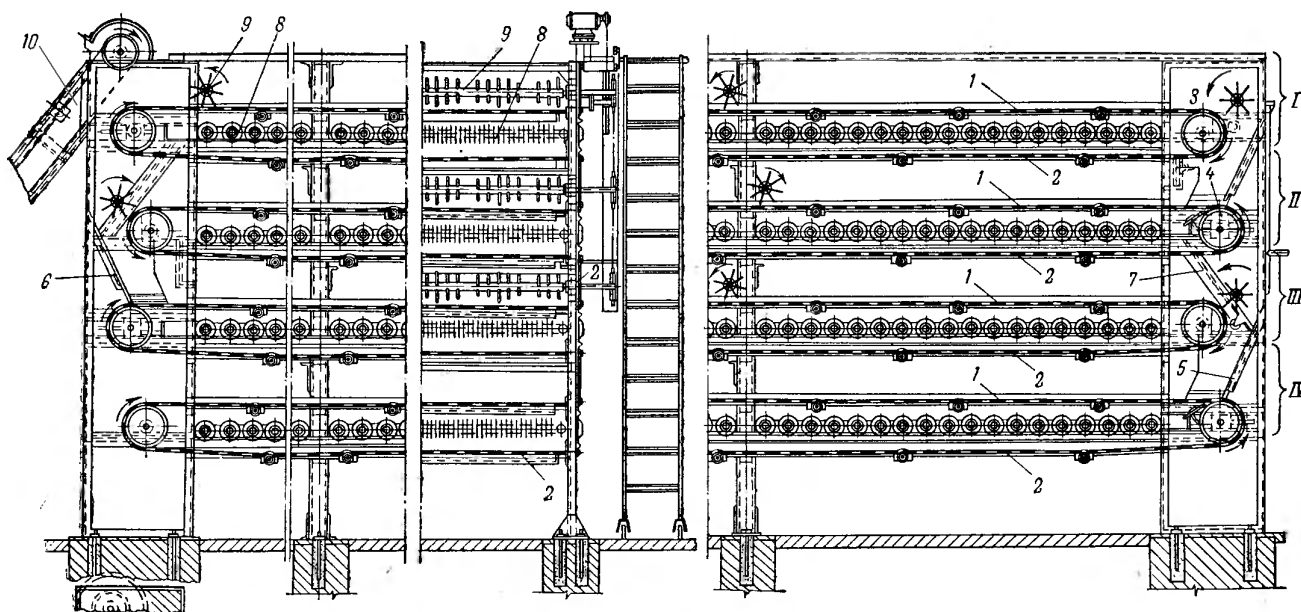


Рис. 13.1. Парова чотиристрічкова сушарка КСА-80 (переріз):

1,2 – робоча і холоста вітки транспортерної стрічки; 3,4 – приводний і натяжний барабани транспортерної стрічки; 5, 6, 7 – напрямні козирки; 8 – калорифери опалювальних батарей; 9 – зворушувачі; 10 – скребковий елеватор; I–IV – яруси (транспортери).

Верхня стрічка завантажується за допомогою похилого скребкового елеватора 10. Повітря надходить в сушарку шляхом природньої тяги і регулюється заслінками: Сітчаті стрічки транспортеру виготовлені із нержавіючого дроту діаметром 1,2 мм, переплетеного тросиками. Ширина стрічки - 2000 мм, довжина - 9600 мм, площа для проходу повітря - 56,5%. Між робочою 1 і холостою 2 вітками стрічки транспортеру розташовані парові калорифери 8. Тиск пари, яка подається в калорифер, на верхній лінії - 0,8...1,0 МПа, на нижній - 0,6...0,7 МПа.

Сировина, яка поступає на транспортер товщиною 3...4 мм, рухається до протилежного кінця транспортеру, при цьому навантаження на першій стрічці по сировині складає 20...30кг/м<sup>2</sup> Потім продукт зсипається на другу стрічку транспортеру і рухається в протилежному напрямку. Повітря рухається знизу вверх, проходячи через всі стрічки з швидкістю 0,25...0,5 м/с.

При сушінні овочів рекомендується підтримувати температуру повітря після повітрепідігрівача (під стрічкою – 65...80°C, крім самої нижньої стрічки, де температура повітря 50...55°C). Температура повітря, після проходження через шар продукту повинна бути над стрічками не нижче 45°C, над середніми

стрічками- не вище 60°C і над нижньою стрічкою -50°C. Вологість повітря, яке виходить із сушарки, повинна бути в межах 55...60%, але не вищою 70%.

Режим сушіння регулюють шляхом зміни загальної продуктивності сушарки, перерозподілення загального часу сушки між окремими стрічками, збільшенням кількості повітря, яке надходить в сушарку, зміною товщини шару сировини, яка поступає на першу стрічку, зміною температури повітря над стрічкою.

Режим сушки змінюють при підвищенні вологості продукту, наявності великих зліплених кусків, пониженій або підвищеній вологості повітря. Продуктивність сушарки біля 0,14 кг/с випареної води.

**Сушарки СПК- ЧГ-15, 30, 45, 90, ПКС, КСК (ГУ-КСК)** служать для сушіння овочів, фруктів, плодів, круп тощо і представляють собою камеру, закриту металевими щитами і дверями.

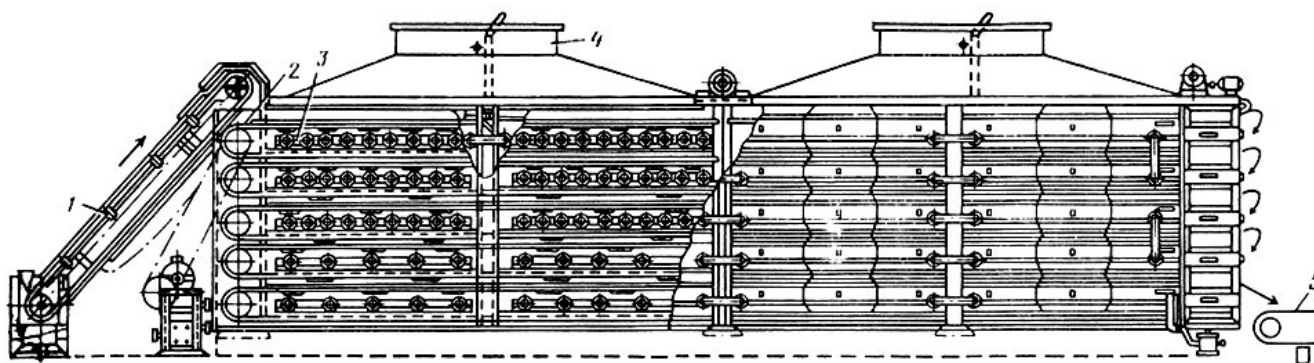


Рис. 13.2. Парова п'ятистрічкова конвеєрна сушарка СПК-90:

1 - подаючий транспортер; 2 - верхня стрічка; 3 - повітрянагрівачі; 4 - аспіраційні камери; 5 - транспортер готової продукції.

Продуктивність сушарок по сухій картоплі при зниженні вологості з 75 до 12 % кг/г відповідно: 30, 60, 90, 180.

Опорною частиною сушарки є станина, всередині якої розміщені 5 пар барабанів діаметром 240 мм. Кожна пара барабанів несе на собі нескінченну сітчасту дротяну стрічку із нержавіючої сталі.

Від редуктора обертати на зірочки ведучих барабанів передаються ланцюговою передачею. Діаметри зірочок різні, відповідно різні швидкості обертання стрічок і час знаходження продукту в кожній температурній зоні.

Для очистки барабанів від налиплого продукту служать скребки, розміщені на барабанах. Похилий транспортер, встановлений під кутом 40° служить для подачі продукту в сушарку. Для підігріву повітря, яке поступає в сушарку, служать парові калорифери, встановлені між робочою та холостою стрічками транспортеру. Пара поступає в калорифер при тиску 0,3- 0,8 МПа.

На сушарках СПК-ЧГ-15 і СПК-ЧГ-30 використана природня вентиляція. Система автоматизації передбачає контроль температури в кожному ярусі сушильної камери. Продукт подається спочатку на першу (верхню) робочу стрічку сушарки. На п'ятому ярусі проходить охолодження продукту до температури цеху.

Переваги стрічкових сушарок:

- неперервність процесу;
- низькі початкові температури повітря завдяки проміжному підігріву;
- менші витрати палива завдяки відносно низькій температурі повітря;
- перемішування продукті при зсипанні зі стрічки на стрічку;
- можливість регулювати параметри повітря і швидкість руху повітря;
- відносно висока продуктивність, віднесена до  $1\text{ м}^2$  площі цеху.

Основні недоліки стрічкових сушарок:

- великі втрати теплоти через бокові поверхні сушарки;
- великі габарити сушарки;
- складність регулювати і автоматизувати технологічний процес;

### 13.3 Розпилювальні сушарки

Розпилювальні сушарки використовують для сушіння рідких, наперед згущених продуктів, таких, як томатна маса і концентровані фруктові соки.

Завдяки розпиленню рідкі продукти диспергують на краплі малих розмірів (5...500 мкм). Це збільшує поверхню випаровування (площа поверхні 1 кг розчину становить  $600\text{ м}^2$ ) і тривалість сушіння вимірюється секундами (від 5 до 30 с). Дуже малий розмір усуває гальмівну дію термовологопровідності. При цьому швидкість внутрішньої дифузії мало впливає на швидкість сушіння, у результаті чого з величезної поверхні виділяється, в основному, поверхнева волога. Це дозволяє застосовувати при сушінні термолабільних продуктів підвищені температури сушильного агента (до  $180\text{...}200^\circ\text{C}$ ) при цьому температура самого продукту не буде перевищувати  $100^\circ\text{C}$ .

Для розпилення продукту застосовують механічні форсунки, в котрих продукт підводиться під великим тиском, пневматичні форсунки, де розпилення досягається струменем повітря, і *відцентрові диски* (рис. 13.3).

Перевагою форсункового розпилення є невелика витрата електроенергії (на 1 т. розчину  $2\text{...}4$  кВт/год); безшумність роботи; простота конструкції. До недоліків можна віднести швидке забруднення вихідних отворів через малий переріз. При збільшенні продуктивності погіршується якість розпилення, тому в установках великої продуктивності встановлюють багато форсунок (до 35 шт);



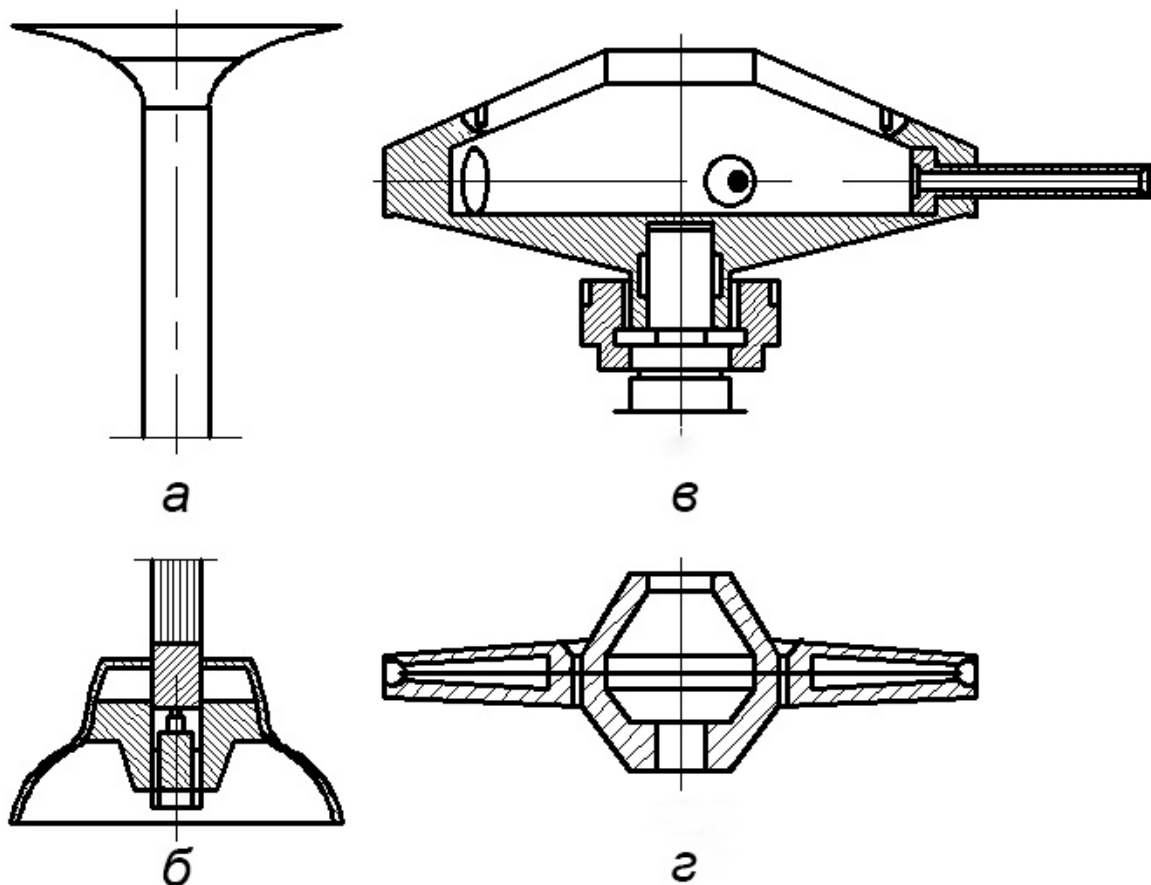


Рис. 13.3. Відцентрові розпилюючі диски:

а – у вигляді тарілки; б – у вигляді перевернутої чаші; в – з сопловими трубками; г – з каналами в тілі диска.

На консервних заводах для розпилення продукту застосовують відцентрові диски, які відрізняються високою надійністю, не засмічуються, забезпечують рівномірне розпилення навіть при зменшенні їх продуктивності до 25%, вони дозволяють розпилювати в'язкі, грубодисперсні суспензії і пасти.

**Розпилювальна сушарка швейцарської фірми «Лува»** (рис.13.4) має суцільнометалеву башту циліндричної форми з конічним днищем (діаметр башти 5,4 м, висота циліндричної частини 3,8 м, загальний об'єм 100 м<sup>3</sup>). Всередині башті встановлено розпилюючий пристрій, який представляє собою відцентровий розпилювальний диск 1, закріплений на валу електродвигуна 11. Диск обертається з швидкістю 144 м/с (650 рад/с).

По конусному днищі рухаються скребки 9 (0,15...0,20 рад/с). Сушарка обладнана паровими підігрівачами 12, в яких повітря нагрівається до 150°C паром тиском 0,8 МПа. Для відділення частин продукту від повітря, яке виходить з сушки, встановлені чотири циклони 5. Повітря після циклонів відводиться головним вентилятором 4.

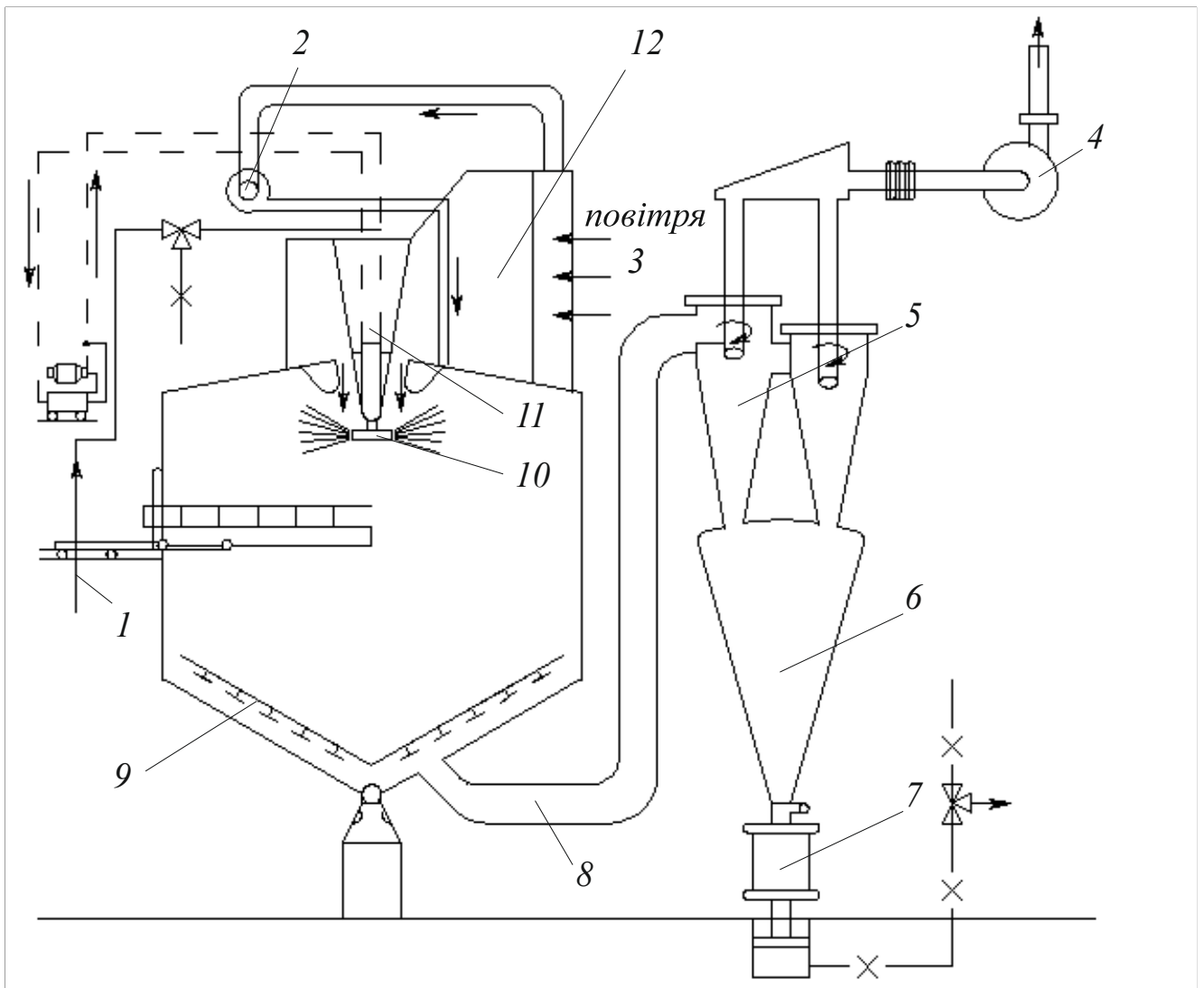


Рис. 14.4. Розпилююча сушка «Лува»:

1 – труба подачі продукту; 2 – вентилятор; 3 – масляний фільтр; 4 – витяжний вентилятор; 5 – циклони; 6 – розвантажувальний бункер; 7 – розвантажувальний пристрій; 8 – труба транспортування продукту; 9 – скребки; 10 – розпилювальний диск; 11 – привод диску; 12 – калорифер.

Продукт шестерним насосом подається по трубі 1 на розпилювальний 10 і під дією відцентрової сили виходить з великою швидкістю з отворів диска і розпилюється в башті. Зовнішнє повітря, пройшовши через масляні фільтри 3, очищується від пилу поступає в башту над диском, що обертається, через кільцевий отвір і завдяки спеціальним напрямкам рухається в башті по спіралі.

Частинки продукту, контактуючи з гарячим повітрям, висушуються, падають на дно башти і звідти скребками 9 згрібаються в отвір труби 8. По цій же трубі рухається і повітря з башті, виносячи з собою висушений продукт в циклони. Температура повітря, що виходить із сушарки, досягає 80°C. Пройшовши через циклони, повітря, очищене від частин продукту, викидається

назовні. Висушений продукт з температурою близько 50°C збирається в вивантажувальному бункері 6, звідки видаляється спеціальним пристроєм 7.

Розпилюючий пристрій, розміщений в башті, охолоджується повітрям, яке подається вентилятором 2. Якщо температура електродвигуна 11 перевищує 125°C, електродвигун і насос, який подає продукт на сушіння, автоматично вимикається.

При сушінні овочевих порошоків кращі результати отримують при роботі сушарки, за температури повітря, що виходить, при сушінні томатів 77 ... 80°C, кабачків 74 ... 77°C, шпинату і зеленого горошку 70 ... 75°C.

Дослідженнями встановлено, що при сушінні овочевих порошоків останні частково осідають на стінках сушильної камери. При тривалій дії високої температури якість порошку, що прилип, різко знижується. На стінках камери осідає 27 ... 34 % томатного порошку, 9 ... 15 % порошку зеленого горошку і 24 ... 26% порошку кабачків. Це відбувається тому, що, рухаючись під дією відцентрової сили, частинки продукту не встигають висохнути і з підвищеною вологістю доходять до стінки камери, доторкаються до неї і прилипають. Для запобігання прилипання частинок потрібно змінити розподіл гарячого повітря, яке поступає в сушарку, і збільшити степінь дисперсності продукту. Значним недоліком даної сушки являється і те, що з відпрацьованим повітрям виноситься 9 – 10 % порошку.

Зменшити витрати енергоносія та покращити якість продукту дозволяють сушарки фірми «Демроу».

В організації процесу сушіння у вказаних сушарках використано особливості двостадійного процесу відведення вологи від продукту.

Перша стадія проходить при високій температурі повітря протягом декількох секунд і характеризується нагріванням продукту і конвективним відведенням вологи із поверхневого шару. Друга – при дифузійному русі вологи до поверхневого шару і конвективному її відведенні при нижчій температурі повітря протягом більш тривалого періоду часу. В деяких сушарках використовують третю стадію, яка забезпечує охолодження продукту.

Система фірми «Демроу» може бути використана для різних продуктів: від високо жирних порошкоподібних сумішей до сирих овочів, і дозволяє проводити сушіння і охолодження продуктів.

*Система сушіння «Фільтермат» фірми «Демроу»* (рис. 13.5) дозволяє одержати високоякісний продукт при низьких енергозатратах. Зниження якості продукту при сушінні розпилюванням найчастіше проходить через утворення турбулентних повітряних потоків в розпилювальній камері сушарки, високих температур на виході продукту із сушарки і високих температур на другій ступені сушки.

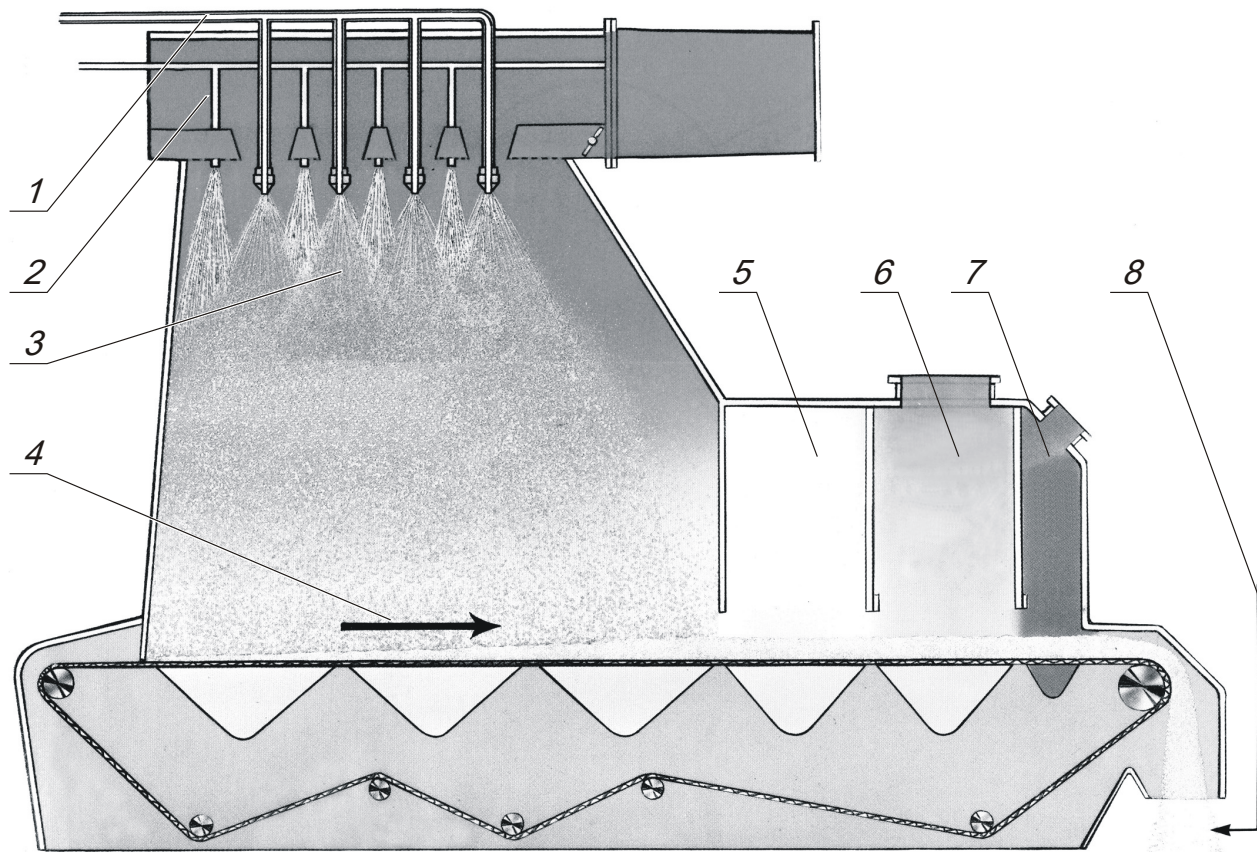


Рис. 13.5. Сушарка системи “Фільтермат” фірми “Демроу”:

1 – подача продукту; 2 – подача компоненту; 3 – перша стадія сушіння (розпилювальна сушарка); 4 – друга стадія сушіння (транспортер); 5 – зона витримування; 6 – третя стадія сушіння; 7 – ступінь охолодження; 8 – вихід кінцевого продукту, для якого притаманна хороша змочуваність, розчинність, здатність до утворення дисперсій.

Перевага триступеневого процесу сушіння “Фільтермат” полягає в тому, що при сушінні суворо витримується рекомендовані для даного продукту режими сушки.

Сушіння продукту в установці проходить за тристадійною схемою.

Перша ступінь установки представляє собою розпилювальну сушарку, де розпилювання продукту проходить за допомогою повітря в механічних форсунках. Повітря рухається в паралельному потоці з продуктом.

Для підвищення енерговіддачі можна використовувати високі температури продукту, оскільки продукт добре захищений вологою, яка міститься в навколишньому повітрі в процесі всього періоду сушки.

На дні розпилювальної сушарки встановлений стрічковий транспортер, на якому продукт переміщається у вигляді напівсухої маси. Коли продукт знаходиться на транспортері, здійснюється друга стадія сушки. Сухе повітря більш низької температури проходить через шар продукту, забираючи вологу. Далі продукт на стрічковому транспортері поступає в камеру витримування, де

в залежності від технологічного режиму сушки повітря може зовсім не подаватися. Переміщаючись транспортером, продукт поступає в камеру сушки 6, де подається гаряче повітря і в камеру охолодження.

### 13.4 Сушіння у завислому шарі

Спосіб застосовується для сушіння круп, плодів та овочів, нарізаних кубиками з розмірами грані від 8 до 20 мм. При сушінні у зваженому шарі нагріте повітря рухається крізь шар матеріалу, завдяки чому теплообмін збільшується в 2 рази, а прискорення сушіння відбувається за рахунок переходу матеріалу з нерухомого шару у зважений.

Інтенсифікація сушіння харчових матеріалів у зваженому шарі пояснюється гідродинамікою процесу.

**Киплячий шар** характеризується безперервним і безладним рухом і перемішуванням частинок в певному об'ємі по висоті та високо розвиненою поверхнею дотику матеріалу з нагрітим повітрям. При цьому способі сушіння кожна частка рівномірно омивається з усіх боків потоком нагрітого повітря, рівномірно нагрівається, що призводить до миттєвого видалення вологи з пограничного шару і дозволяє застосовувати підвищену температури сушильного агента (110...180°C в залежності від виду матеріалу). В результаті значно скорочується процес сушіння, зменшується вплив теплоти на продукт, збільшується питома навантаження матеріалу, краще зберігаються властивості продукту (в порівнянні з низькотемпературної сушінням в нерухомому шарі).

Перехід частинок з нерухомого шару в киплячий відбувається при досягненні критичної швидкості повітря, яке пронизує шар висушуваного матеріалу.

Висота зваженого шару визначається для конкретної швидкості руху повітря. Це пояснюється порізністю шару та швидкістю повітря між частками висушуваного матеріалу.

**Порозність шару** – це відношення об'єму повітря між частками до загального об'єму шару, визначається з рівняння:

$$m = \frac{v-v_0}{v} m = \frac{V-V_0}{V} \quad (13.1)$$

де  $V$  – насипний об'єм шару, м<sup>3</sup>;

$V_0$  – сумарний об'єм частинок, м<sup>3</sup>.

Для «киплячого» шару інтервал порозності знаходиться в межах від 0,55 до 0,83. Збільшення швидкості повітря призводить до збільшення висоти киплячого шару і збільшення порозності шару.

Нижня межа киплячого шару - нерухомий шар матеріалу, верхня - швидкість витання, при якій відбувається спільний рух матеріалу і повітря. Критична швидкість повинна бути меншою швидкості витання, інакше висушуваний матеріал буде виноситись з потоком повітря.

Швидкість витання частинок різних харчових продуктів ( $v_{vit}$ , м/с) визначається за формулою (13.2):

$$v_{vit} = 1,2 + 5,4 \cdot K_{\phi} \sqrt{d_{ch} \cdot \rho_M \cdot \rho_B} \cdot v_{vit.} = 1,2 + 5,4 \cdot K_{\phi} \cdot \sqrt{d_{ch} \cdot \rho_M \cdot \rho_B} \quad (13.2)$$

де  $K_{\phi}$  – динамічний коефіцієнт форми, рівний відношенню швидкості витання частинки даної форми до швидкості витання рівної за об'ємом кулі;

$d_{ch}$  – діаметр частинки, м;

$\rho_M$  – густина матеріалу, кг / м<sup>3</sup>;

$\rho_B$  – густина повітря, кг / м<sup>3</sup>;

Швидкість повітря впливає на тривалість сушіння матеріалу в «киплячому» шарі тільки в період постійної швидкості. У період падаючої швидкості зменшення вологості не залежить від швидкості повітря, так як вона не прискорює переміщення вологи усередині матеріалу. Тому сушіння харчових продуктів проводять при мінімальній швидкості, яка забезпечує стійкий рух і перемішування частинок різних розмірів для того чи іншого матеріалу.

Питоме навантаження матеріалу впливає на тривалість сушіння також тільки в період постійної швидкості сушіння. При збільшенні питомого навантаження в 4 рази відбувається зниження швидкості сушіння в цей період за рахунок зниження потенціалу сушильного агента в 1,2 рази. Оптимальні питомі навантаження при сушінні в «киплячому» шарі складають, в кг/м<sup>2</sup>: для овочів і круп 100...120; для плодів – 60...80.

Застосування високих температур при сушінні призводить до інтенсифікації видалення залишкової вологи за рахунок переміщення її всередині матеріалу у вигляді пари, випаровуванням вологи всередині часток. Тому продукти можна висушувати до залишкового вологовмісту 1-2% за невеликий проміжок часу. Глибоке сушіння призводить до збільшення тривалості зберігання готового продукту.

Частинки матеріалу в процесі сушіння при високих температурах не дають усадки, зберігають первісну форму і об'єм. За рахунок дрібнопористі будови відбувається інтенсивне утворення пари усередині частинок, зоною випаровування стає весь об'єм, і усадки продукту не відбувається. Але це можливо лише при розвиненій поверхні киплячого шару при рівномірному нагріванні частинок з усіх боків. Отримані при сушінні частинки мають пористу

будову, високий коефіцієнт набухання (збільшення об'єму частинки при поглинанні води) і невелику тривалість розварювання.

Табл. 13.1. Тривалість сушіння продуктів у киплячому шарі.

Вид висушуваного продукту	Залишкова вологість, %	Температура сушильного агента на вході, °С					
		100	110	120	130	140	150
		Тривалість сушіння в хв					
Картопля (8x8x8 мм)	15	135	96	70	42	31	30
Картопля (8x8x8 мм)	8	166	106	75	44	32	31
Зелений горошок	14	80	42	34	21	18	14
Морква (10x10x10 мм)	10	70	55	50	42	36	32
Морква (10x10x10 мм)	4	79	65	54	45	40	35
Цибуля (кільця d=3мм)	10	24	21	18	17	14	11
Цибуля (кільця d = 3 мм)	4	34	25	22	20	16	13
Капуста (d = 3 ММ)	10	44	25	21	19	17	-
Капуста (d = 3 ММ)	6	48	27	23	21	18	-
Гречана крупа	10	36	34	24	18	16	13
Гречана крупа	5	71	63	42	31	26	18

Тривалість сушіння в залежності від температури сушильного агента наведена в табл. 13.1.

Оптимальними температурами для сушіння харчових рослинних матеріалів є наступні, °С: для картоплі (в залежності від сорту) – 110...150; зеленого горошку -130...140; моркви та буряку – 110...160; цибулі і капусти – 110...120; яблук і айви – 110...120; абрикосів та груш – 90...100; хурми – 160...180.

Прикладом такого апарату може бути апарат ВС-150КПІ.

**Апарат для сушіння в псевдо зрідженому стані ВС-300 КПІ (ВС-150 КПІ)** (рис. 13.6, 13.7). Апарат складається (рис. 13.6) із сушильної камери 5, встановленої на раму газорозподільчого пристрою. До нижньої частини прикріплена лінія подачі повітря.

Зверху сушильної камери прикріплюється завантажувальний пристрій 2 для завантаження сирого продукту. До задньої стінки камери приварений штуцер 5 для вивантаження висушеного продукту. В штуцер встановлений поріг для регулювання висоти шару. До нижнього фланця корпусу штуцера кріпиться прийомний пристрій лінії пневмотранспорту. В штуцері 4 на виході відпрацьованого повітря встановлений завихрювач потоку.

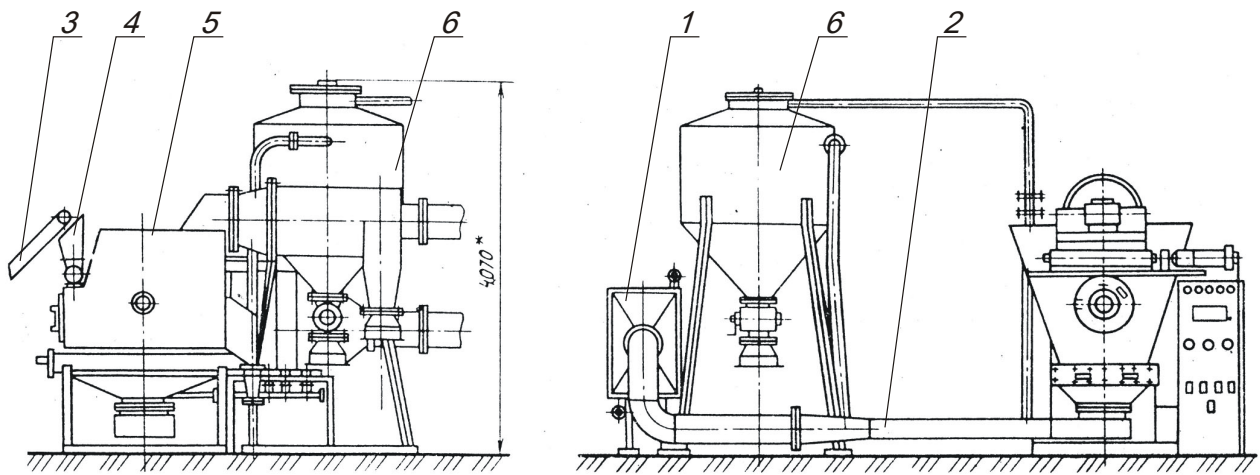


Рис.13.6. Апарат для сушіння в псевдо зрідженому стані ВС-150 КПИ:

1 – калорифер; 2 – лінія подачі повітря; 3 – транспортер подачі продукту; 4 – завантажувальний пристрій; 5 – сушильна камера; 6 – бункер готового продукту.

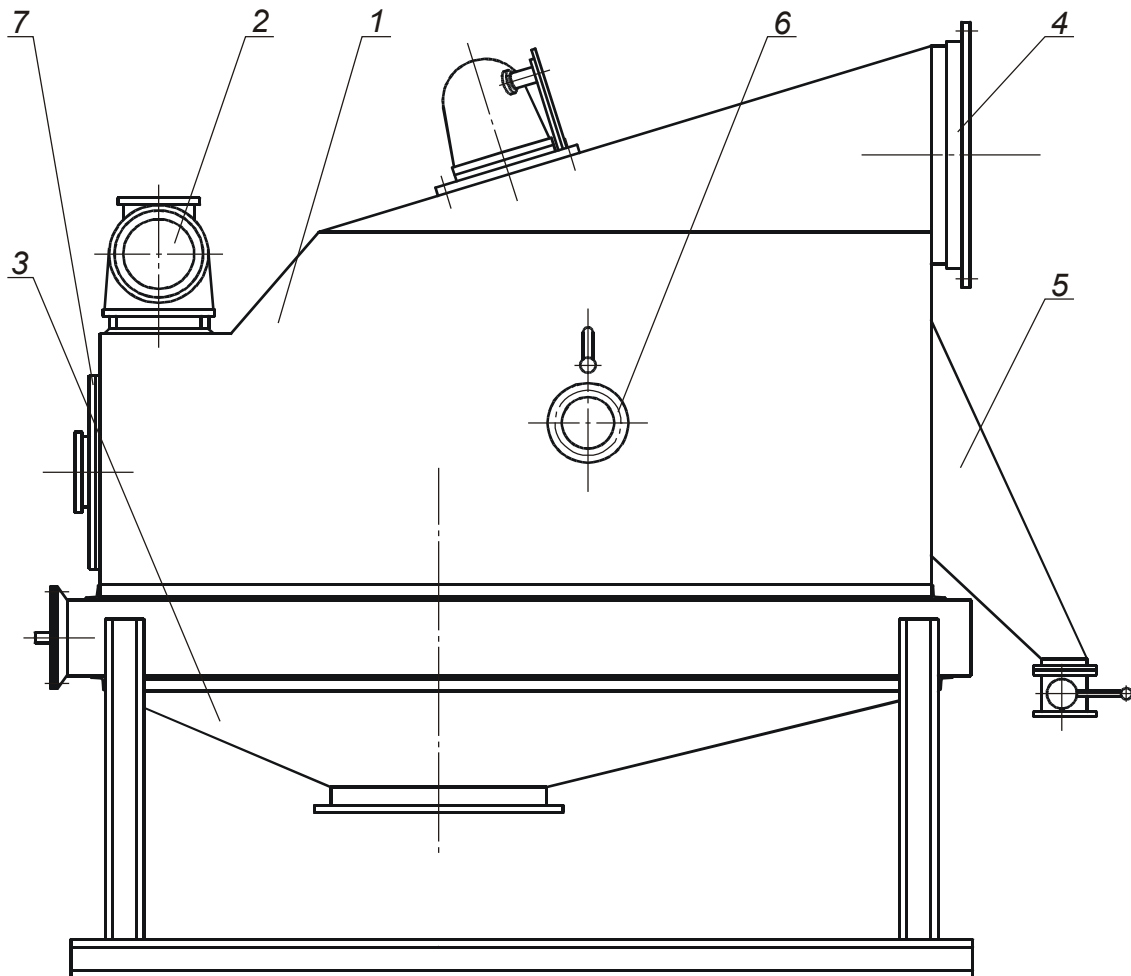


Рис. 13.7. Сушарка ВС-150 КПИ:

1 – сушильна камера; 2 – завантажувальний пристрій; 3 – дифузор; 4 – штуцер відведення відпрацьованого повітря; 5 – штуцер для відведення повітря; 6, 7 – люк.



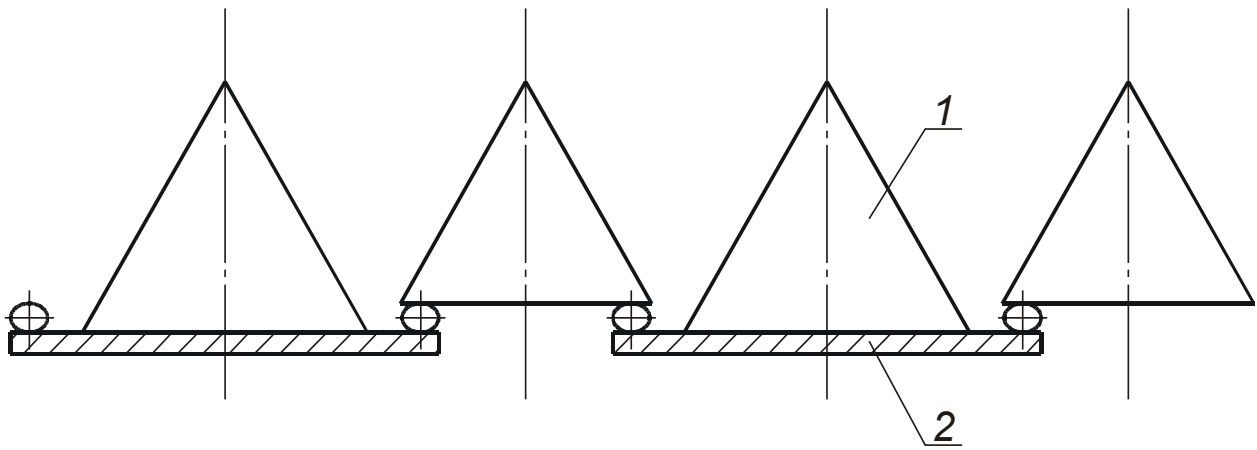


Рис. 13.8. Газорозподільчий пристрій:  
1 – призма; 2 – полотно.

Для чистки сушильної камери та завантаження сухого продукту при першому пуску агрегату на передній стінці є люк 7, а для візуального спостереження за перебігом процесу на її боковій стінці є люк 6.

**Газорозподільчий пристрій** (рис. 13.8) виконано в виді паралельно встановлених призм 8, закріплених торцями до дистанційних полос 9, що закріплені зварними швами до полок швелера рами.

Основи призм газорозподільного пристрою утворюють горизонтальні канали для проходу теплоносія в сушильну камеру і запобігають просипанню частинок продукту в дифузор. Від точності виконання розмірів горизонтальних каналів і зазорів між призмами залежить рівномірність розподілення теплоносія по січненню сушильної камери, стійкість псевдозрідження і якість сушіння. Тому розміри каналів при виготовленні газорозподільного пристрою суворо контролюються, а результати їх вимірювань заносяться в паспорт.

Для нагрівання повітря використовуються три калорифери КВБ12-11, які працюють на парі  $3 \dots 12 \cdot 10^5$  Па. Для подачі повітря використовується дуттєвий вентилятор. Витяжний вентилятор забезпечує відведення відпрацьованого теплоносія із агрегату при розрідженні в сушильній камері 10-15 мм.рт.ст. і роботу пневмотранспорту.

**При роботі сушильної установки** (рис. 13.9) нагнітальний вентилятор 1 по трубопроводу 2 подає повітря в блок калориферів 3. Пара подається по магістралі 4. Утворений в трубах калорифера конденсат через конденсатовідвідник 5 відводиться в лінію конденсату 6. Нагріте до температури  $100 \dots 130^\circ\text{C}$  після проходження блока калориферів повітря через газорозподільний пристрій 7 поступає в апарат вихрового псевдозрідженого стану 8 і приводить в стан кипіння сипучий матеріал, що знаходиться в ньому.

Відпрацьоване повітря далі проходить очистку в циклоні 13. До повітропроводу 14 під'єднаний повітропровід 18, через який відсмоктується

повітря з бункера нагромаджувача 19. На повітропроводі 14 і 18 встановлені регулювальні шибери 15 і 20.

Під дією розрідження, створеного витяжним вентилятором в бункері 19, в нього через вікна в приймальному пристрої 11, по лінії пневмотранспорту 12 засмоктується зовнішнє повітря, яке при русі по трубопроводу охолоджує продукт.

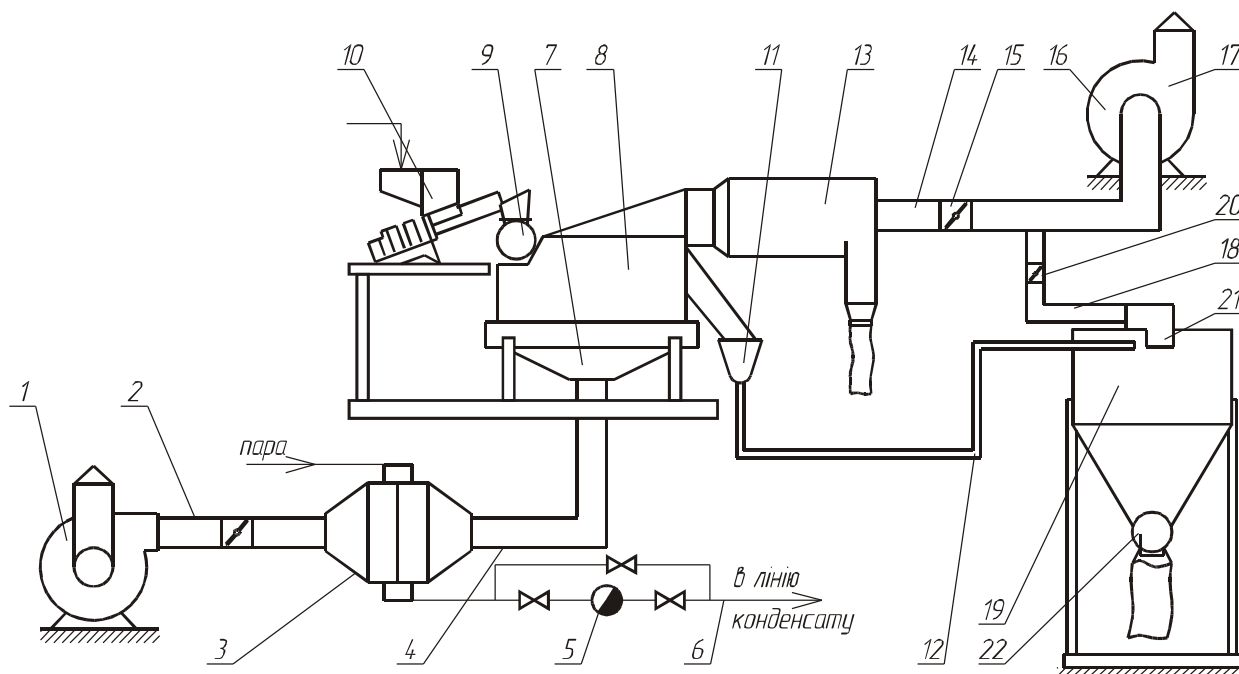


Рис. 13.9. Сушильна установка для казеїну:

- 1 – нагнітальний вентилятор; 2 – повітропровід; 3 – блок калориферів; 4 – лінія подачі нагрітого повітря; 5 – конденсатовідвідник; 6 – лінія відведення конденсату; 7 – газорозподільний пристрій; 8 – апарат псевдозрідженого стану; 9 – завантажувач; 10 – бункер сирого продукту; 11 – приймальний пристрій; 12 – лінія транспортування сухого продукту; 13 – циклон; 14, 17, 18 – трубопроводи; 15, 20 – шибери; 16 – відсмоктуючий вентилятор; 19 – бункер – нагромаджувач; 21 – сітка; 22 – шлюзовий шибер.

### 13.5 Сушка в віброкиплячому шарі

Віброкиплячий шар утворюється або під впливом тільки вібраційних коливань, або при сумісному впливі вібраційних коливань і швидкості повітря. У першому випадку теплопідведення здійснюється інфрачервоними променями або контактним способом, другий випадок відноситься до конвективного методу сушіння.

Сушильні установки з віброкиплячим шаром компактні, забезпечують гарне перемішування, турбулізацію пограничного шару і транспортування

матеріалу. У цих установках немає значних втрат матеріалу, тривалість перебування матеріалу в сушильній установці регулюють, змінюючи висоту порога в кінці жолоба. Такі апарати використовуються в розпалюваних сушарках для досушування продукту.

### 13.6 Сушіння методом сублімації

Сушіння методом сублімації дозволяє максимально зберегти властивості продукту: об'єм і структуру тканин, колір, смак, запах.

Сушіння методом сублімації протікає при низьких температурах в глибокому вакуумі. Сушіння сублімацією проходить по принципу поглиблення зони випаровування. Спочатку випаровування вологи проходить на поверхні матеріалу, а потім зона випаровування поступово переміщається в глибину. При сушіння сублімацією спостерігається три періоди:

I-період 1-2 охолодження і самозаморожування (температура продукту знижується до  $-5\dots-15$  °C за рахунок відведення тепла і випаровування вологи), в цей період швидкість сушіння знижується;

II - період 2 -3 період сушіння сублімацією (температура майже не змінюється, а швидкість сушіння - постійна), в цей період до продукту необхідно підводити теплову енергію шляхом теплопровідності від гріючих плит і конвективного теплообміну між паром – повітряною сумішшю і матеріалом;

III – 3-4 період теплового сушіння: в цей період випаровується частина адсорбційно зв'язаної вологи, яка знаходиться в рідинному стані навіть при дуже низьких температурах; випаровування проходить як звичайне теплове сушіння під вакуумом, при цьому температура продукту швидко підвищується, а швидкість сушіння падає.

При сушінні методом сублімації основна кількість вологи (75-85%) відводиться від продукту в замороженому стані. Час сушіння для овочів і фруктів становить від 15 до 26 годин. Період теплового сушіння становить 25-45% всього періоду сушіння.

**Установка для сушіння харчових продуктів сублімацією** складається із сушильної камери 1, конденсатора 2, форвакуумного насосу 3, холодильного компресора 4, а також обладнання для підготовки води і подачі її в плити камери.

Сушильна камера виготовлена із сталевих листів, покритих теплоізоляцією. Вона має прямокутну або циліндричну форму і закрита кришками.

В субліматорі є полицки, на які вкладаються полки протилежні з продуктом.

Якщо теплоносієм є гаряча вода або пара, то полки виготовляють пустотілими і теплоносій проходить через всі полицьки. Якщо в якості теплоносія використовують електричний струм, то полицьки виготовляють суцільними, а вздовж стінок сублиматора встановлюються нагрівачі (лампи накалювання або електроспіралі). Сублиматор з'єднаний з трубчастим або скрепковим конденсатором, в якому проходить конденсація і льодоутворення. В якості охолоджувального агента в конденсаторі використовується розсіл, попередньо охолоджений до 20 - 25°C, або аміак.

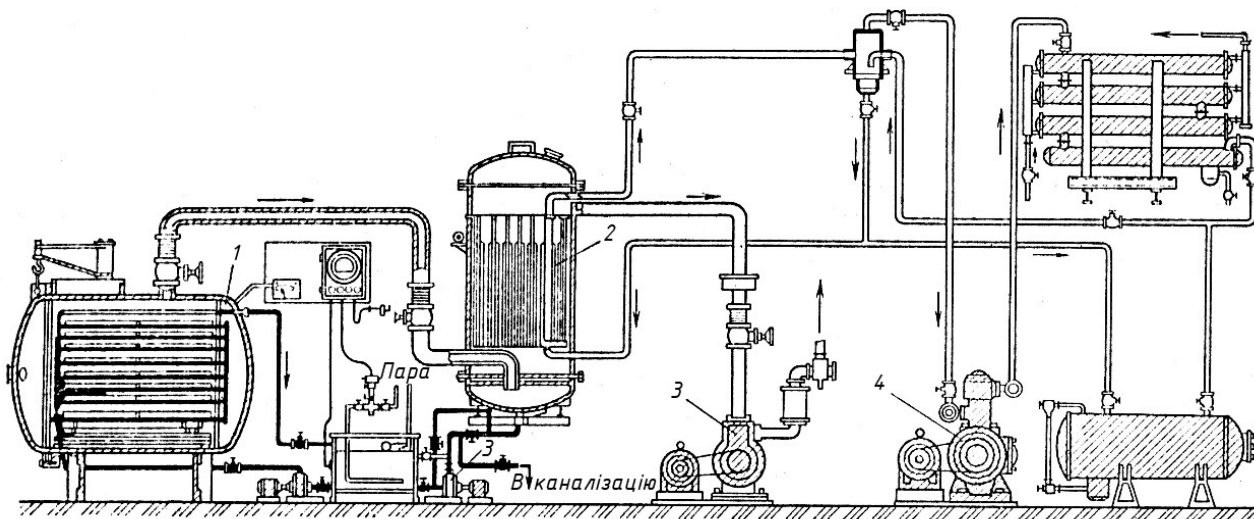


Рис.13.10. Установа для сушіння в замороженому стані:

1 – сушильна камера; 2 – конденсатор; 3 – форвакуумний насос; 4 – компенсатор.

Для нормального протікання процесу температура стінок конденсатора повинна бути нижчою температури продукту на 20 - 30°C при достатньо розвинутій поверхні охолодження. Лід із парів продукту, утворений на поверхні охолодження конденсатора, відводиться скребками або шляхом відтанення (необхідно 2 конденсатори).

Форвакуумні насоси служать для відведення повітря із всієї системи при пуску установки і створенні вакууму.

Для створення і підтримки вакууму в сублиматорах можуть бути використані 2 або 3 багатоступеневих ежектори, які одночасно працюють тільки на початку сушіння, коли необхідно відвести велику кількість пари. Потім допоміжні ежектори виключають і залишають працювати тільки головний. Несконденсовані гази відводять із конденсатора трьохступеневим пароструменевим ежектором.

При сушінні продукт на противнях поміщають в сушильну камеру, в якій потім створюється вакуум (залишковий тиск 133,3...266,6 Па). При такому вакуумі волога продукту випаровується при -10...-15°C.

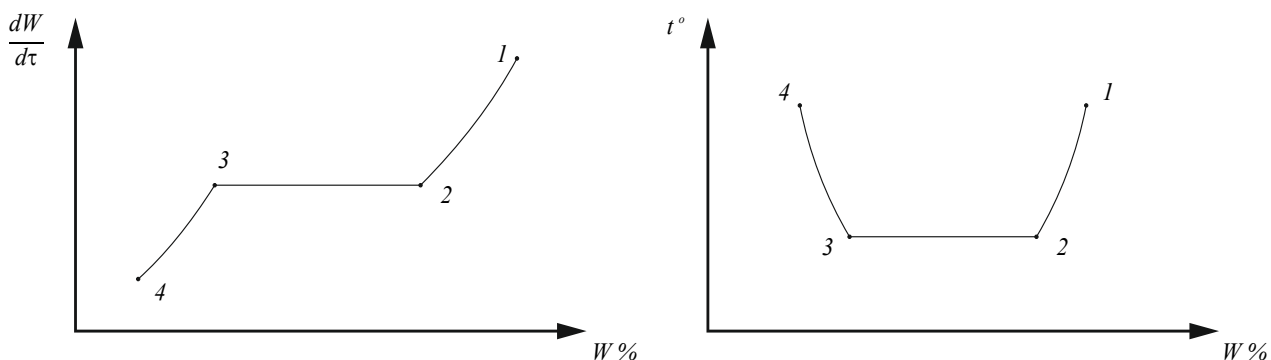


Рис. 13.11. Криві сушіння сублімацією.

В пустотні плити сублиматора неперервно підводиться вода температурою біля 40°C. Інтенсивність випаровування можна збільшити або шляхом підведення більшої кількості теплоти до продукту; або підвищення швидкості відведення утворених парів.

Після закінчення процесу сушіння систему вимикають і продукт вивантажують із сублиматора.

При сушінні методом сублимації основна кількість вологи 75-85% відводиться з продукту в замороженому стані, при заморожуванні відводиться від 5 до 20 %, а при тепловому сушінні – від 5 до 15% вологи.

В останні роки проводяться дослідження з використання інтенсивного підведення тепла за допомогою ІК-променів з довжиною хвилі 0,8...1,5 мкм і струмів високої частоти  $10^9 \dots 10^{10}$  Гц. При цьому тривалість сушки сублимації скорочується в кілька разів.

У табл. 13.2 наведені режими сушіння сублимації різних овочів.

Табл. 13.2. Параметри сублимаційного сушіння підготовлених овочів

Продукт	Температура сублимації, °C	Товщина шару овочів, мм	Температура, °C		Тривалість сушіння, год
			продукту	гріючої поверхні	
Картопля	-12	4...6	45	22...49	6,7
Зелень петрушки	-14	5...6	43	13...48	8,3
Морква	-16	5..6	43	22...50	7,7
Буряк	-17	4	46	13...49	12,2
Білі коріння	-14	5...7	43	22...50	7,7
Цибуля і	-17	3...4	46	10...48	11,0
Капуста	-12	4	46	16...50	9,5

**Переваги способу:** виходять продукти високої якості; легко поглинають при відновленні вологу (можуть відновлюватися навіть у холодній воді);

зберігають первинні об'єм, колір, смак, летючі компоненти; можуть зберігатися тривалий час в приміщеннях з нерегульованою температурою.

**Недоліки способу:** продукти мають низький вміст вологи (2...4%) і мають сильно розвинену поверхню, тому дуже чутливі до поглинання вологи і окислення киснем повітря ліпідів, вітамінів, ароматичних речовин; для упаковки використовують спеціальні матеріали, які оберігають продукти від впливу вологи, кисню і світла; спосіб дорогий.

### 13.7 Кондуктивний спосіб сушіння

Цей спосіб сушіння широко застосовується для зневоднення фруктових та овочевих пюреподібних продуктів, у тому числі і картопляного пюре.

Кондуктивний (контактний) спосіб заснований на передачі теплоти матеріалу при контакті з гарячою поверхнею. Повітря при цьому способі служить тільки для відведення водяної пари з сушарки і є вологопоглиначем. Коефіцієнт тепловіддачі при цьому способі в десятки разів вищий, ніж при конвективному сушінні.

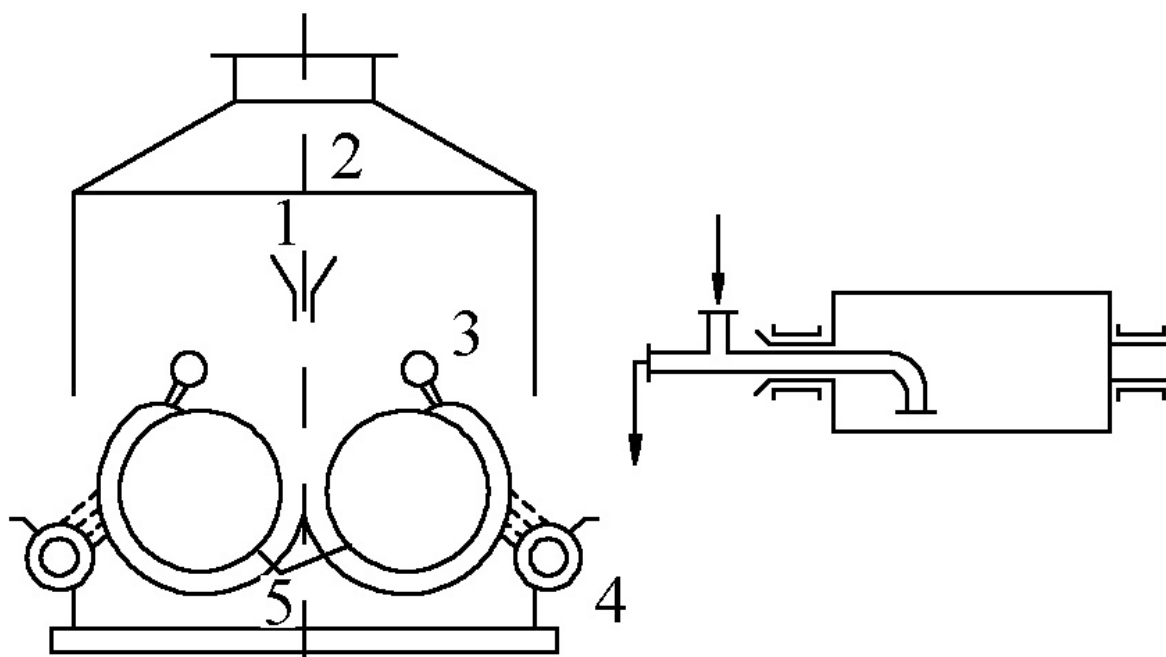


Рис. 13.12. Двовальцева сушильна установка:

1 – завантажувальна воронка; 2 – витяжний пристрій; 3 – ножі-скребки, 4 – шнек; 5 – вальці.

Температура в різних шарах матеріалу різна: найбільша - в шарі, який контактує з грючою поверхнею, найменша - у зовнішнього шару. Вологовміст в процесі сушіння даним способом поступово збільшується від шарів, що стикаються з нагрітою поверхнею до зовнішніх шарів. Гаряча поверхня найчастіше обігрівается водяною парою, температура якого вище 100°C, тому

шари матеріалу, що контактують з гарячою поверхнею, можуть досягати цієї температури, що призводить до місцевого перегрівання. Через це ступінь розчинності сухих продуктів, отриманих по даному способу, складає 80-85%. Обов'язкова умова при даному способі сушіння - хороший контакт матеріалу з гріючою поверхнею.

Сушіння у вальцьових сушильних установках відбувається за один оберт вальців.

Тривалість сушіння визначається за формулою:

$$\tau = \frac{30 \cdot l}{\pi \cdot n \cdot R},$$

де  $l$  – довжина шляху, пройденого часткою уздовж вальця, м;  
 $n$  – частота обертання вальця (1 об/хв = 1 хв<sup>-1</sup>  $n = 0,105$  рад / с);  
 $R$  – радіус вальця, м.

Продукт висушується у вигляді тонкого шару. Товщина плівки висушуваного матеріалу за умови, що ширина плівки дорівнює довжині вальця, визначається за формулою:

$$\delta = \frac{M_1}{120 \cdot \rho_m \cdot n \cdot l \cdot L},$$

де  $M_1$  – кількість матеріалу, що надходить на сушіння, кг / год;  
 $\rho_m$  – густина матеріалу, що висушується, кг / м<sup>3</sup>;  
 $L$  – довжина вальця, м.

**Схема двовальцевої сушильної установки** наведена на рис. 13.12. Продуктивність їх становить 250...500 кг випареної вологи в годину. Установка включає два порожнистих циліндричних вальця 5. Зовнішня поверхня вальців шліфується і полірується. З торця вальці закриті знімними кришками і цапфами. Одні цапфи суцільні для приводу, інші порожнисті, через них вводиться пара і відводиться конденсат (по сифонній трубці, яка з'єднується з конденсатовідвідниками). Тиск пари в вальцях 0,3...0,5 МПа. Зазор між вальцями регулюється від 0 до 6 мм (в робочому положенні зазор дорівнює 1...2 мм). Над вальцями розташований витяжний зонд 2 для видалення випареної вологи. Вальці обертаються з однаковою частотою (4...24 хв<sup>-1</sup>) назустріч один одному. Продукт для сушіння надходить в спеціальні жолоби, які розташовані зовні посередині обох вальців, це дозволяє збільшити корисну площу їхньої поверхні до 85-87%. У жолобах на горизонтальних валах закріплені диски, викинути. При обертанні вальців вони занурюються в продукт і покриваються тонким шаром. Для зняття сухого продукту передбачено ножі 3. Продукт висушується у вигляді тонкої плівки за один оберт вальців. Тривалість сушіння (одного оберту) становить від 2,5 до 15с.

**Переваги способу:** інтенсивність сушіння (за рахунок високого коефіцієнта теплопередачі між гріючою поверхнею і матеріалом), завдяки цьому продукт швидко зневоднюється; невисокі витрати енергії; простота; невисока вартість обладнання.

**Недоліки способу:** продукт піддається механічній дії - його зрізають ножами, потім розмелюють в порошок, тому якість нижча, ніж у розпилювальних сушках. При зіткненні продукту з нагрітими вальцями відбувається необоротна теплова коагуляція білків; термічний розклад цукрів і зміна кольору.

### 13.8. Сушіння термовипромінюванням

Сушіння термовипромінюванням - використання інфрачервоних променів (ІЧП). Для сушіння термовипромінюванням використовують інфрачервоні промені (ІЧП) з довжиною хвилі від 0,77 до 340 мкм.

Інфрачервоне сушіння продуктів харчування, як технологічний процес, заснований на тому, що інфрачервоне випромінювання певної довжини хвилі активно поглинається водою, що міститься в продукті, але не поглинається тканиною висушеного продукту, тому видалення вологи можливо при невисокій температурі (40...60°C), що дає можливість практично повністю зберегти вітаміни, біологічно активні речовини, природний колір, смак і аромат продуктів.

Для сушіння харчових рослинних матеріалів практичне застосування знайшли короткохвильові інфрачервоні промені з довжиною хвилі близько 1,6-2,2 мкм. При цьому способі сушіння до матеріалу підводиться тепловий потік в 30-70 разів потужнішим, ніж при конвективному сушінню, швидкість сушіння збільшується в порівнянні з конвективним, але не пропорційно збільшенню теплового потоку. Це пояснюється тим, що швидкість сушіння залежить не стільки від швидкості передачі тепла, скільки від швидкості переміщення вологи у середині матеріалу. Для збереження високих показників якості висушеного продукту застосування потужних потоків ІЧП не рекомендується.

Кількість теплоти, переданої інфрачервоними променями ( $Q$ ), залежить від наведеної ступеня чорноти тіла ( $\varepsilon$ ), взаємного розташування поверхні випромінювання і поглинання ( $\varphi$ ) і від різниці абсолютних температур джерела випромінювача ( $T_1$ ) і поглинаючого матеріалу ( $T_2$ ) і визначається за рівнянням:

$$Q = \varepsilon_{1-2} \cdot \varphi \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$



$$\varepsilon_{1-2} = C_1 \frac{C_2}{C_0}$$

де  $\varepsilon_{1-2}$  – коефіцієнт випромінювання сірого тіла, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$C_0$  – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, рівний 5,7 Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$C_1$  і  $C_2$  – коефіцієнти випромінювання, відповідно джерела ІЧП і висушеного матеріалу, Вт/(м·К).

Для прискорення процесу сушіння необхідно, щоб інфрачервоні промені проникали в матеріал на достатню глибину, Це залежить від пропускну здатності матеріалу і від довжини хвилі ІЧП: чим менше довжина хвилі, тим вище проникаюча здатність інфрачервоних променів. Проникність харчових рослинних матеріалів збільшується зі зменшенням товщини шару і з пониженням вологості матеріалу. Наприклад, проникність ІЧП в сиру картоплю складає 6 мм, в суху – 15...18 мм.

При сушінні ІЧП виникають перепади температур, під дією котрих волога переміщається по напрямку теплового потоку всередину матеріалу. Крім того, вона частково випаровується з поверхні, в результаті відбувається зростання градієнта вологовмісту, величина якого перевищує градієнт температури, і волога починає переміщатися до зовнішньої поверхні. Таким чином, градієнт температури надає гальмівну дію переміщенню вологи.

Таблиця 13.3. Параметри сушіння ІЧП.

Вид овочів	Питоме навантаження, кг/м	Тривалість сушіння, год	Витрата енергії	
			кВт·год/м <sup>2</sup>	кВт·год/кг сировини
Зелений горошок	8	2,16	7,8	0,97
Морква	10	3	10,8	1,08
Капуста	7	1,5	5,4	0,77
Картопля товщиною:				
5 мм	10	2	10	1,0
10 мм	20	3	15	0,75
20 мм	40	6	30	0,75

При сушінні матеріалів з малою проникністю може відбутися швидке висушування поверхневого шару і високі градієнти температури і вологості всередині матеріалу приведуть до розтріскування.

Для рослинних матеріалів рекомендується переривчасте опромінення. У період припинення подачі ІЧП через інтенсивне випаровування температура поверхні різко знижується, температурний градієнт змінює свій напрям (оскільки температура всередині вище, ніж на поверхні) і волога переміщується з центральних шарів до поверхневих, де і випаровується. Параметри сушіння ІЧП наведені в табл. 13.3.

За характером випромінювачів ІЧП розрізняють терморадіаційні сушарки з електричним і газовим обігрівом. Сушарки з електричним обігрівом компактні, прості в обігу і експлуатації. Однак висока витрата електроенергії і нерівномірність сушіння обмежують їх застосування.

Терморадіаційні сушарки з газовим обігрівом більш економічні і забезпечують більш рівномірне сушіння.

### **13.9 Сушіння струмами високої частоти**

При високочастотному сушінні підведення теплоти здійснюється за допомогою поля електричного струму високої (10...25 мГц) і надвисокої (2000...2500 мГц) частоти. Вологі матеріали рослинного походження є діелектриками, володіють властивостями напівпровідників. До їх складу входять іони електролітів, електрони, молекули полярних і неполярних діелектриків, що володіють дипольним моментами. В електромагнітному полі диполі розташовуються віссю вздовж поля. Потрапляючи в змінне електромагнітне поле, вони здійснюють коливальні рухи, прагнучи слідувати за полями.

При сушінні матеріал поміщають між обкладинками конденсатора, до яких подається струм високої або надвисокої частоти. Обкладинки мають протилежні заряди, тому іони і електрони переміщуються усередині матеріалу до тієї чи іншої обкладки. При зміні заряду на обкладинках вони рухаються в протилежних напрямках, в результаті виникає тертя з виділенням теплоти. Диполі в змінному електричному полі будуть коливатися то в одну, то в іншу сторону, в результаті також виникає тертя з виділенням тепла. Енергія електромагнітних хвиль, витрачається на подолання цих збурень, буде перетворюватися в тепло.

В електричному полі високої і надвисокої частоти нагрівання частинок рослинного матеріалу відбувається за долі секунди. Під дією змінного електричного поля високої частоти відбувається регульований нагрів матеріалу. Через випаровування вологи, тепло-і масообміну з навколишнім середовищем

поверхневі шари зневоднюються і втрачають тепло. Тому температура і вологість матеріалу всередині більші, ніж зовні. Виникають градієнти температури та вологовмісту, за рахунок яких волога зсередини переміщається до поверхні. При цьому, на відміну від конвективного сушіння, напрямок обох чинників збігається, що інтенсифікує процес сушіння.

При цьому способі сушіння випаровування відбувається по всьому об'єму. Змінюючи напруженість поля, можна регулювати температуру матеріалу при сушінні.

Кількість теплоти, що виділяється з 1 м матеріалу ( $Q$ ), визначається за формулою:

$$Q = 0,556 \cdot E^2 \cdot \nu \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg}(\delta) \cdot 10^{-3}$$

де  $E$  – напруженість електричного поля, В/м;

$\nu$  – частота поля, Гц;

$\varepsilon$  – відносна діелектрична проникність матеріалу;

$\operatorname{tg}(\delta)$  – кут діелектричних втрат (він доповнює до  $90^\circ$  кут зсуву фаз між струмом і напругою в конденсаторі, між обкладками якого поміщений матеріал).

Діелектрична проникність визначає здатність переходу енергії електромагнітних хвиль в теплоту, здатність матеріалу реагувати на зовнішнє електромагнітне поле і залежить від фізико-хімічних властивостей, температури та вологовмісту матеріалу, від частоти і напруженості електричного поля. Зміна діелектричної проникності призводить до зміни режиму роботи сушильних установок. Діелектрична проникність сухих матеріалів значно менше, ніж води. Чим менше значення діелектричної проникності, тим на більшу глибину матеріалу проникають електромагнітні коливання струму надвисокої частоти.

**Переваги способу:** можливість регулювання і підтримки температури усередині матеріалу.

**Недоліки способу:** високі витрати електроенергії, складне устаткування і обслуговування. Вартість сушіння переважає конвективне у 3...4 рази.

Струми високої частоти використовуються в даний час для інтенсифікації сушки сублімації.

### 13.10 Установка для сушки продукту у вспіненому стані

Суть методу заключається в тому, що рідина або піноподібний продукт з введеним в нього емульгатором (піностабілізатором) взбивають в стійку піну, змішуючи його з повітрям або інертним газом. Піна потім може бути висušена у вигляді шару, жгута, перфорованого пласту. Сушка піни може проводитись як під вакуумом, так і при атмосферному тиску.

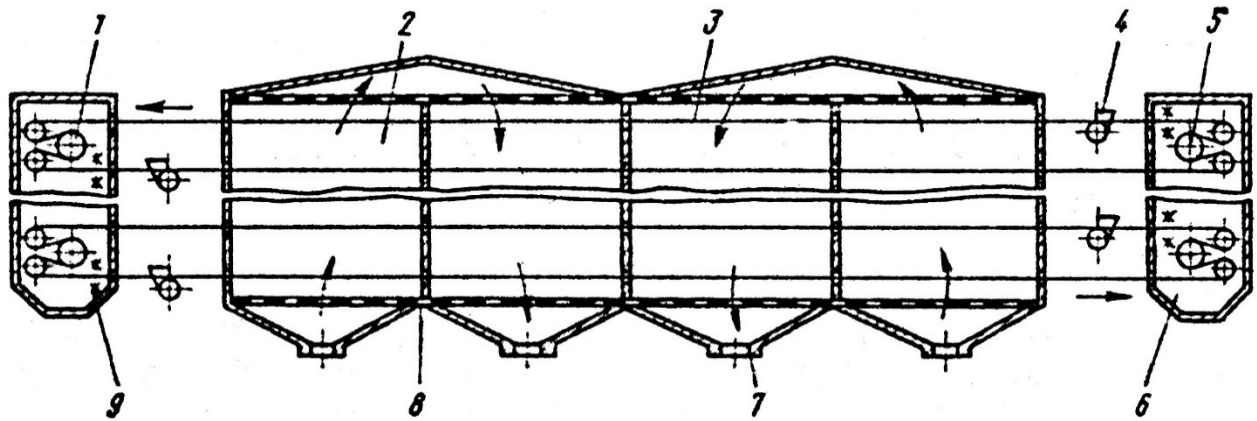


Рис. 13.13. Установа для сушки продукту у вспіненому стані:

1 – вал; 2– сушильна камера; 3– транспортер; 4– живильник; 5 – вал; 6 – щітки доочищення; 7 – повітропровід; 8 – газорозподільна решітка; 9 – щітки доочищення.

### 13.11 Комбіновані способи сушіння

Комбіновані способи сушіння застосовуються з метою підвищення економічності процесу і зниження витрати електроенергії. До таких способів відносяться різні комбінації відомих способів сушіння: конвективно-високочастотна, радіаційно-високочастотне, радіаційно-конвективне, радіаційно-контактне і ін.

#### Питання для самоперевірки.

- 1.3 якою метою проводять процес сушіння?
3. Яке робоче середовище використовується в сушарках.
5. Які етапи сушіння спостерігаються при сушінні харчових продуктів?
7. Назвіть переваги і недоліки стрічкових сушарок.
9. На якій вітці сушарки спостерігається максимальна температура?
11. Назвіть переваги розпилювальних сушарок. Переваги кожного способу розпилення.
13. Способи подачі повітря і відведення продукту у розпилювальних сушарках.
15. Назвіть переваги двостадійного сушіння та основні конструктивні елементи сушарок.
17. Яким чином створюється псевдо зріджений шар?
19. Переваги сушіння методом сублімації

## Глава 14. Наповнювально- дозувальні пристрої

### 14.1 Тара і упаковка

**Тарою** називається основний елемент упаковки, що є виробом для розміщення продукції, виконаний у вигляді відкритого або замкнутого порожнистого корпусу.

Упаковкою відповідно до ГОСТ 17527 - 72 також називається засіб або комплекс засобів, що забезпечують захист продукції від псування і ушкоджень, а довкілля - від забруднень.

Існують два способи формування упаковки:

пакування - формування і скріплення продукції у вантажну одиницю, що забезпечує при перевезенні в певних умовах їх цілісність, збереження і що дозволяє механізувати навантажувально-розвантажувальні і складські роботи;

упаковка продукції або сировини в заздалегідь виготовлену жорстку, напівжорстку або м'яку тару відповідно.

Найбільш поширеними в консервній промисловості є:

скляна тара;

бляшані і алюмінієві банки;

пакети з полімерних і плівкових матеріалів;

тара з листових матеріалів;

видувна тара.

**Скляна тара** (банки, пляшки) призначена для зберігання і транспортування напоїв, а також овочевих і фруктових консервів.

Як пакувальний матеріал для харчової продукції скло має ряд переваг :

скло стійке до хімічної дії, є гігієнічним матеріалом, не впливає на властивості і аромат харчової продукції;

скляна тара - недорогий вид упаковки внаслідок низької вартості сировинних матеріалів;

споживач може бачити вміст, що знаходиться в скляній упаковці;

Проте слід зазначити, що скло є крихким матеріалом і має відносно велику питому масу.

Скляна тара буває з внутрішнім діаметром горла до 30 мм (вузькогорла) і понад 30 мм (широкогорла).

Вузькогорла склотара (бутлі і пляшки) призначена для розливу і зберігання рідких харчових продуктів. Широкогорла склотара (консервні банки і бутлі) використовується для зберігання напіврідкої і твердої продукції .

Вінчики горловини банок і бутлів, залежно від способів закупорювання, виготовляються трьох типів: обкатування, обтискання і різьбові.

Склотара виготовляється з фігурним або сферичним дном.

Скляна тара має бути ретельно виготовлена відповідно до встановлених для неї форм і допустимих відхилень в лінійних розмірах, масі і місткості. Скло має бути розподілене по корпусу тари рівномірно, без різких потовщень і потоншань.

**Металева тара** відрізняється високою механічною міцністю (особливо на стискування), ударостійкістю, стійкістю до дії внутрішнього тиску, хорошим збереженням багатьох продуктів. Металева упаковка надійно оберігає вміст від дії світла, газів, повітря, води і інших агресивних чинників довкілля.

Металеві банки призначені для зберігання і транспортування напоїв, овочевих, фруктових, а також рибних, м'ясних і молочних консервів.

З металів в пакувальній техніці найчастіше використовується листовий матеріал, зокрема листова сталь, цинкові, алюмінієві або свинцеві листи з різною обробкою (чорні, світлі, блискучі, такі, що відпалюють, оцинковані, луджені, лаковані).

Використовується листовий метал завтовшки від 0,5 до 1,25 мм. Застосовується також фольга завтовшки 0,005 - 0,05 мм. Як виняток випускається алюмінієва фольга завтовшки 0,2 мм. Найбільш поширеним матеріалом для виготовлення бочок і банок є листова сталь (жерсть).

Бляшана консервна банка має бути не лише герметичною, але і досить міцною. Внутрішній надмірний тиск у банку при стерилізації консервів складає від 0,2 до 0,4 МПа. При цьому перепад тисків (між внутрішнім тиском у банку і тиском в автоклаві) може викликати зусилля, діючі на площу кришки (денця) і корпусу банки, які при недостатній міцності банки призводять до залишкових деформацій («галочки», вм'ятини та ін.), а також до порушення герметичності швів.

**Пакет** - м'яка упаковка з корпусом у формі рукава, з дном різної конфігурації, цілісним або зі швом, з відкритою горловиною, з клапанами або без них. Відмітні ознаки різних пакетів - оформлення дна, наявність бічних згинів або складок, затвори, елементи для перенесення пакетів.

Пакети можуть бути виконані плоскими, з бічними складками або без них, з формованим або плоским дном. Закривають пакети різними затворами. Основний спосіб виготовлення полімерних пакетів - зварювання, рідше застосовують склеювання, зшивання скобами, кріплення липкою стрічкою, скріпками і затисками.

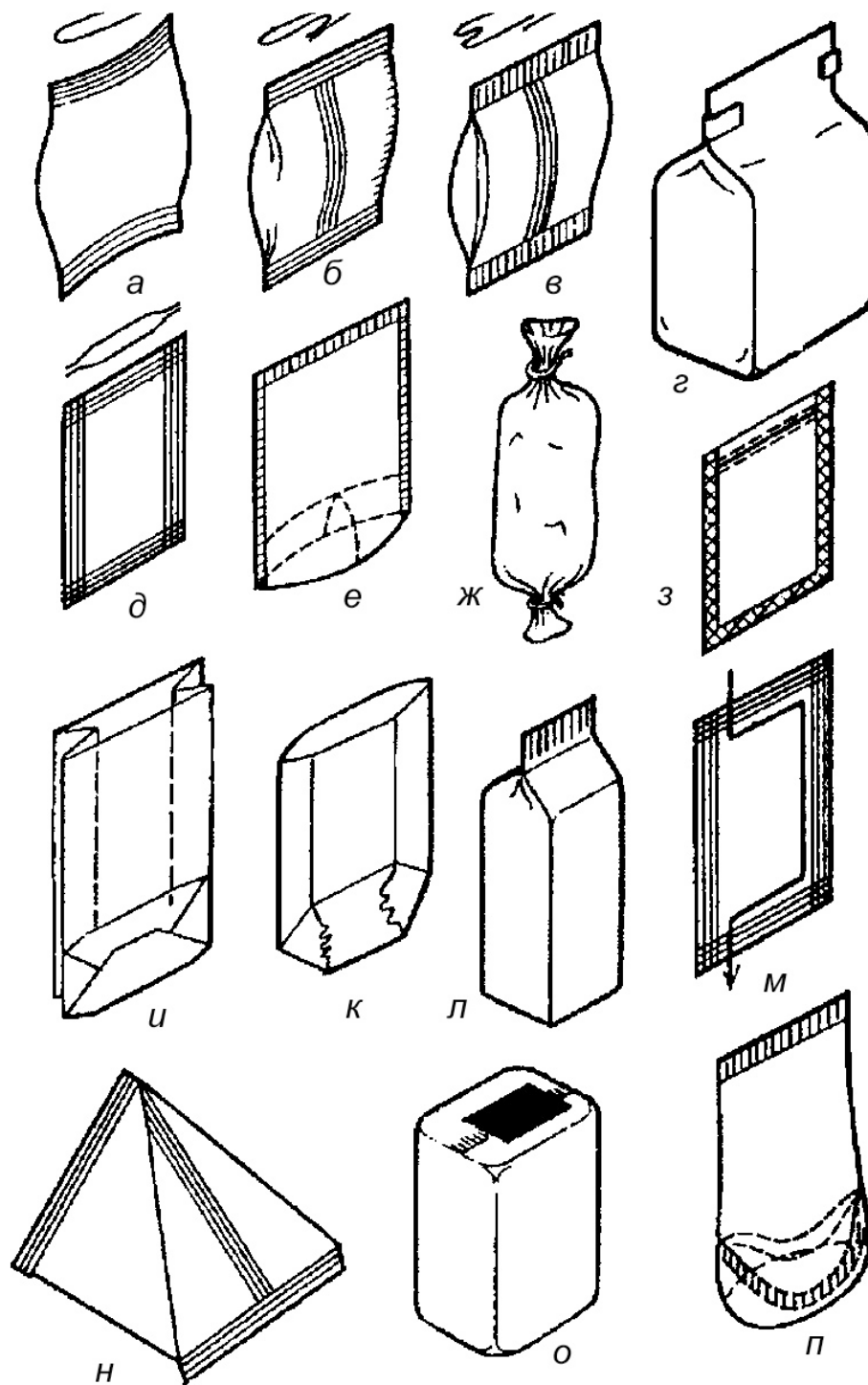


Рис. 14.1. Пакети з полімерних плівкових матеріалів:

а – рукавний («подушечка») з двома поперечними швами; б – плоский з одним подовжнім і двома поперечними швами; в – плоский з бічними складками; г – об'ємний з плоским дном і затисками для повторного закривання; д – плоский з чотирма швами; е – із складкою при дні; ж – шланговий (оболонковий), закритий дротяними затисками; з – плоский з профільною застібкою; и – з прямокутним дном і бічними складками; к – з шестикутним дном; л – прямокутний об'ємний; м – плоский з ниткою для розкриття; н – тетраедр; о – прямокутний об'ємний складаний; п – пакет із стійким дном.

**Тара з листових матеріалів.** Тара з листових матеріалів по економічності, обсягу виробництва і споживання поступається тільки плівковій упаковці, але перевершує її жорсткістю і формостійкістю, зручніша при використанні. Для виготовлення споживчої тари і упаковки використовують рулонні матеріали завтовшки 0,25...1,0 мм і листи завтовшки 0,5...2 мм, а також полімерні плівки, комбіновані плівкові матеріали на основі алюмінієвої фольги і паперу, картон із спеціальними покриттями полімерні гофровані листові матеріали.

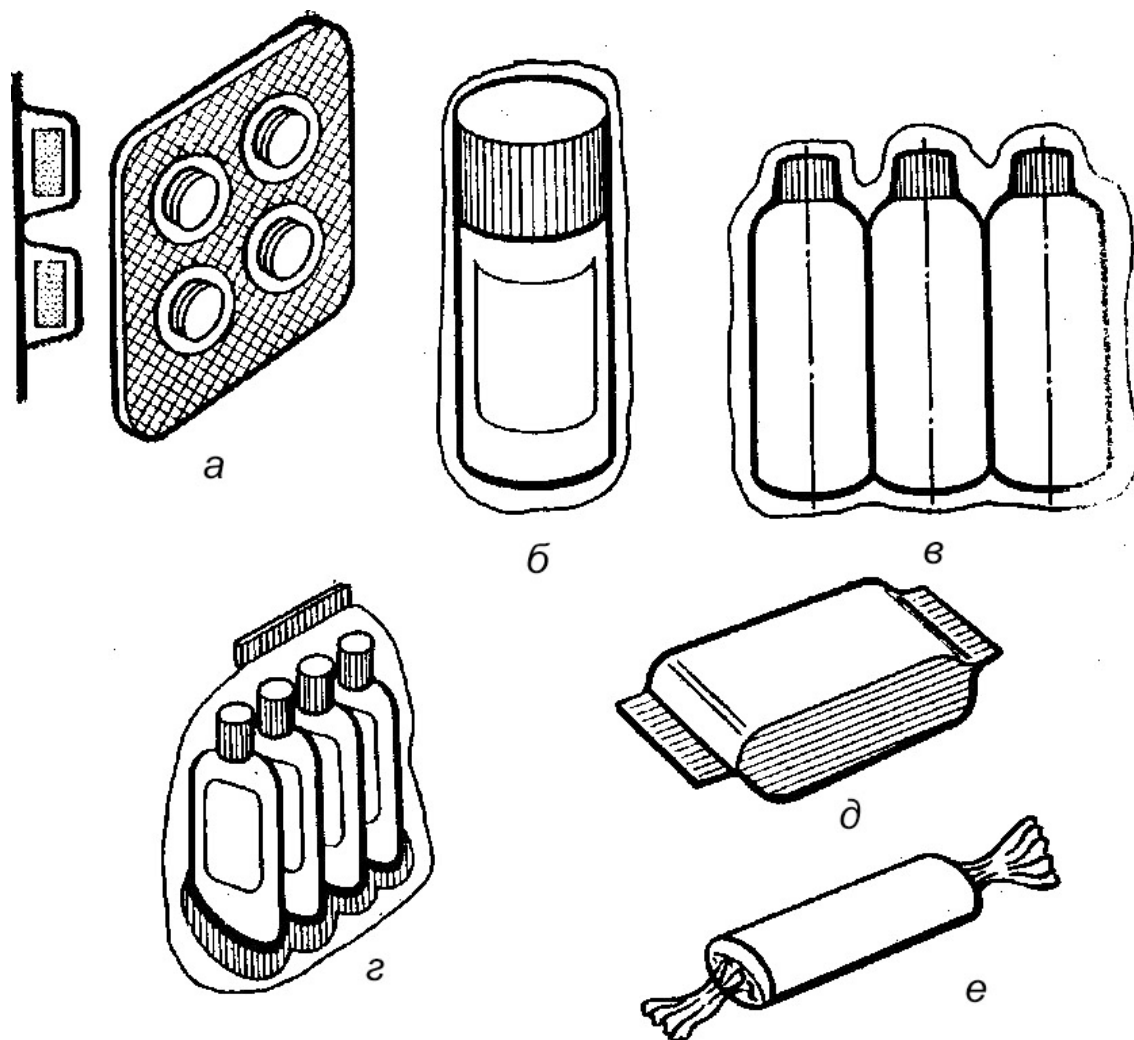


Рис. 14.2. Споживча упаковка з плівкових матеріалів:

а – «пузирчаста» для пігулок; б, в – індивідуальна (одинична) і групова упаковка в термоусадочну плівку; г – упаковка продукції на підставках з використанням термоусадочної плівки; д, е – плівкова упаковка – обгортка штучних виробів.

Тара з листових матеріалів має просту конфігурацію, що забезпечує витягання виробу з форми і виключає утворення гострих кромek на відформованій поверхні, а також виникнення складок, тріщин, викривлення виробів; великі закруглення і плавні переходи; значні ухили (1...5° і більше) у напрямі роз'єму форми; відбортовку по периметру упаковки. Тара має обмежену



висоту  $H$  (глибину витягу) по відношенню до діаметру  $D$  (ширини); відношення  $H/D < 1,5$ . Точно відтворюється тільки та сторона упаковки, яка безпосередньо стикається з формою: зовнішня при формуванні на матриці, внутрішня - на пуансоні. При формуванні листових матеріалів важко отримати рівномірну товщину стінки.

**Видувна тара.** Видувна споживча тара по обсягах виробництва займає третє місце після тари і упаковки з листових і плівкових матеріалів. За різноманітністю і функціональним призначенням вона задовольняє практично будь-яким вимогам споживачів. У видувній тарі відношення площі перерізу горловини до площі поперечного перерізу змінюється в широких межах (від 3 до 90 %). Для її виготовлення застосовують практично усі види термопластів. Естетичність, зручність застосування, використання функціональних пристосувань і порівняно низька вартість зумовили її широке застосування.

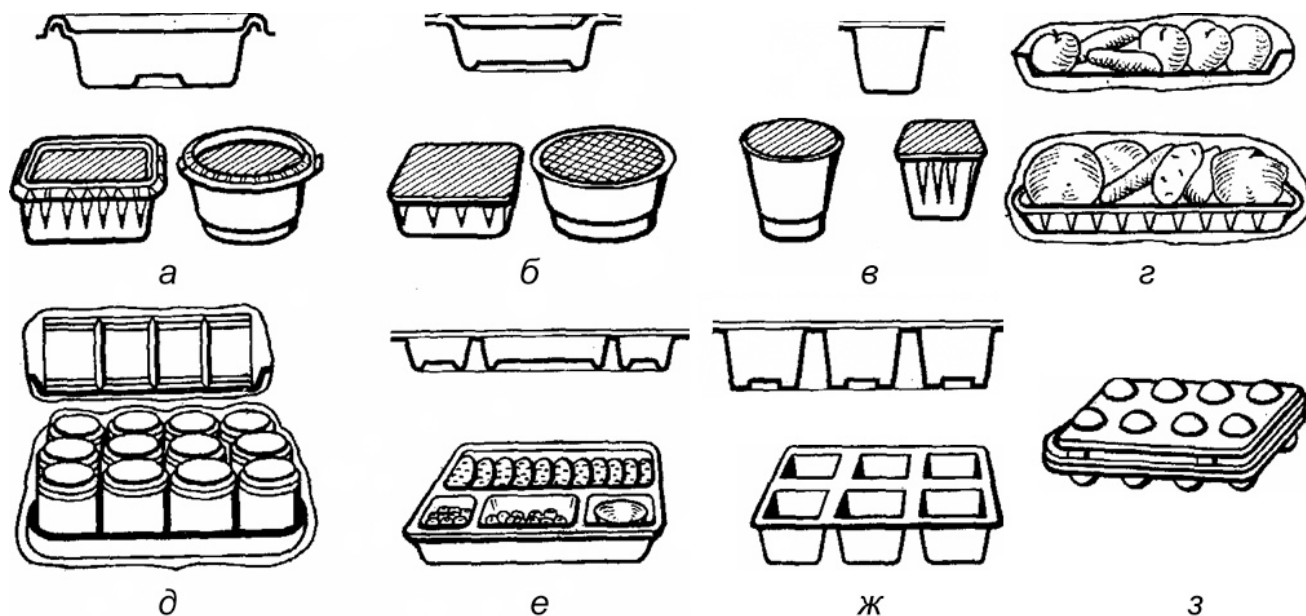


Рис. 14.3. Споживча упаковка з листових матеріалів:

а, б – коробки зі знімними і зварними кришками; в – скляночка, герметично упакована фольгою; г, д, е – лотки для упаковки в плівку продукції (групова упаковка) і наборів; ж, з – коробки з комірками.

**Лита і пресована тара.** Цю тару виготовляють литвом під тиском і пресуванням, що обумовлює точне виконання у формі як зовнішніх поверхонь, так і внутрішніх порожнин виробів. Формованість більшості пластмас, особливості заповнення форми масою, що переробляється, анізотропія властивостей матеріалу і залишкова напруга у виробі утрудняють отримання литої тари з товщиною стінки менше 1 мм, а пресованою - менше 2 мм, що

призводить до підвищеної витрати сировини. Лита і пресована тара значно дорожча за упаковку, вироблювану іншими способами, що обумовлено тривалим затвердінням виробів у формі внаслідок низької теплопровідності пластмас, а також високою вартістю устаткування і оснащення.

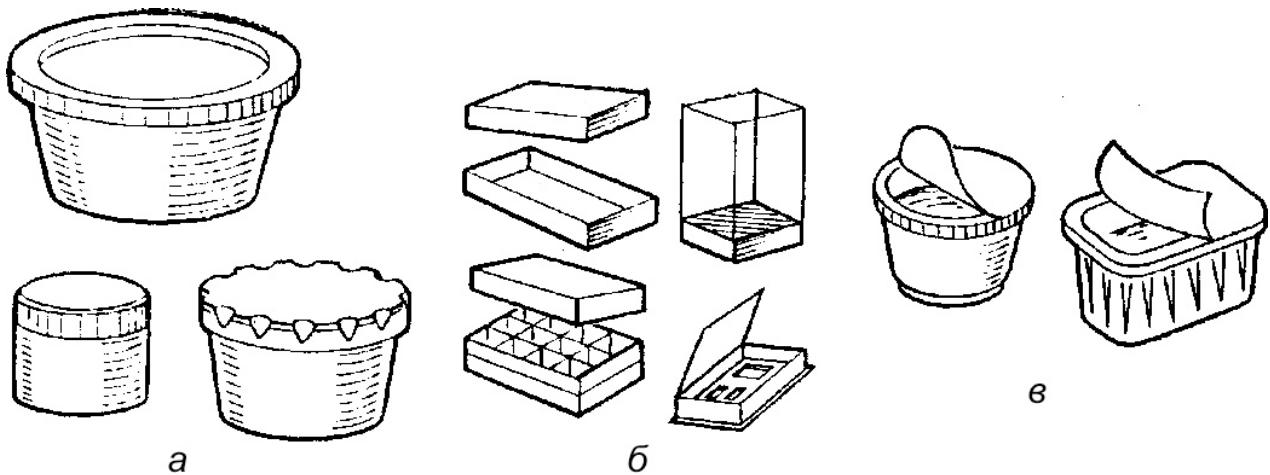


Рис. 14.4. Споживча тара, виготовлена литвом під тиском і пресуванням:  
а – банки; б – коробки; в – скляночки.

Розміри литої і пресованої тари обмежені параметрами пресів і ливарних машин. Пресування і литво під тиском застосовують при виготовленні жорсткої тари, тари для дорогої продукції, а також окремих елементів упаковки (закупорювальних засобів, функціональних пристосувань і т. д.), для яких потрібно високу точність виконання розмірів. Конструктивними особливостями литої і пресованої тари є: жорсткість, рівностінність, плавні переходи і закруглення, наявність ребер, нервюр і кантів. Тара, як правило, відкрита; невеликої висоти; без елементів, що перешкоджають роз'єму форм; з ухілами у напрямі роз'єму (рис. 14.4).

Широке поширення знайшли банки - споживча тара місткістю 50...5000 см<sup>3</sup> з плоским або опуклим дном, розміри горловини якої рівні або близькі до розмірів поперечного перерізу корпусу, закриваються кришкою із затвором. Скляночки є споживчою тарою, виготовленою у вигляді усіченого конуса або піраміди з плоским дном і відкритою горловиною.

Місткість скляночок, що використовуються як разова тара, зазвичай не перевищує 200 см<sup>3</sup>. Для закупорювання їх застосовують комбінований плівковий матеріал (фольгу), приварювану до корпусу банки, або пластмасові кришки, забезпечені безрізбовими затворами.

## 14.2 Наповнювально-дозувальні машини

Фасування харчових продуктів, підготовлених до консервування, у тару - один з основних процесів консервного виробництва. При фасуванні продуктів необхідно відділити від загальної маси задану порцію продукції і заповнити нею тару вибраного виду. Пристрої для наповнення консервної тари по об'єму називаються дозувальними, а для наповнення за рівнем - наповнювальними.

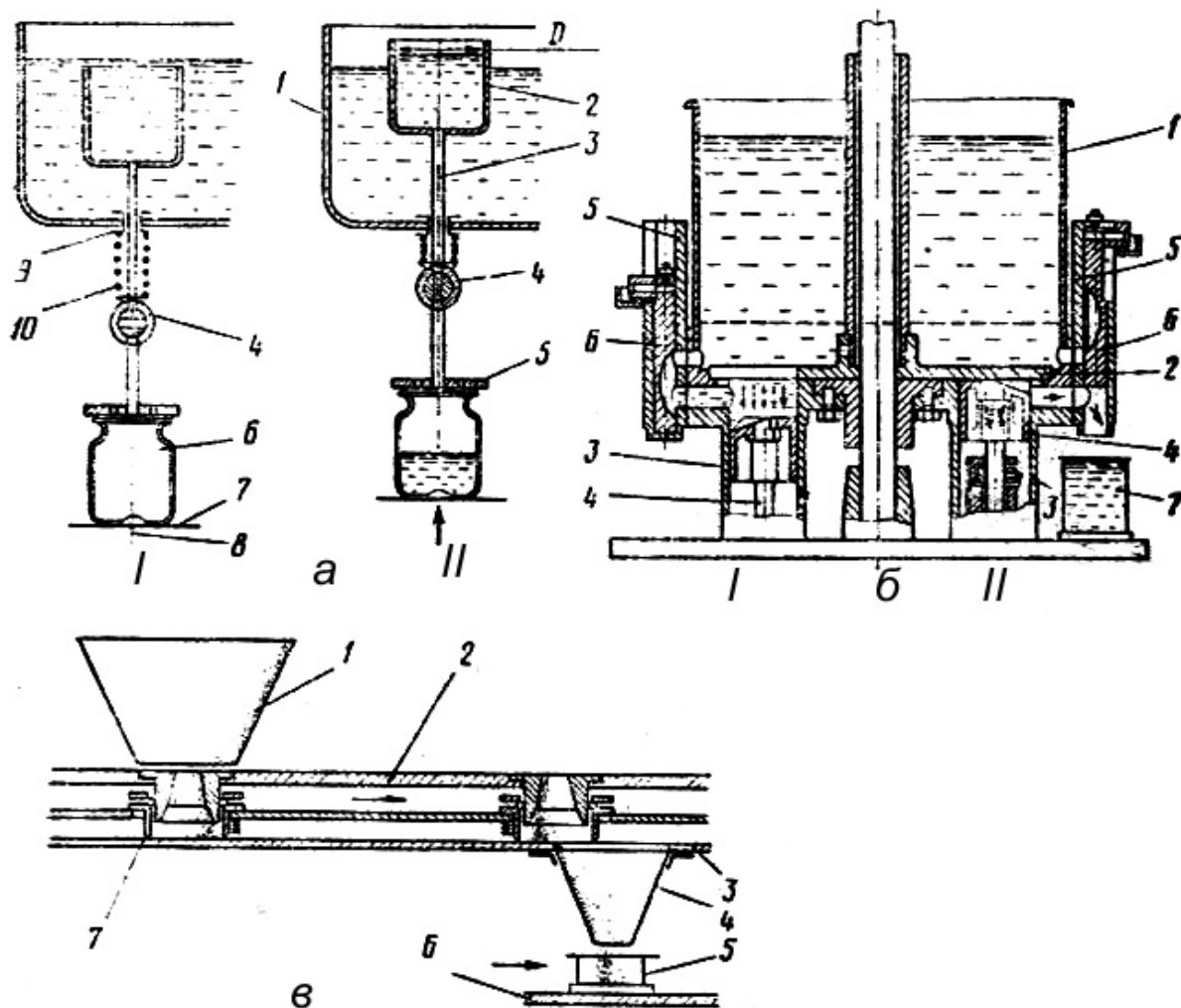


Рис. 14.5. Пристрої для наповнення тари по об'єму:

- а) пристрій наповнення малов'язких продуктів (I – занурення в рідину й наповнення мірної посудини рідиною, II - витікання рідини в банку) : 1 – резервуар; 2 – мірна посудина; 3 – порожниста трубка; 4 – кран; 5 – верхній патрон; 6 – банка; 7 – нижній патрон; 8 – шток; 9 – сальникове ущільнення; 10 – пружина; б) пристрій наповнення в'язких пастоподібних продуктів (I – формування порції, II – наповнення банки): 1 - бачок розливу; 2 - нерухомий плоский золотник; 3 – циліндр; 4 – поршень; 5 – корпус; 6 – циліндричний золотник; 7 – банка; в) наповнювальний автомат карусельного типу: 1 – бункер; 2 – рухома плита; 3 – нерухома плита; 4 – лійка; 5 – банка; 6 – стіл; 7 - мірна посудина.

Використовувані в промисловості наповнювальні-дозувальні машини можна класифікувати за рядом ознак:

за ступенем механізації на неавтоматичні, напівавтоматичні й автоматичні;  
за способом створення тиску, необхідного для наповнення - на гравітаційні (під дією сили ваги), атмосферні й вакуумні, поршневі й комбіновані;  
за конструкцією - на карусельні й лінійні;  
за числом пристроїв розливу - на однопозиційні й багатопозиційні;  
за фізико-механічними властивостями фасованих продуктів - для сипучих, рідких - малов'язких і в'язких пластичних.

**Дозувальні пристрої.** Пристрій (рис. 14.5,а) являє собою резервуар 1, заповнений рідиною, у якій встановлені один або кілька мірних посудин 2. Внутрішній об'єм мірних посудин дорівнює об'єму рідини, що підлягає подачі в заповнювану тару. Порожниста трубка 3 закінчується корковим краном 4, під яким перебуває верхній патрон 5. Банка 6 подається на нижній патрон 7, шток 8 якого переміщається у вертикальному напрямку. Положення I відповідає зануренню в рідину й наповненню посудини 2 рідиною, положення II - витіканню рідини в банку. Сальникове ущільнення 9 перешкоджає просочуванню рідини з посудини. При ході штока 8 униз мірна посудина 2 опускається пружиною 10. Поворот триходового крана з положення «Закритий» у положення «Відкритий» і зворотно здійснюється нерухомим упором, що відхиляє ручку крана 4 при переміщенні його вгору й вниз.

Для нормальної роботи пристрою розливу верхній кран мірної посудини повинен бути піднятий над рівнем рідини на 15...20 мм.

Пристрій розливу (рис. 14.5,б) для фасуванні в'язких пастоподібних продуктів складається з обертового бачка розливу 1, нерухомого плоского золотника 2, циліндрів 3, що обертаються з поршнями 4, що перебувають у них, корпусу 5 і циліндричного золотника 6, що переміщається по вертикалі в корпусі 5.

Положення поршня й золотника на лівій половині рис. 5,б відповідає усмоктуванню продукту з бачка розливу поршнем, що опускається. Положення поршня й золотника на правій половині рис. 14,б відповідає нагнітанню продукту в банку 7.

У тих випадках, коли під краном розливу немає банки, золотник 6 рухається по нижньому профілю нерухомого кулака. При цьому продукт, що нагнітає поршнем 4, повертається через виїмку в циліндричному золотнику 6 назад у бак.

Таким чином, запобігають втратам продукту, якщо за якимись причинами тара не встановлена під краном розливу.

При фасуванні сипучих продуктів (дрібні ягоди, горошок та ін.) відмірювання необхідного об'єму продукту й подача його в тару здійснюються карусельним автоматом (рис. 14.5,в).

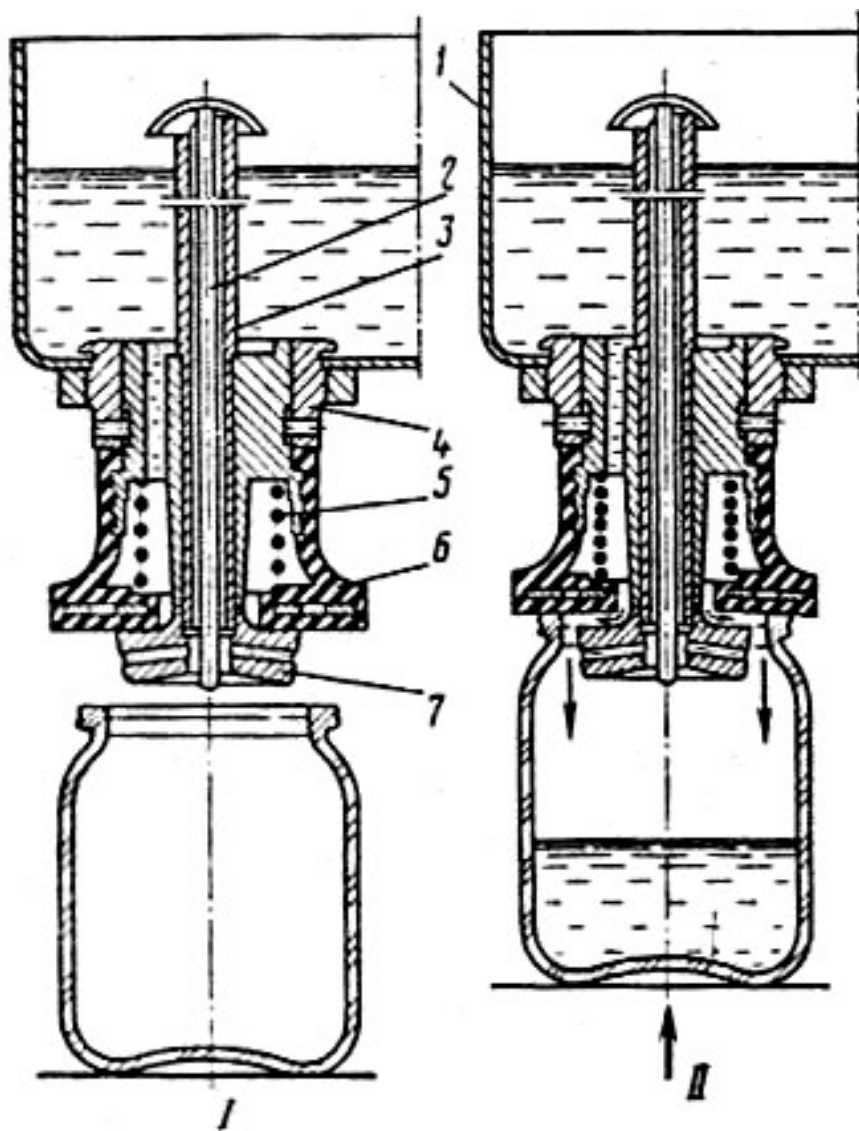


Рис. 14.6. Пристрій для наповнення тари по рівню:

I – перед розливом; II – під час розливу; 1 – бачок; 2 – трубка; 3 – виштовхувач; 4 – корпус; 5 – пружина; 6 – гумовий патрубок; 7 – сідло- ущільнювач.

Продукт із нерухомого бункера 1 надходить у мірну посудину 7, закріпленій у плиті 2, притертої до нижньої кромки бункера. Нижня нерухома плита 3 служить дном для насипаного в мірну посудину продукту. Останній, підходячи до отвору в плиті 3, випадає у лійку 4, а з лійки - у банку 5, що рухається разом зі столом 6.

Через те що щільність продукту залежить як від розмірів часток, так і від випадкового їхнього розміщення й може змінюватися, то порції, відміряні

об'ємним способом, можуть відрізнятися одна від одної і від номінального значення на 2...3%.

**Наповнювальні пристрої.** Клапанний пристрій розливу (рис. 14.6), що заповнює тару за рівнем, являє собою корпус 4, на який щільно насаджений гумовий патрубок 6. Нижня армована частина патрубку є клапаном, що щільно притискається пружиною 5 до нерухомого сідла- ущільнювача 7, нагвинченому на нижній кінець тримача 3. У деталі 7 є радіальні й аксіальні отвори для відводу повітря з тари, що по трубці 2 надходить у простір над рідиною, яка перебуває в бачку розливу 1.

На рис. 14.6 показані положення банки, клапана й сідла перед розливом (положення I) і під час розливу (положення II). Кількість рідини, що надходить у банку, а отже, і її рівень можна регулювати зміною об'єму нижньої частини клапана, часу, протягом якого тара перебуває у верхньому положенні. Тривалість заповнення тари також залежить від висоти її підйому. Чим вище горло банки піднімає сідло клапана, тим більша буде площа щілини, тим швидше відбудеться заповнення банки рідиною.

**Швидкісні наповнювально-дозувальні пристрої.** В останні роки широко застосовуються пристрої розливу, принцип дії яких заснований на тривалості витримки тари під струменем стікаючої рідини.

Необхідний час перебування тари під стікаючим струменем (у с)

$$t = \frac{Q}{W},$$

де  $Q$  – витрата рідини, м/с;

$W$  – місткість тари, м.

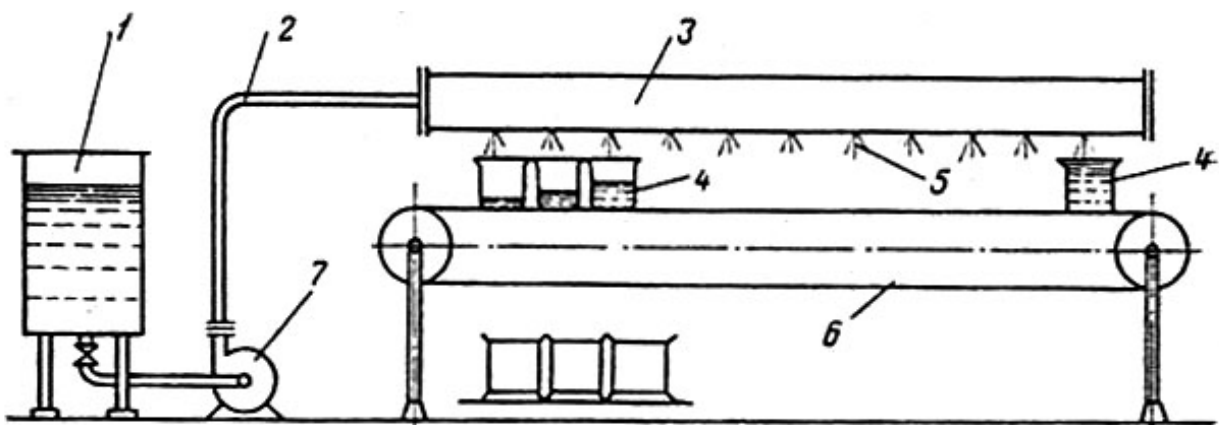


Рис. 14.7. Лінійний пристрій розливу:

1 – посудина; 2 – трубопровід; 3 – розподільник; 4 – банка; 5 – сопла; 6 – транспортер; 7 – насос.

**Лінійний пристрій розливу** (рис. 14.7) називається швидкісним, оскільки основними його параметрами є: швидкість витікання й швидкість переміщення тари.

Продукт, що фасується надходить із посудини 1 у насос 7 і нагнітається ним по трубопроводу 2 у розподільник 3, оснащений соплами 5. Під розподільником 3 транспортером 6 суцільним потоком переміщуються бляшані банки 4 таким чином, що фланці однієї банки перекривають фланці сусідньої. Тому продукт, що безупинно впливає з розподільника, потрапляє тільки в банки. Поступово переміщуючись транспортером, банки проходять під всіма струменями продукту й наповнюються. При такому рішенні відпадає необхідність у мірних посудинах, золотникових або клапанних пристроях та ін.

Швидкісні пристрої розливу в адаптованому вигляді знайшли застосування в лініях асептичного консервування.

### 14.3. Розрахунок тривалості наповнення консервної тари

Тривалість наповнення консервної тари залежить від її розмірів, швидкості витікання рідини, площі отворів, через які відбувається витікання, і коефіцієнта витрати. Останній у свою чергу залежить від в'язкості рідини й форми отворів.

На рис. 14.8 показаний об'ємний пристрій розливу для наповнення трилітрових балонів. У мірній посудині цього пристрою безупинно зменшується рівень  $H$  рідини.

Об'єм рідини  $dW$  (у  $m^3$ ), що впливає з мірної посудини за нескінченно малий відрізок часу  $dt$ , визначається за такою формулою:

$$dW = mf\sqrt{2gH_x}dt, \quad (14.1)$$

де  $m$  – коефіцієнт витрати;

$f$  – площа зливного отвору ( $f = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785d^2$ );

$g$  – прискорення вільного падіння,  $m^2/c$

$H_x$  – рівень рідини в мірній посудині в довільно вибраний момент часу, м.

Цю ж кількість рідини можна визначити так:

$$dW = FdH, \quad (14.2)$$

де  $F$  – площа поверхні рідини в мірній посудині; для циліндричних посудин  $F = 0,785D_g^2$  ( $D_g$  – внутрішній діаметр посудини, м);

$dH$  – нескінченно мала зміна рівня рідини за час  $dt$ , м.

Прирівнявши вирази 14.1 і 14.2, визначаємо величину  $dt$ :

$$dt = FdH / m\sqrt{2gH}.$$

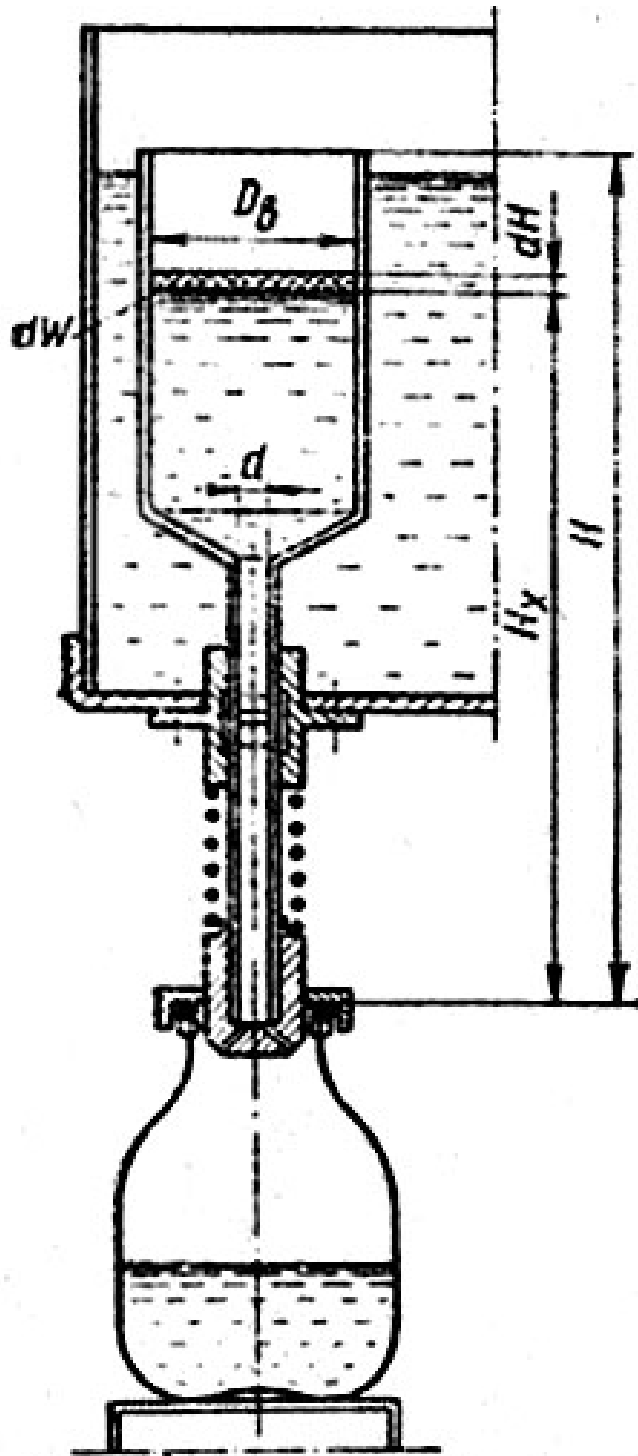


Рис. 14.8. До розрахунку тривалості наповнення тари.

Проінтегруємо праву частину останньої рівності в межах від 0 до  $H$  (висота посудини) і отримаємо тривалість витікання рідини:

$$t = F/mf\sqrt{2g} \int_0^H dH/\sqrt{H} = 2F\sqrt{H}/mf\sqrt{2g}. \quad (14.3)$$

Чисельник та знаменник правої частини рівняння (14.3) помножимо на величину  $\sqrt{H}$ :



$$t = 2FH / mf \sqrt{2gH},$$

але  $m\sqrt{2g \cdot H} = V_{\max}$ , а  $F \cdot H$  являє собою об'єм рідини і посудині при повному його заповненні. Тому  $t = \frac{2W}{f \cdot V_{\max}}$ .

Визначимо тривалість витікання рідини об'єму  $W$  при постійному рівні (напорі), рівному тому ж значенню  $H$ :

$$t_x = \frac{W}{mf \sqrt{2gH}} = \frac{FH}{mf \sqrt{2gH}}. \quad (14.4)$$

Величина  $m\sqrt{2g \cdot H}$  відповідає постійній швидкості витікання рідини, так як  $H = const$ .

Вираз для тривалості витікання однієї і тієї ж кількості рідини з однієї і тієї ж з'явимо посудини для змінного (що знижується) і постійного рівня. Для цього  $t$  розділимо на  $t_x$ :

$$\frac{t}{t_x} = \frac{2F \cdot H \cdot m \cdot f \sqrt{2d \cdot H}}{F \cdot H \cdot m \cdot f \sqrt{2d \cdot H}} = 2$$

Табл. 14.1. Залежність емпіричних коефіцієнтів від числа  $Re$

Тип насадки	$Re < 1000$		$Re > 1000$	
	$m$	$n$	$m$	$n$
Пластина з круглим отвором, $l = 3d$	0,318	0,116	0,628	0,034
Циліндричний, $l = 4d$	0,21	0,18	0,447	0,07
Циліндричний з округленою вхідною кромкою, $l = 4d$	0,237	0,17	0,427	0,085
Конічний, що сходиться, $l = 4d$	0,4	0,11	0,624	0,047
Конусідальний, $l = 4d$	0,394	0,115	0,599	0,058

Таким чином, тривалість витікання рівних об'ємів рідини із однієї і тієї ж посудини при рівні, що знижується, в 2 рази більше, чим при постійному рівні. Коефіцієнт витрати  $m = 0,6 \dots 0,7$ . Більше точне значення коефіцієнта витрати  $m$  на підставі робіт Степанова можна одержати з виразу:

$$m = m \cdot Re^n, \quad (14.5)$$

де  $m$  і  $n$  – дослідні величини (табл. 14.1).

Критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu},$$

де  $v$  – швидкість витікання, м/с;

$d$  – діаметр насадки, м;

$n$  – кінематична в'язкість продукту, м<sup>2</sup>/с.

Для наближених розрахунків величину  $\mu$  можна приймати виходячи із наступних значень  $Re$ :  $m = \frac{Re}{48}$  при  $Re < 25$ ;  $m = \frac{Re}{1,5 + 1,4}$  при  $300 > Re > 25$ ;

$m = 0,598 + \frac{0,97}{Re^{1/6}}$  при  $10000 > Re > 300$ ;  $\mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}}$  при  $Re > 10000$ .

При розрахунку критерію  $Re$  можна брати середню розрахункову швидкість витіканню рідини. Кінематична в'язкість деяких рідких продуктів приведена в табл. 14.2.

Табл. 14.2. Кінематична в'язкість та густина соків.

Сік	Кінематична в'язкість при 60°C, м <sup>2</sup> /с.	Густина, кг/м <sup>3</sup>
Виноградний	7,5	1085
Яблучний	8,2	1048
Вишневий	7,4	-
Концентрований виноградний при вмісті сухих речовин 60% і температурі 25°C	41,1	-

#### 14.4 Наповнювачі рідких продуктів

**Автомат з об'ємним дозуванням** (пристрій розливу такого автомата див. на рис. 14.9).

У цьому автоматі (рис. 14.9) рідкий продукт надходить по трубопроводу 1, з'єднаному із кришкою 2 баки розливу 3. У днищі 35 бака є 12 отворів із сальниками 4. Щиток 5, на якому закріплений нерухомий пазовий кулак 6, служить для опускання мірної посудини 33, оснащеної роликом 7. На нижньому кінці мірної посудини знаходиться корковий кран 28, що закінчується конічним центратором 8. Останній призначений для установки горла пляшки строго по осі мірної склянки.

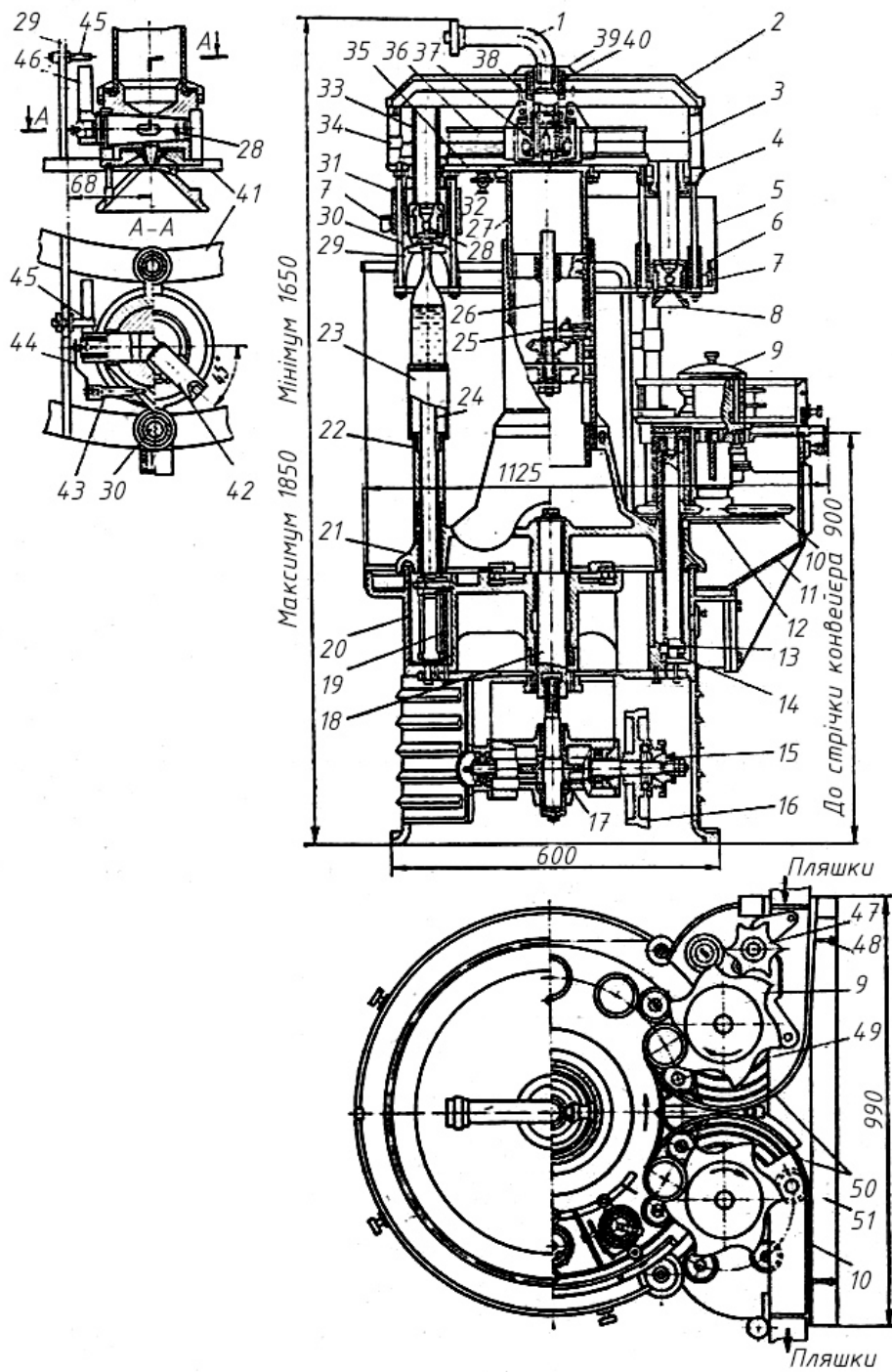


Рис. 14.9. Карусельний багатопозиційний автомат для розливу в пляшки:

1 – труба подачі продукту; 2 – кришка; 3 – бак; 4 – сальник; 5 – щиток; 6 – пазовий кулак; 7 – ролик; 8 – центратор; 9 – карусель; 10 – транспортер; 11 – кронштейн; 12 – цівкові зірочки; 13 – ролики; 14 – вісь; 15 – фрикційна муфта; 16 – шків; 17 – черв'ячний редуктор; 18 – вал; 19 – кулак; 20 – ванна; 21 – карусель; 22 – гільзи; 23 – нижній патрон; 24 – шток; 25 – шестерня;

26 – гвинт; 27 – телескопічна труба; 28 – кран; 29 – скоба; 30 – напрямні штанги; 31 – траверса; 32 – кран; 33 – мірна посудина; 34 – оглядове вікно; 35 – днище; 36 – поплавков; 37 – клапан; 38 – тяги; 39 – сальник; 40 – ковпак; 41 – сталеві кільця; 42 – регулювальний гвинт; 43 – гвинт; 44 – пружина; 45 – упор; 46 – важіль; 47 – зірочка; 48 – гвинт; 49 – площадка; 50 – напрямні; 51 – автостоп.

Пляшки подаються на нижню частину 21 обертової каруселі зірочкою 9 із транспортера 10. Всі механізми подачі порожніх і виводу наповнених пляшок встановлені на чавунному кронштейні 11. Синхронна подача пляшок на нижні патрони 23 провадиться завдяки тому, що обертання зірочки 9 здійснюється цівковими зірочками 12, що приводяться в обертання сталевими гільзами 22, усередині яких розміщені штоки 24.

Вертикальний вал 18 каруселі приводиться в обертання електродвигуном потужністю 0,52 кВт через пасову й черв'ячну передачі. На горизонтальний вал насаджений шків 16 із фрикційною муфтою 15. Подальше зменшення частоти обертання й передача обертання вертикальному валу здійснюється черв'ячним редуктором 17.

Підйом й опускання нижніх патронів здійснюється нижнім нерухомим кулаком 19 за допомогою трьох роликів 13, насаджених на вісь 14, з'єднану з нижньою частиною штоків 24. Штоки, що рухаються у вертикальному напрямку, змазуються маслом, залитим у ванну 20. При зміні місткості й розмірів пляшок верхня частина каруселі разом з баком розливу 3 і телескопічною трубою 27 переміщається у вертикальному напрямку за допомогою гвинта 26 і пари конічних шестерень 25.

Нижня частина мірної склянки з'єднана із траверсою 31, яка надягнута рухливо на дві напрямні штанги 30; верхні кінці штанг закріплені в днищі 35 бака розливу, а нижні у двох сталевих кільцях 41. Необхідний притиск коркового крана 28 до його корпусу здійснюється плоскою пружиною 44. Регулювальним гвинтом 43 можна змінювати зусилля, з яким плоска пружина притискається до коркового крана.

Точне регулювання об'єму мірної склянки може здійснюється гвинтом 42, встановленим у корпусі крана. При повороті гвинта на  $360^\circ$  об'єм рідини в мірній склянці змінюється на 0,2 мл. Рівень рідини в баку розливу регулюється поплавцем 36; у центральній частині останнього розташований стаканоподібний клапан 37, з яким поплавець зв'язаний тягами 58. У кришці бака розливу розташований сальник 39 з ковпаком 40.

Для візуального контролю рівня рідини в корпусі бака розливу служить оглядове вікно 34; спуск рідини здійснюється через кран 32. При підйомі пляшки нижнім патроном її горло входить у центратор і піднімає мірну склянку таким чином, що його верхній край перевищує рівень рідини в баку розливу. При цьому важілець 46, надягнутий на квадратну головку коркового крана, стикається з нерухомим упором 45, закріпленим на напівкруглій скобі 29. Важілець 46, що відхиляється упором 45, повертає корковий кран на  $90^\circ$ ; завдяки цьому рідина вільно впливає з мірної склянки в пляшку.

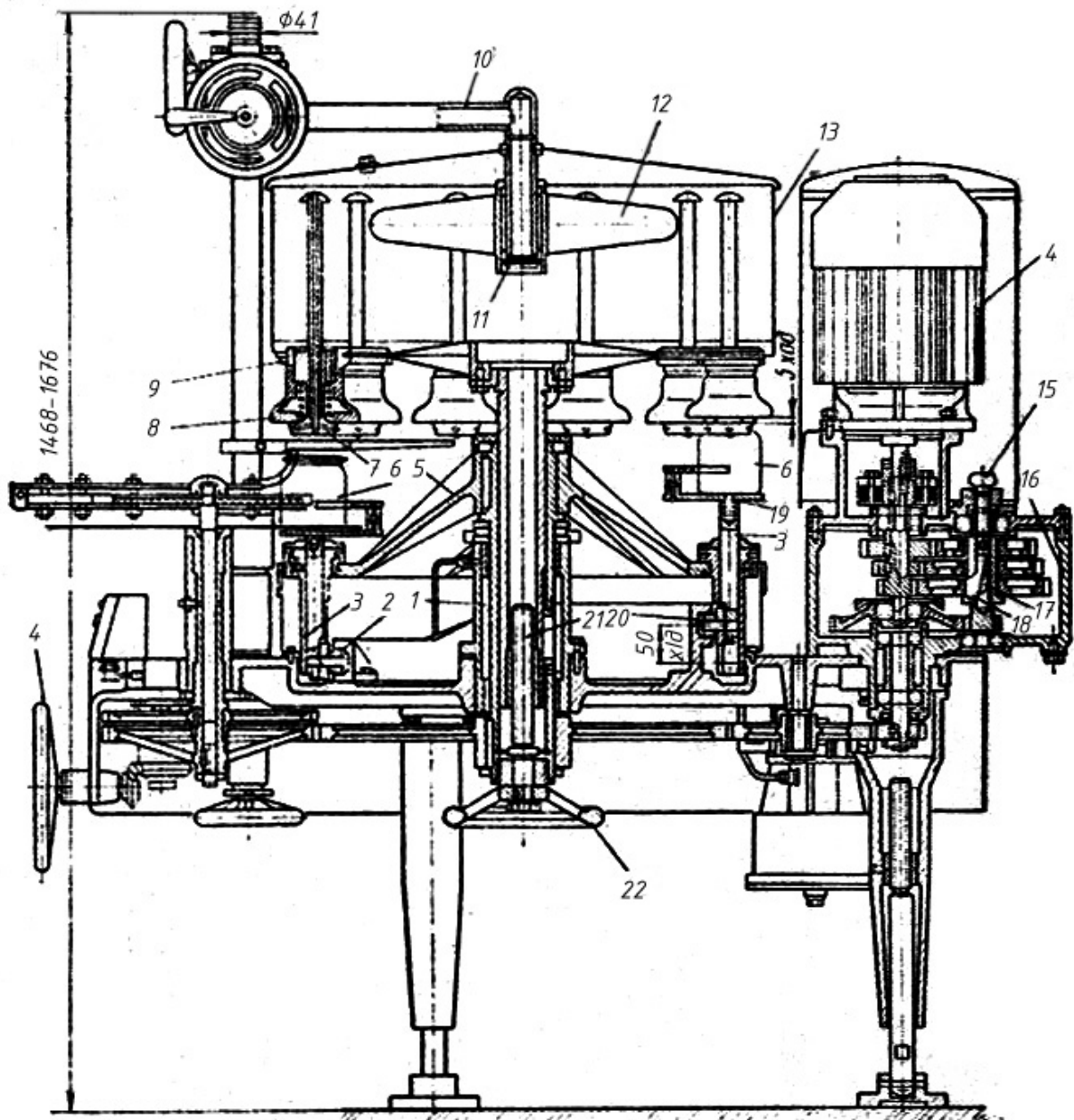


Рис. 14.10. Багатопозиційний карусельний автомат для наповнення в банки:  
 1 – вал; 2 – ролик; 3 – шток; 4 – штурвал; 5 – тримач; 6 – банка; 7 – клапан; 8 – гумове сидло;  
 9 – пристрої розливу; 10 – труба подачі продукту; 11 – гумовий диск; 12 – поплавець; 13 –  
 бак розливу; 14 – електродвигун; 15 – ручка; 16 – редуктор; 17 – канавка; 18 – шпонка; 19 –  
 нижні патрони; 20 – пазовий кулак; 21 – гвинт; 22 – штурвал.

Пляшки перед переходом із транспортера на нижні патрони попадають на площадку 49 і потім переміщуються зірочкою 9 уздовж напрямних 50; останні впираються у гвинти 48, вкручені в планки автостопа 51. Зірочка 47 призначена для правильної дистанційної подачі пляшок, що запобігає їхньому попаданню на зуб зірочки замість западини.

Продуктивність автомата 3000...4000 пляшок у годину. При наповненні пляшок місткістю 0,5 л витікання рідини з мірної склянки триває 9 с, а

заповнення-2,9 с. Габаритні розміри наповнювача 1125×1000×1850 мм. Маса наповнювача 1250 кг.

*Автомат для наповнення тари до постійного рівня* (рис. 14.10) також є багатопозиційним карусельним й, як всі карусельні автомати, являє собою порожній вертикальний вал 1, що обертає карусель. Верхня частина каруселі складається з бака розливу 13, пристроїв розливу 9, закріплених у дні бака. Поплавець 12 призначений для підтримки постійного рівня рідини в баку розливу. При спливанні поплавець за допомогою гумового диска 11 (пробки) закриває отвір, через яке із труби 10 рідина подається в бак розливу.

Нижня частина каруселі складається з литого ребристого тримача 5, штока 3 і нижніх патронів 19. Нерухомий пазовий кулак 20 і ролик 2, з'єднані зі штоком 3, забезпечують вертикальне переміщення патронів 19 при обертанні каруселі. Банку 6, установлена на нижньому патроні, піднімаючись, упирається своїм горлом у гумове сідло 8 пристрою розливу. При цьому через щілину, що утвориться, між сідлом і клапаном-витіснювачем 7 рідина витікає в банку. Вал каруселі приводиться в рух електродвигуном 14 через редуктор 16 і пару зубчастих коліс.

При втопленій униз до упору ручці 15 передаточне відношення редуктора  $i_1 = 17,64$ , що відповідає продуктивності машини 60 банок у хвилину; при середнім положенні рукоятки передаточне число  $i_2 = 11,4$  і продуктивність становить 90 банок у хвилину; при верхнім положенні рукоятки передаточне число  $i_3 = 8,4$ , що відповідає продуктивності 120 банок у хвилину.

Вали редуктора з'єднуються з відповідними зубчастими колесами шпонкою 18. пружиною, що притискає до шпонкової канавки, 17. Для наповнення банок різної висоти верхня частина каруселі піднімається або опускається штурвалом 22 за допомогою гвинта 21. Штурвал 4 служить для повертання машини вручну.

Автомат може бути відрегульований на подачу від 50 до 1000 м рідкого продукту. Всі деталі, що стикаються із продуктом, виготовлені з нержавіючої сталі. Габаритні розміри автомата 1315×1033×1680 мм. Маса 590 кг.

## **14.5 Наповнювачі в'язких продуктів**

Пристрій розливу цього наповнювача показаний на рис. 14.11 а. У середині пустотілої чавунної станини 1 установлений електродвигун 2 і черв'ячний редуктор 3, що приводить в обертання вал 4 каруселі, вал зірочок 5 для прийому й відведення банок.

У середині пустотілої чавунної станини 1 установлений електродвигун 2 і черв'ячний редуктор 3, що приводить в обертання вал 4 каруселі, вал зірочок 5 для прийому й відведення банок.

Наповнювач складається з бака розливу 9, золотникових затворів 8, нижнього нерухомого кулака 6, що керує вертикальним переміщенням поршнів 7, і верхнього нерухомого кулака 11, що керує переміщенням золотників за допомогою роликів 10.

Розгортка кулака 11 (рис. 14.11 б) пояснює, яким способом банка за допомогою важільної передачі 12 переміщає стрілку 13 у положення, показане суцільною лінією. При цьому один з роликів 10 піднімається нагору, і продукт починає надходити в банку. При відсутності банки стрілець 13 відтягається пружиною 14 і ролик 10 котиться по нижній частині кулака 15. У цьому випадку, тобто при відсутності тари під отвором розливу, продукт нагнітається назад у бак розливу.

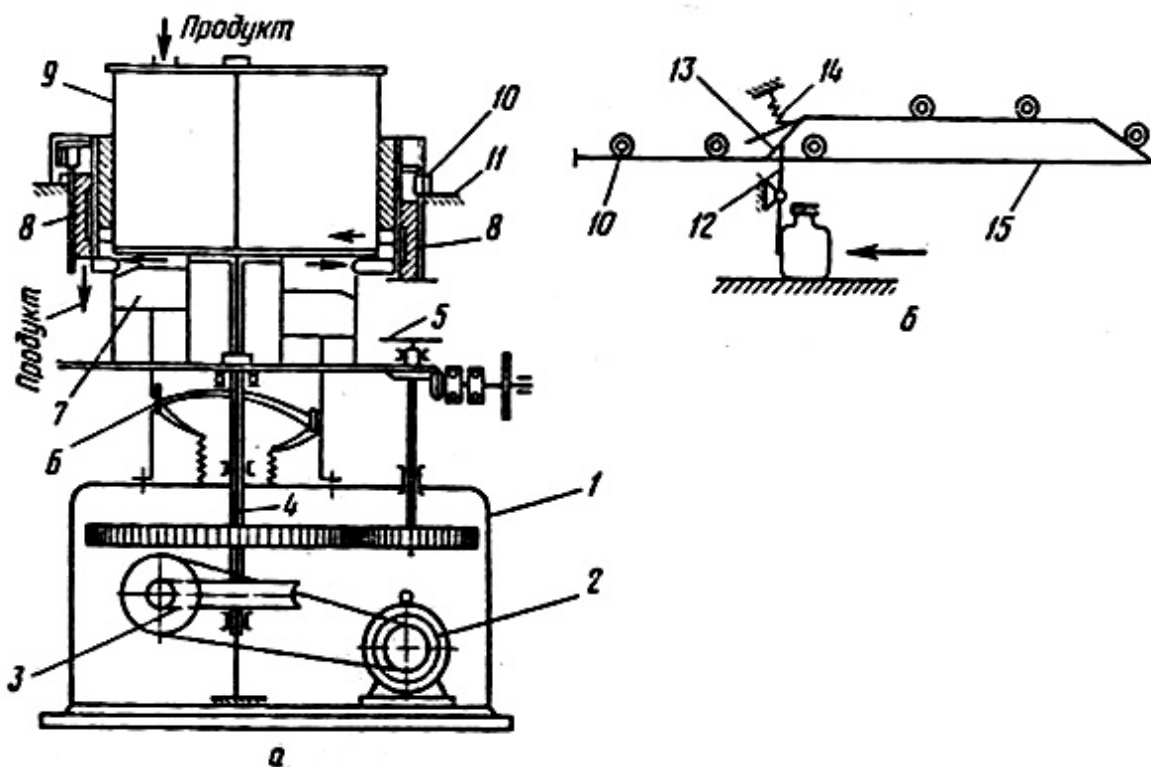


Рис. 14.11. Наповнювач в'язких продуктів:

- 1 – станина; 2 – двигун; 3 – редуктор; 4 – вал; 5 – вал зірочок; 6 – нижній кулак; 7 – поршень; 8 –золотник; 9 – бак; 10 – ролик; 11–верхній кулак; 12 – важіль; 13 – стрілка; 14 – пружина; 15 – кулак.

У наповнювачі КНЗ (розроблений Сімферопольським ВКВ продмаш) для фасуванні густих продуктів у трилітрові балони є чотири пристрої розливу . При

частоті обертання каруселі 100 рад/с продуктивність наповнювача становить 40 балонів у хвилину.

Місткість бака розливу 100 л. Потужність електродвигуна 1 кВт. Габаритні розміри 1880×1180×1480 мм. Маса машини 1033 кг.

#### 14.6 Наповнювач плодів

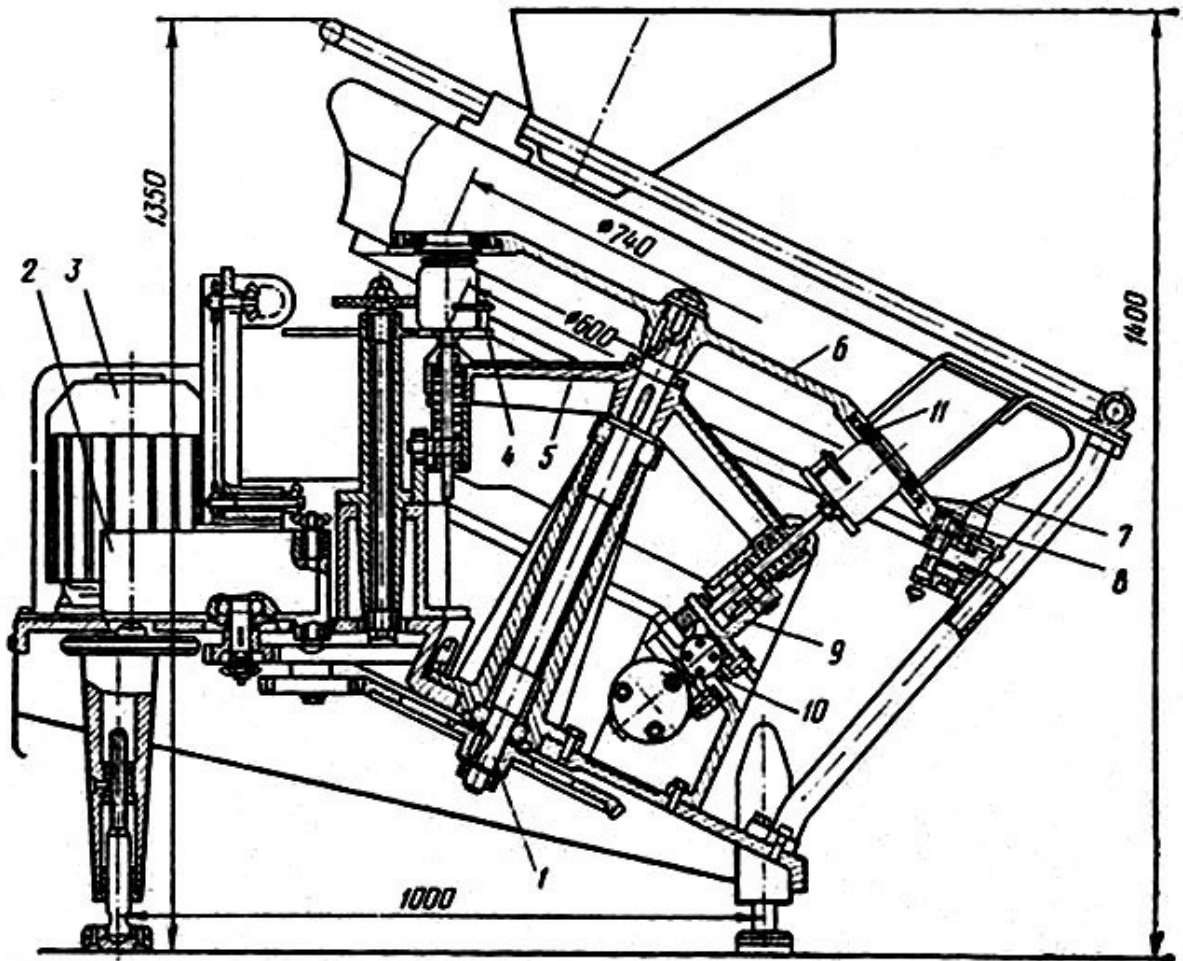


Рис. 14.12. Наповнювач плодів:

1 – вал; 2 – редуктор; 3 – двигун; 4 – нижній патрон; 5 – карусель; 6 – центральна частина бункера; 7 – обечайка; 8 – ролик; 9 – нерухомий кулак; 10 – електровібратор; 11 – діафрагма.

У карусельному наповнювачі скляних банок черешнею, вишнею й сливою (рис. 14.12) вал 1 каруселі нахилений до горизонту під кутом  $65^\circ$ . На верхній кінець валу насаджена нижня частина похилого бункера, що складається із двох частин: центральної 6, що обертається разом з каруселлю, і обечайки 7, що знаходиться у фрикційному зачепленні з роликом 8, завдяки чому обечайка обертається в напрямку, протилежному напрямку обертання каруселі. Карусель 5 приводиться в обертання електродвигуном 3 через редуктор 2 і систему циліндричних і конічних шестірень.



Підйом нижніх патронів 4, а разом з ним і банок здійснюється, як і у всіх карусельних автоматах розливу, за допомогою нерухомого кулака 9, що складається із трьох частин. Центральна частина кулака вібрує за допомогою електровібратора 10 маятникового типу, чим досягаються вібрація нижніх патронів і банок й, отже, більш щільне укладання плодів у банки.

При підйомі банка своїм горлом щільно притискається до гумової діафрагми 11, через центральний отвір якої продукт висипається у вібруючу банку. Продукт, що не потрапив у банку, з нижньої частини бункера обичайкою 7 повертається назад до місця завантаження.

Продуктивність наповнювача при 15 фасувальних пристроях 60...80 банок у хвилину (1...1,3 банки в секунду). Електровібратор створює 3000 коливань у хвилину (50 коливань у секунду) і приводиться в рух електродвигуном потужністю 0,3 кВт. Габаритні розміри машини 1700×1400×1350 мм. Маса машини 600 кг.

#### **14.7 Обладнання для фасування компонентів м'ясних консервів**

Масовим видом м'ясних консервів є тушонка, тобто сире м'ясо, що укладається в банки, з додаванням жиру, перцю й солі. Після герметизації банок вміст їх стерилізують.

Досить трудомістке в минулому ручне зважування м'яса й його укладання й банки в цей час здійснюється автоматами високої продуктивності (до 100 банок у хвилину) (рис. 14.13).

На литій станині 1 встановлений шнековий живильник 2. Над ним закріплений бункер, з якого надходить м'ясо. Дозуюча колонка 4 являє собою сталевий диск із шістьма наскрізними отворами таких розмірів, що кожний із шести циліндрів, що утворилися в диску, має об'єм, достатній для вмісту необхідної порції м'яса на одну банку.

М'ясо, що нагнітається шнековим живильником, по литому патрубку 3 надходить в обертову дозуючу колонку й наповнює кожний із шести циліндрів. Усередині циліндра перебуває плоский диск (поршень) зі штоком 5. Під тиском м'яса, що нагнітає, поршень піднімається. Хід поршня регулюється, завдяки чому змінюється об'єм м'яса, що нагнітає в циліндри. У бункер дозатора 9 засипають сіль і перець, перемішані в певнім співвідношенні. На станині окремо встановлений дозатор жиру.

Після заповнення м'ясом циліндра дозуючої колонки ніж, розташований у зазорі між колонкою й патрубком, відрізає порцію м'яса, що перебуває в патрубку 3. Порожні банки подаються зірочкою 8 спочатку під дозатор жиру, а

потім під дозатор 9 солі й перцю; після чого банки направляються під колонку 4, що дозує м'ясо. Із циліндра дозуючої колонки м'ясо подається в банку поршнем, шток якого опускається дугою 6, закріпленою на двох тримачах 7, насаджених на вертикальний шток. Профіль дуги 6 забезпечує підпресування верхнього шару м'яса, що знаходиться в банці.

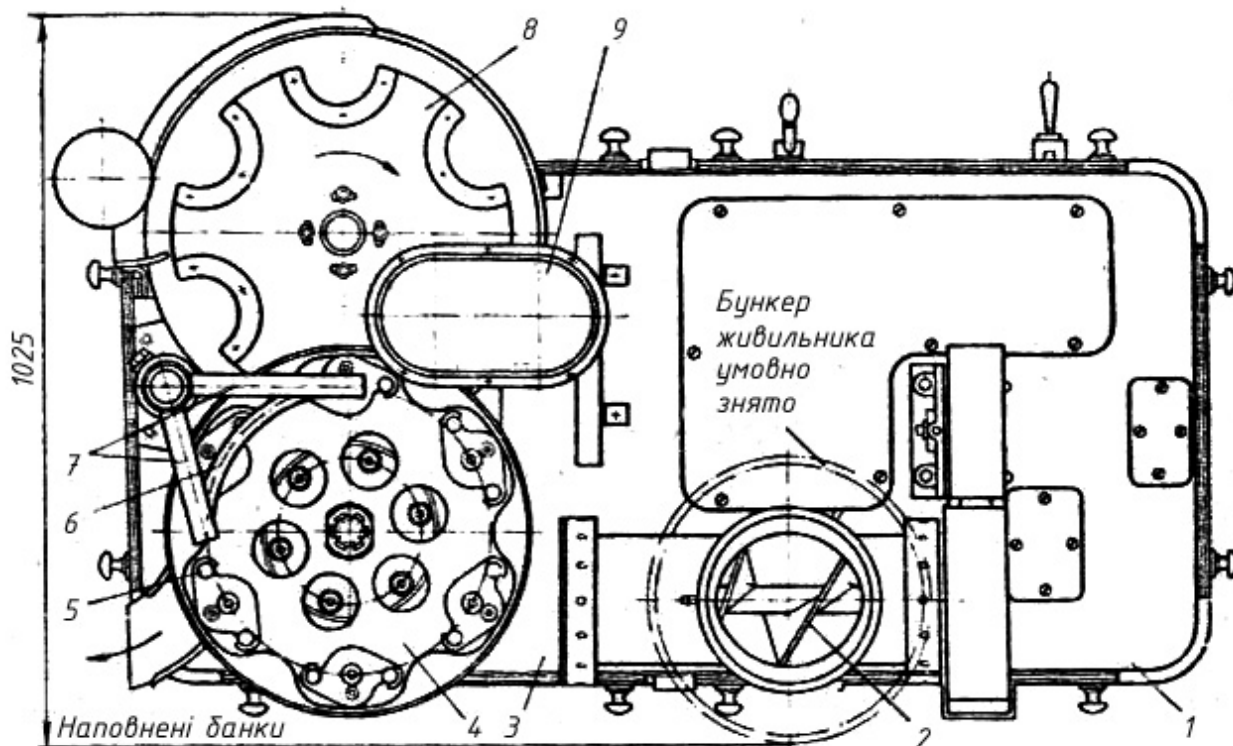


Рис. 14.13. Наповнювач м'яса:

1 – станина; 2 – живильник; 3 – патрубок; 4 – дозуюча колонка; 5 – шток; 6 – дуга; 8 – зірочка; 9 – дозатор.

Схема (рис. 14.14) пояснює подачу м'яса з бункера 5 у циліндри дозуючої колонки 3 і з них у банку 8. Електронагрівник потужністю 0,6 кВт призначений для запобігання застигання жиру на циліндричному корпусі шнекового нагнітача 7.

Продуктивність наповнювача 100 банок у хвилину. Дозу м'яса, що подається можна змінювати в межах 300...1000 г. У бункер живильника м'ясо повинне подаватися у вигляді шматків масою 30...150 г.

Шнек діаметром 150 мм робить 10...30 об/хв. Внутрішній діаметр дозувальних циліндрів залежить від розмірів банок: для банки діаметром 72,8 й 99,6 мм діаметр циліндра відповідно дорівнює 64 й 90 мм. Тривалість кінематичного циклу  $T_k$ , а отже, інтервал між виходом банок 0,67 с. При такій тривалості кінематичного циклу максимальна продуктивність

$$\Pi = \frac{1}{T_k} = \frac{1}{0,67} = 1,5 \text{ банки в секунду, тобто 90 банок у хвилину. Відхилення в}$$

дозуванні м'яса не повинне перевищувати  $\pm 3\%$ , солі й жиру  $\pm 3\%$ .

Потужність електродвигуна для приводу машини 2,8 кВт.

Габаритні розміри машини 1740×1250×1670 мм. Маса машини 1250 кг.

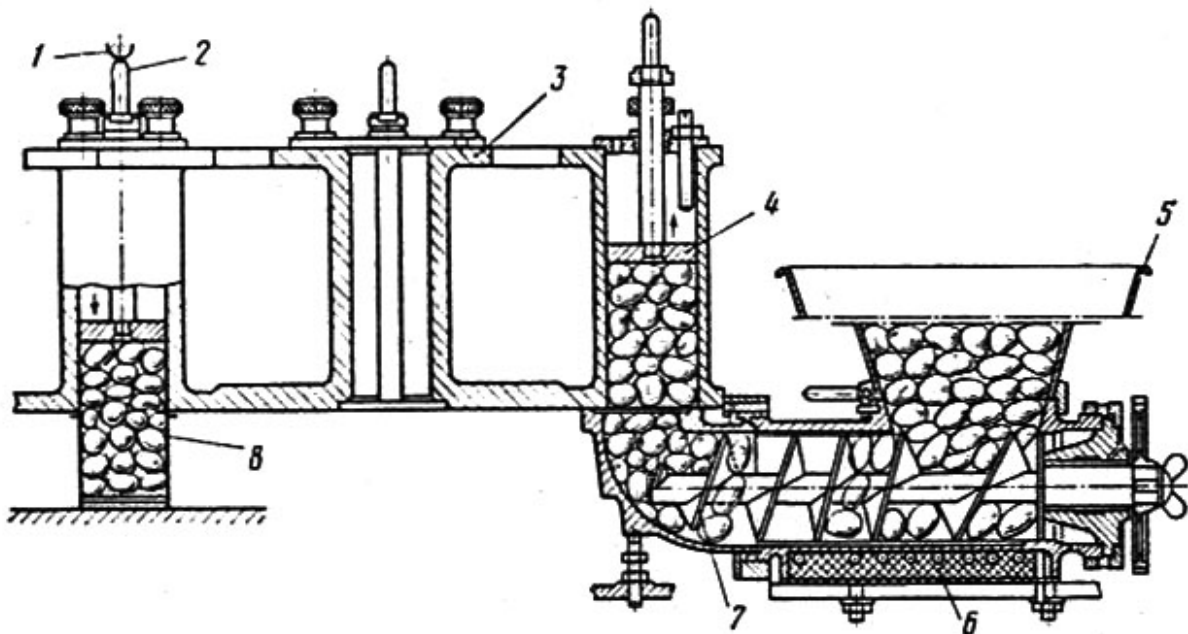


Рис. 14.14. Схема подачі м'яса в банки:

1 – штовхач; 2 – шток; 3 – колона; 4 – поршень; 5 – бункер; 7 – шнек; 8 – банка.

### 14.8 Обладнання для фасування в полімерні пакети і коробички

Автомат УФАС – 1200М (рис. 14.15) служить для розфасовки рідких та в'язких молочних продуктів в попередньо зварені на цій же установці тришарові (поліетилен – карток – поліетилен) або чотирьохшарові (поліетилен – карток – алюміній - поліетилен) пакети типу “PURE PAK” або “TETRA REX” місткістю 250, 500 і 1000 мл із заготовок пакетів.

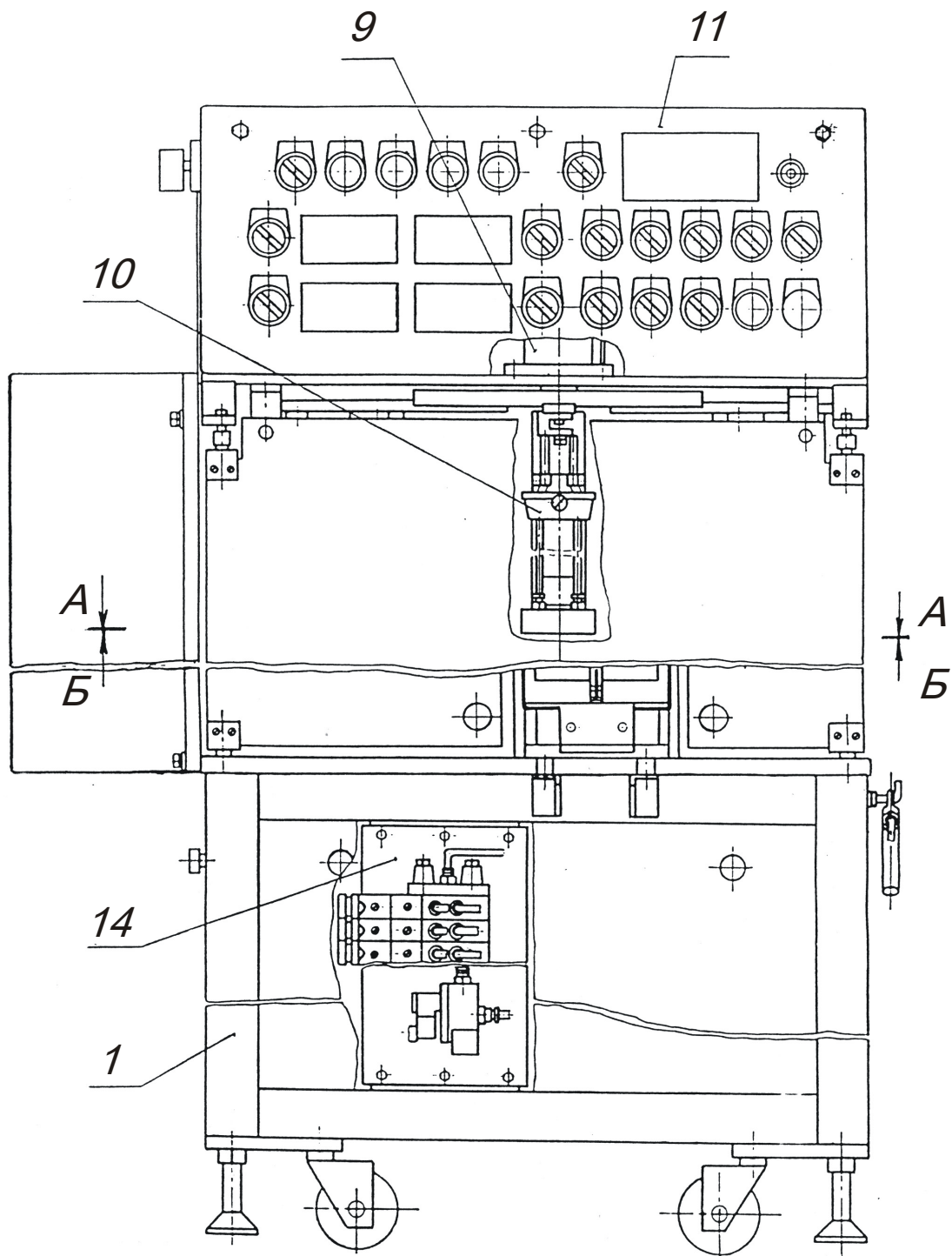


Рис. 14.15. Блок формування пакетів автомата УФАС:

1 – стіл; 2 – механізм завантаження; 3 – механізм підформовки верху пакету; 4 – нагрівачі; 5 – механізм підформовки дна пакету; 6 – прес; 7 – механізм знімання пакету; 8 – вентилятор; 9 – пневмопривід; 10 – карусель, 11 – блок керування; 12 – датчик чи давач наявності висічок; 13 – датчик наявності пакетів на позиції знімання; 14 – пневмоблок; 15 – хомут.

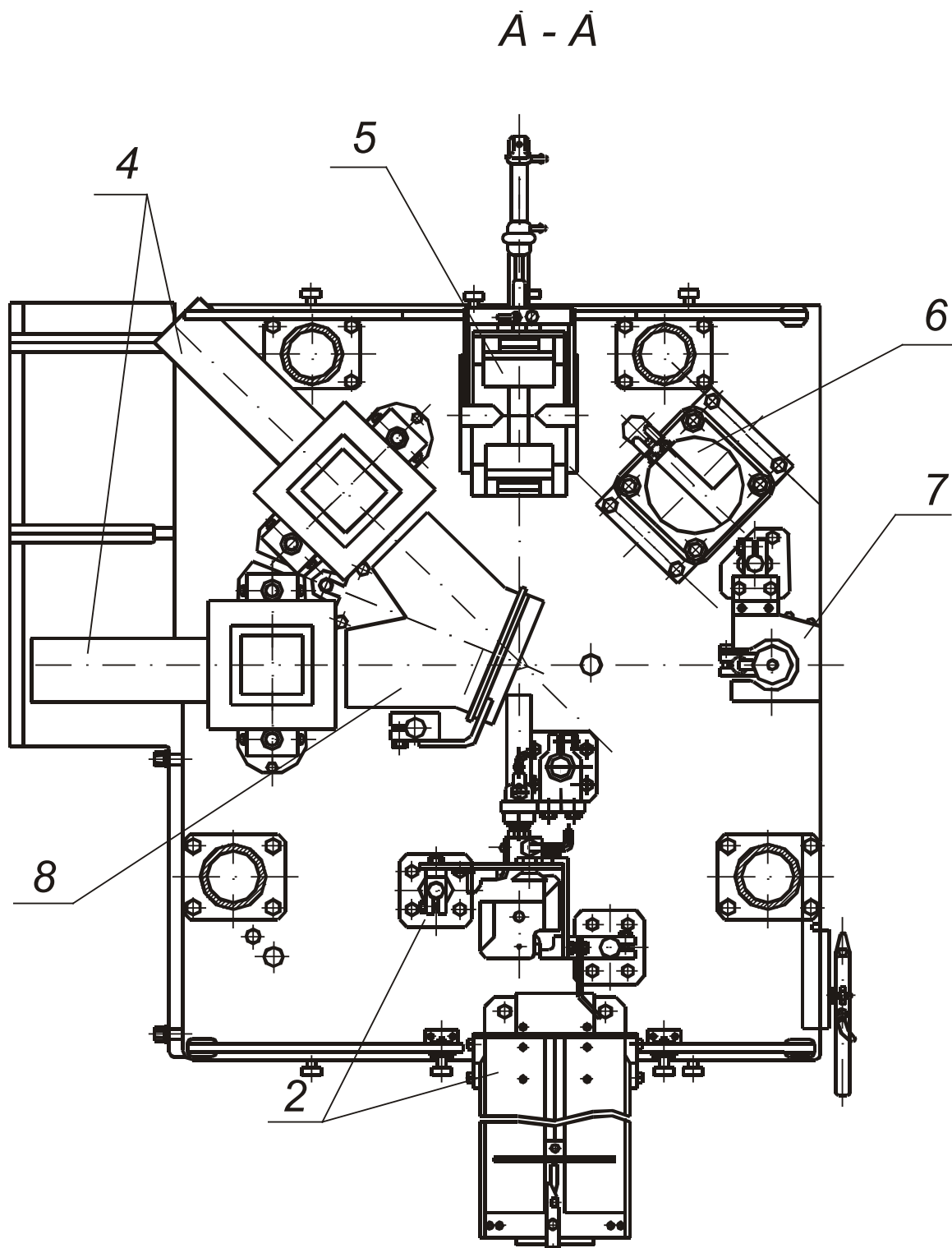


Рис. 14.15. Блок формування пакетів автомата УФАС (продовження).

Операції по формуванню пакету виконуються на карусельній частині автомата, по дозуванню і закупорюванню – на лінійній.

Механізм формування пакету складається із стола 1, на плиті якого закріплені: механізм завантаження пакетів 2, механізм підформовки дна пакету 5, прес 6, механізм підформовки верху пакету 3, нагрівача 4, механізм знімання

пакету 7, вентилятора 8. На верхній плиті, встановленій на столі на стійках, закріплені пневмопривід 9 з каруселлю 10, блок керування 11. На вертикальних стінках закріплені датчик 12 наявності висічок на оправці каруселі і давач 13 наявності пакетів на позиції знімання. Карусель 10, встановлена на валу пневмоприводу фіксується на ньому хомутом 15.

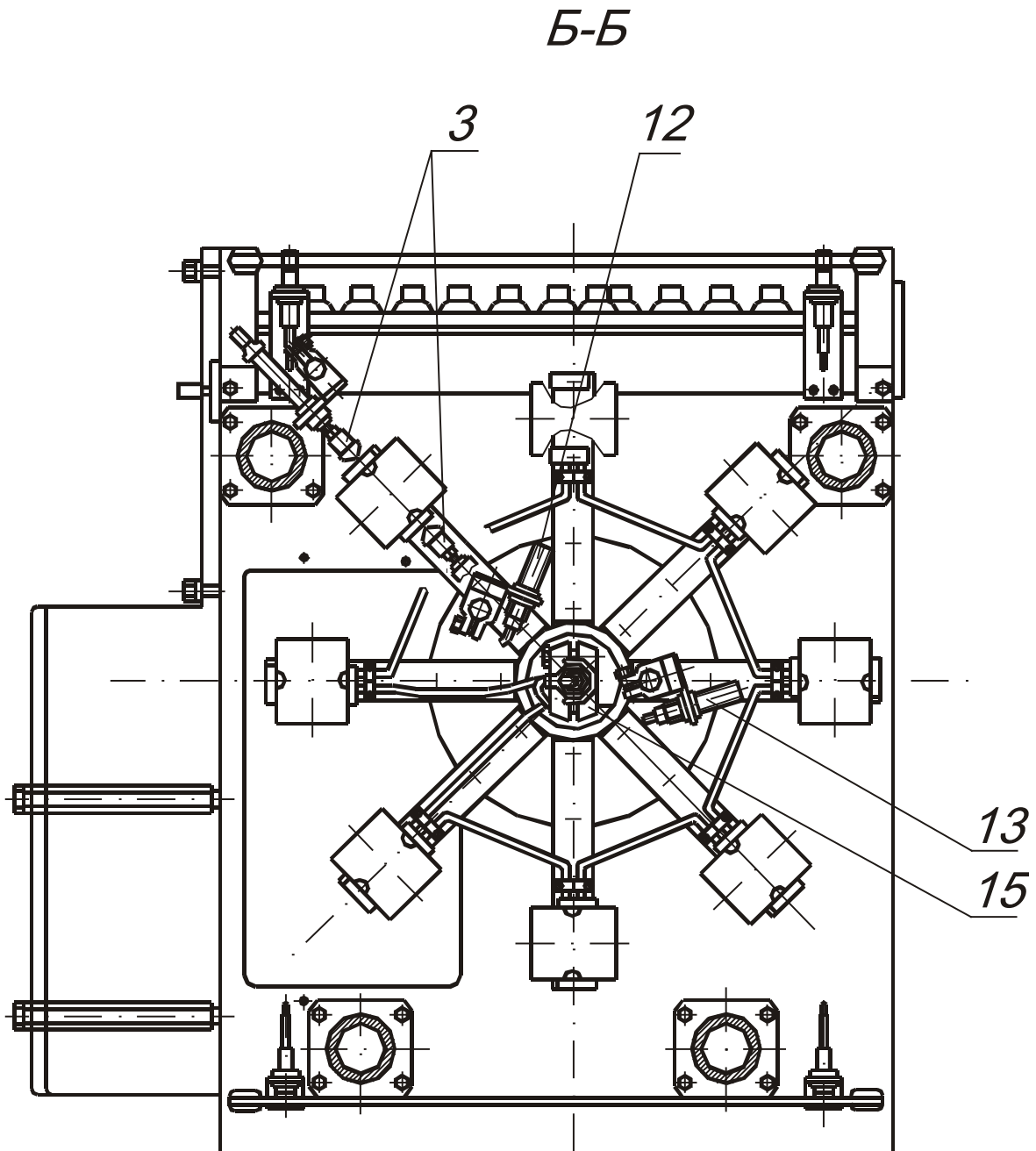


Рис. 14.15. Блок формування пакетів автомата УФАС (завершення).

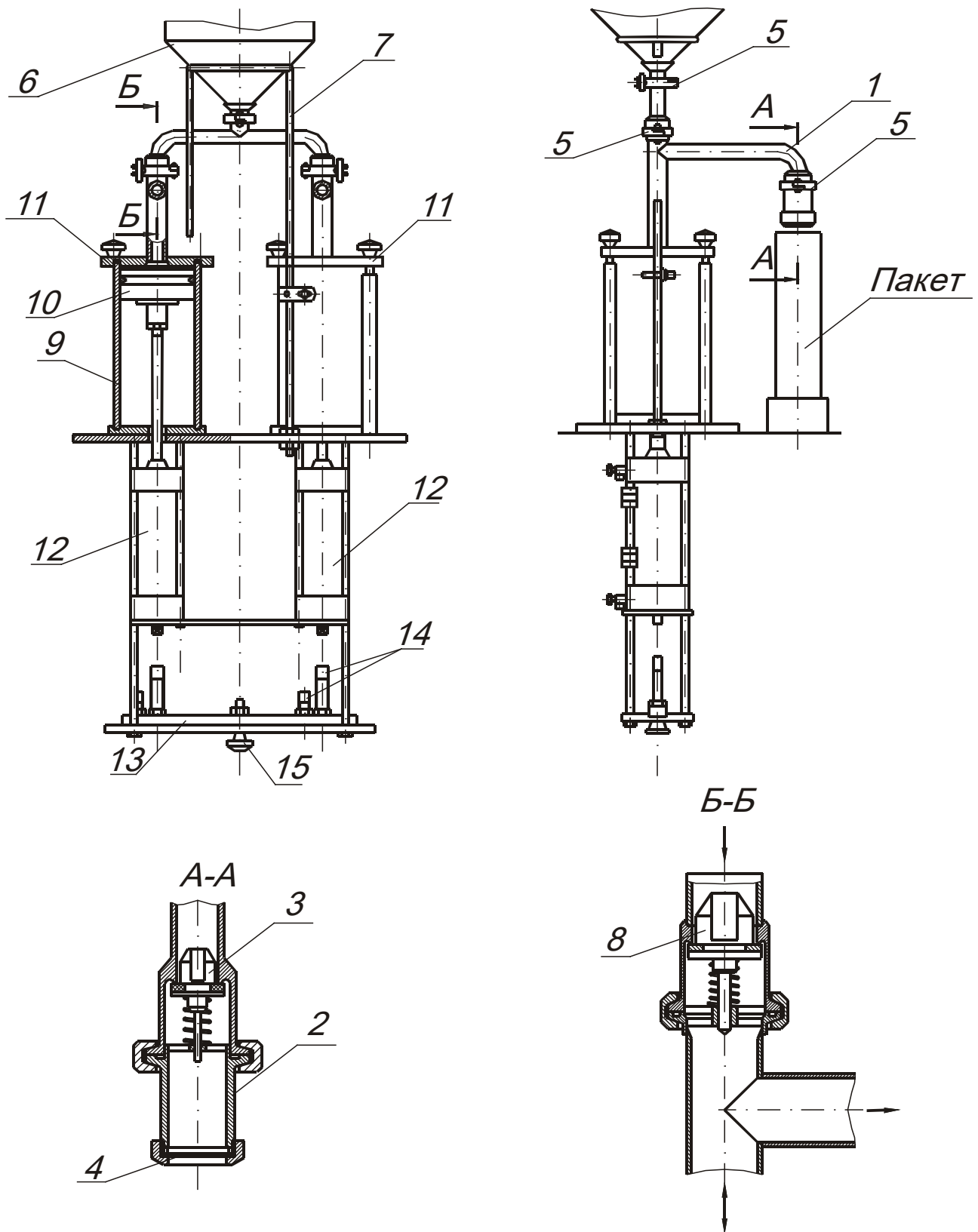


Рис. 14.16. Установка розливу автомата УФАС:

1 – наливна трубка; 2 – наконечник; 3 – нагнітальний клапан; 4 – сітка; 5 – хомут; 6 – ємкість з продуктом; 7 – стійки; 8 – всмоктуючий клапан; 9 – циліндр; 10 – поршень; 11 – кришка; 12 – пневмоциліндр; 13 – планка; 14 – упор; 15 – стопорний гвинт.

Механізм завантаження 2 конструктивно складається із накопичувача висічок, механізма виймання висічок, вузла подачі висічок на оправку.

При вийманні висічка захоплюється вакуум-присмоктувачами і витягується по одній за допомогою пневмоциліндра. При русі висічка формується і набуває форму квадрату.

Далі пакет поступає на механізм підформовки верху пакета 3 і механізм нагріву зварювальних поверхонь 4.

Оскільки стінки пакету нагріті на позиції нагріву до температури розм'якшення поліетилену, то при притисненні сформованих поверхонь проходить зварка достатня для того, щоб стінки не роз'єднувались до моменту приходу оправки на позицію пресування. Прес 6 створює необхідне зусилля стиснення попередньо нагрітих і сформованих поверхонь, які утворюють дно пакету з метою одержання зварного з'єднання. Механізм знімання знімає пакет з оправки і повертає його на 90°.

Для переміщення пакетів на позиції і орієнтація їх на оправки, які є опорою при формуванні і зварці дна служить карусель 10.

Після формування пакета він поступає на лінійну частину автомата де розміщені механізм лінійного переміщення пакету, механізм настройки під пакет певної вмістимості, вузол бактерицидної обробки, установка розливу, механізм підформовки гребінця, нагрівач, механізм зварювання, механізм датування.

Механізм лінійного переміщення забезпечує дискретне лінійне переміщення з позиції на позицію. Конструктивно він складається з штовхачів, кулісного механізму і пневмоциліндра. Кулісний механізм дає можливість більш плавного переміщення штовхачів при робочому ході пневциліндра.

**Установка розливу автомата УФАС** (рис. 14.16) складається з двох дозаторів, двох розливних трубок і ємності. На наливній трубці 1 встановлені нагнітальний клапан 3 і наконечник 2 із закріпленою на кінці сіткою 4. Трубка і наконечник кріпляться за допомогою швидкознімних хомутів 5.

Дозатор складається із гідроциліндра 9 з поршнем 10, кришки 11 клапанів 3 і 8. Поршень переміщається двоштовковим пневмоциліндром 12. Доза продукту регулюється упорами 14.

За основу роботи установки взятий принцип гідроциліндра з клапанами, які по чергово перемикаються при створенні розрідження в порожнині над поршнем гідроциліндра. При ході поршня 10 вниз нагнітальний клапан 3 закривається а всмоктувальний 16 відкривається і продукт із ємності 6 засмоктується в циліндр 9. При ході поршня в верх всмоктувальний клапан закривається а нагнітальний 3 відкривається і продукт видавлюється через наливну трубку в упаковку.



Обидва дозатори установки можуть працювати разом при дозі 1 літр або окремо при дозі меншій 0,5 л. Дозатор працює тільки при наявності пакетів під наливними трубками. Далі послідовно проходить формування верхнього гребінчика, нагрівання, зварювання і нанесення дати. Готові пакети з продуктом поступають в накопичувач.

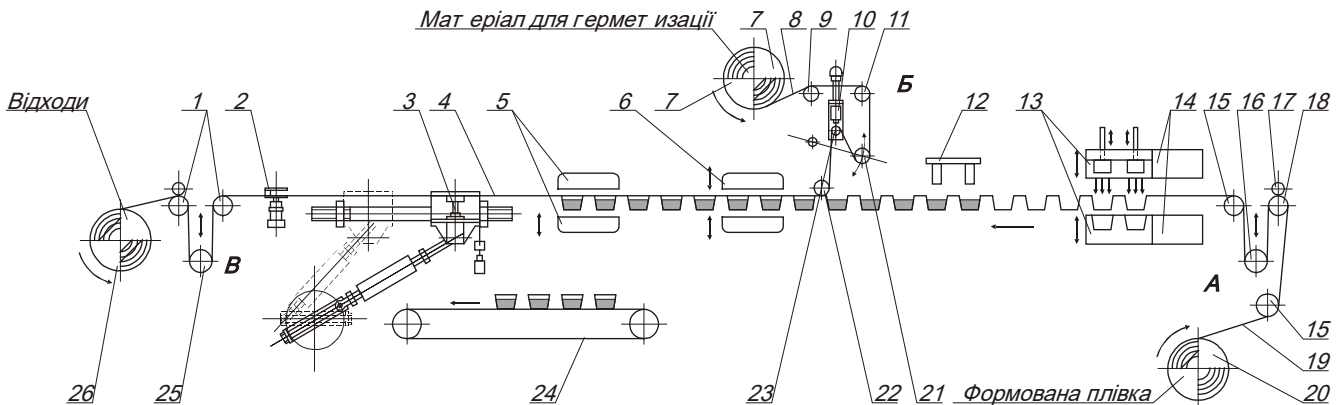


Рис. 14.17. Технологічна схема фасувально-пакувального автомата М6-ОР2-Д:  
 1 – ролик; 2 – гальмо плівки; 3 – траверса; 4 – відходи плівки; 5 – штамп вирубки; 6 – штамп запечатування; 7 – рулон запечатуючого матеріалу; 8 – запечатувальний матеріал; 9 – направляючий ролик; 10 – фотодавач; 11 – направляючі; 12 – дозатор; 13 – формовочний прес; 14 – нагрівачі; 15 – направляючі ролики; 16 – натяжний ролик; 17 – притискний ролик; 18 – привідний ролик; 19 – формована плівка; 20 – рулон плівки; 21 – натяжний ролик; 22 – направляючий ролик; 23 – натяжний ролик; 24 – транспортер відвідний; 25 – натяжний ролик; 26 – барабан.

**Автомат М6-ОР2-Д** (рис. 14.17) виконує комплекс операцій, зв'язаних з формуванням тари із полімерної плівки (поліхлорвініл, полістирол) і фасування в неї порціями по 200 і 250г, закривання коробки алюмінієвою фольгою, ламінованою термозварним швом.

Автомат лінійного типу.

Основною зв'язуючою ланкою є рама автомата, на якій послідовно встановлені: механізм формування коробки, дозатор, механізм запечатування і протягування плівки, штамп вирубний для фольги, транспортер.

Робота автомата складається із двох циклів. В першому – формовочний прес 13, штамп запечатування 6, штамп вирубки 5, гальмо плівки 2 затиснуті. Проходить розмотування плівки 19, нагрів її в нагрівачах 14 і формування коробки в формовочному пресі 13, заповнення коробок продуктом дозатором 12, закривання коробок фольгою 8 і термозварювання її з матеріалом коробок в штампі 6, вирубка готових упаковок в вирубному штампі 5, намотування відходів 4 на барабан 26, поступлення готових упаковок на відвідний транспортер 24. При цьому на верхній ділянці від нагрівача 14 до гальма 2 плівка нерухома.

В другому – всі штампи відкриті, гальмо плівки відпущене, стрічка відходів затиснена в траверсі 3. Проходить протягування відходів, а разом з ними плівки 19, відформованих наповнених коробок і запечатуючого матеріалу 8.

Механізм запечатування з механізмом протягування плівки і дозатор закріплені на рамі автомату нерухомо, а механізм формування коробок і штамп вирубний – з можливістю руху вздовж осі рами, що дозволяє з необхідною точністю встановлювати між основними робочими органами(формування, запечатування і вирубка) автомата віддаль, кратну кроку протягування.

Плівка 19 розмотується з рулона 20 по направляючих роликах 15 за допомогою привідного ролика 17 і за допомогою натяжного ролика 16 утворює петлю А, яка компенсує розхід пакувальної плівки при протягуванні її на один крок (236 мм).

Запечатуючий матеріал 8 при обертанні привідного ролика-рулонотримача розмотується з рулона 7 по направляючих роликах 9, 11, 22, за допомогою натяжного ролика 21 утворюючи при цьому петлю Б, яка компенсує витрату запечатуючого матеріалу при протягуванні його, разом з пакувальною плівкою на один крок.

Відходи представляють собою суцільну стрічку із плівки і термозвареного з нею запечатуючого матеріалу з отворами рівними габаритним розмірам упаковок в плані, які одержують після вирубки штампом 5. Відходи за допомогою траверси 3 протягуються на один крок і через відпущене гальмо плівки 2 по направляючих роликах 1 подаються на барабан відходів 26. Натяжний ролик 25 утворює петлю В, яка компенсує розхід відходів при протягуванні їх на один крок, а привідний барабан 26,обертаючись, намотує її.

Формовочний прес, штамп запечатування, штамп вирубки, поршні дозатора приводяться в роботу від пневмоприводу.

Принцип дії механізму формування коробок оснований на контактному підігріві формованої плівки, - в нагрівачі 14, попередньої витяжки затиснутої між матрицею і притискачем плівки за допомогою пуансонів і кінцевої витяжки за допомогою стиснутого повітря. Механізм працює циклічно.

Відстань між центрами матриці і нагрівача рівна кроку протягування плівки. Таким чином, нагріта до температури формування ділянка плівки, при протягуванні на один крок попадає в позицію формування.

Для охолодження матриці використовується охолоджувач, який є основою матриці і представляє собою плиту з каналами для охолоджуючої води.

Для дозування продукту використовується дозатор об'ємної дії. Основними частинами дозатора є блок циліндрів, чотири поршні з регульованими тягами і кран, встановлений в корпусі.

Кран служить для почергового з'єднання поршневих порожнин з бункером або гнучким шлангом. Для дозування матеріалів з високою в'язкістю в бункері встановлені шнеки, які утворюють постійний підпір дозованої маси.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Види тари.
2. Основні характеристики скляної тари.
3. Основні характеристики металевої тари.
4. Основні характеристики тари з листового матеріалу .
5. Основні характеристики видувної тари.
6. Назвіть класифікацію фасувальних машин.
7. Назвіть основні елементи конструкції пристроїв для дозування по об'єму.
8. Особливості конструкції наповнювальних пристроїв.
9. Від яких параметрів залежить тривалість наповнення тари?
10. Основні конструктивні елементи карусельних апаратів для розливу.
11. Як здійснюється піднімання і опускання пляшки у карусельних розливних апаратах.
12. Яким чином регулюється рівень рідини у баку?
13. Принцип роботи багатопозиційного карусельного автомату для наповнення банок.
14. Яку функцію виконують золотникові затори у наповнювачах в'язких продуктів.
15. Особливості конструкції наповнювача плодів.
16. Основні складові апарату для наповнення м'яса.
17. Будова і принцип роботи для наповнення у тару "PURE PAK" або "TETRA REX".
18. Принцип роботи, основні конструктивні елементи машини для формування упаковки, фасування і закупорювання типу М6-ОР2-Д.

## Глава 15. Закатувальні і етикетувальні машини

### 15.1 Машини для герметизації скляної і бляшаної тари

*Автоматична паровакуумна закатувальна машина АЗМ-3П* призначена для закатування скляних консервних банок, наповнених продуктом.

Автоматична паровакуумна закатувальна машина (рис. 15.1) є одношпіндельним автоматом і складається із станини приводу, головки, механізму подачі, магазину кришок 18, парової камери і електроустаткування.

Станина є основою, на якій змонтовані усі механізми машини. Привід машини складається з електродвигуна 2, клинопасової 3 і черв'ячної 4 передач. Головка призначена для герметизації банок закатувальним швом. Вона складається з приводу і закатувальної головки. Привід має порожнистий шпindel, усередині якого проходить стержень 14 з патроном і нерухомою шестернею. Усередині патрона знаходиться виштовхувач 10. На шпинделі укріплений кінцевий кулак 13.

Закатувальна головка кріпиться до порожнистого шпинделя. Вона складається з обойми 12, в якій укріплені три осі з важелями, що коливаються, несуть по одному віджимному і одному заковувальному 11 роликam. На закатувальні ролики насаджені шестерні, що обкатуються навколо нерухомої шестерні верхнього патрона. При обертанні закатувальної головки віджимні ролики обкатуються по конусному кулаку, що переміщається уздовж осі, внаслідок чого закатувальні ролики описують контур банки. Нижній патрон підтискає банку до верхнього патрона. Він складається з корпусу 5, повзуна з роликом 6 і столу 7.

Механізм подачі призначений для переміщення потоку банок, поділу їх за кроком і подання під закатувальну голівку. Він складається з приймального диска 17, на валу якого закріплена зірочка з ланцюгом 16 з двадцяти ланок, чотиризубої зірочки 9 і виносного диска 8. Ланцюг 16 має п'ять зубів для ділення банок при їх переміщенні. Синхронно з рухом зубів ланцюга обертається зірочка 18, що має чотири шарнірно закріплені зуба, якими банки по черзі знімаються з диска 17 і встановлюються на нижній патрон. Виносний диск 8, на який потрапляє закатана банка, вільно обертається під дією банок, що відводяться зірочкою.

Магазин кришок 15 призначений для зберігання і видачі кришок. Парова камера машини розташована над банкою, що рухається, і призначена для обдування кришки і горла банки парою. Електроустаткування машини складається з електродвигуна типу АОЛ2-31-4, магнітного пускача і кнопкової станції.

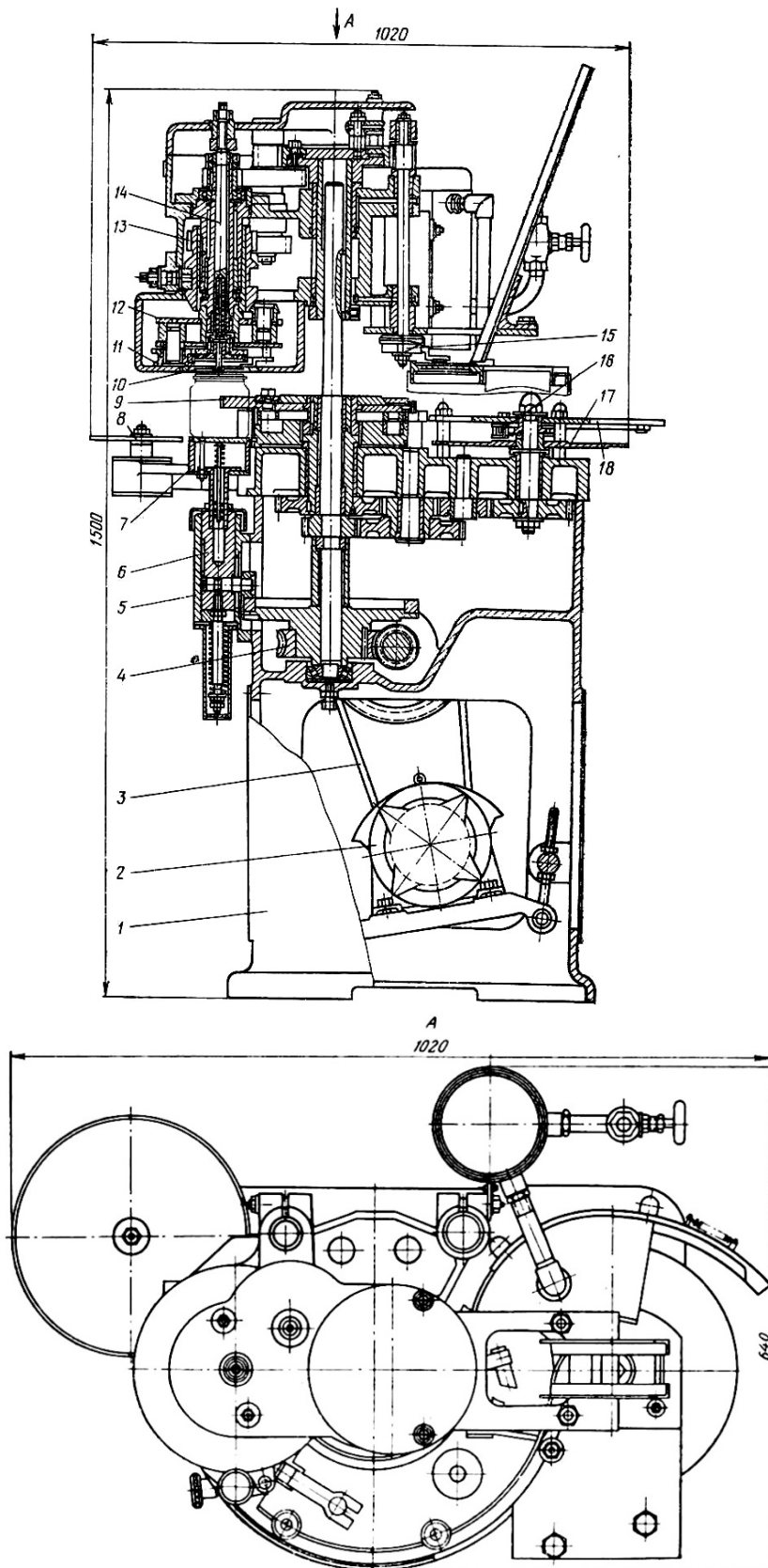


Рис. 15.1. Автоматична паровакуумна закатувальна машина АЗМ-3П:  
 1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – пасова передача; 4 – черв'ячна передача; 5 – корпус; 6 – повзун; 7 – стіл; 8 – диск; 9 – зірочка; 10 – виштовхувач; 11 – ролик; 12 – обойма; 13 – кулак; 14 – стержень з патроном; 15 – магазин кришок; 16 – ланцюгова передача; 17 – диск; 18 – зірочка.

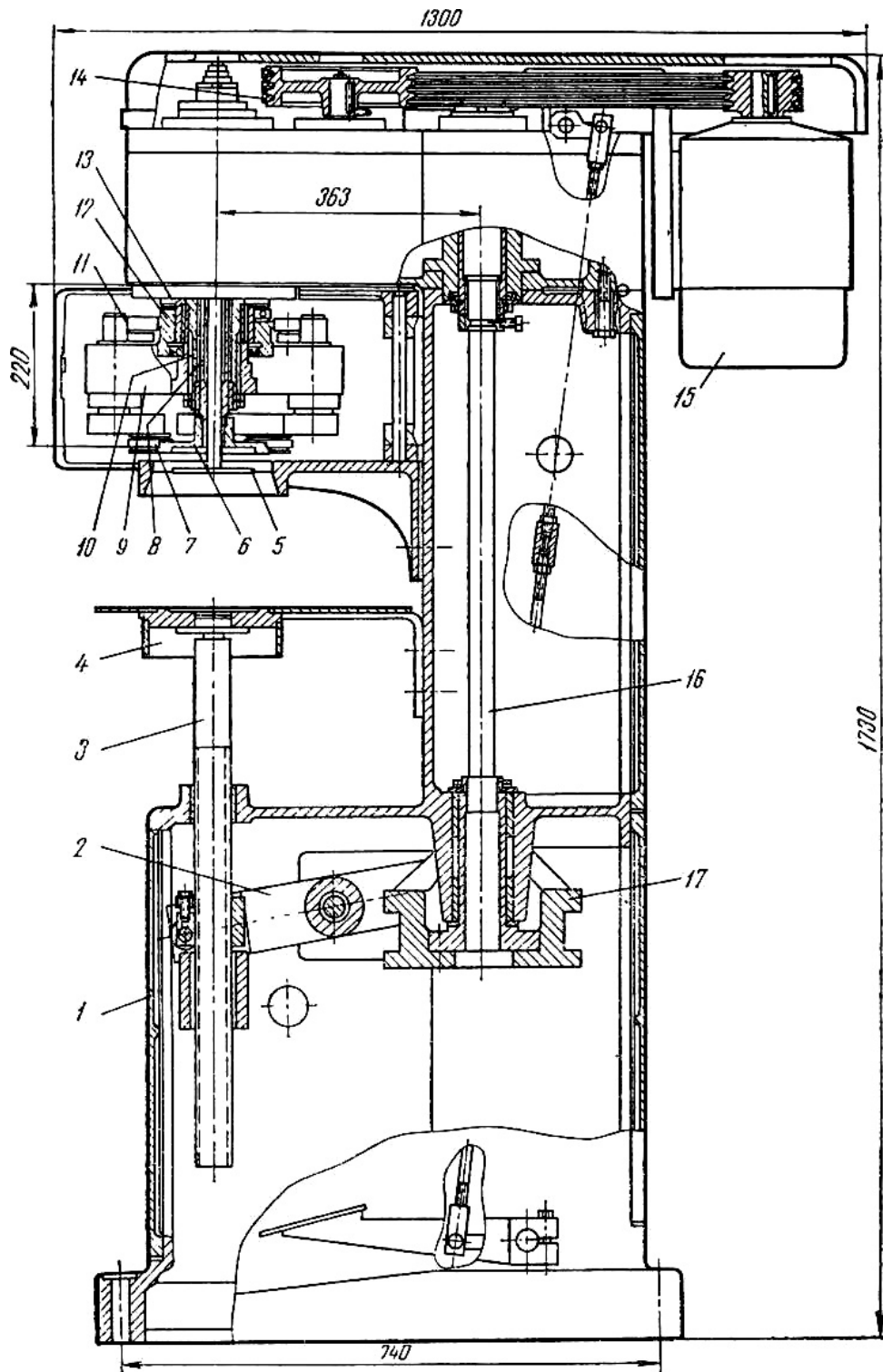


Рис. 15.2. Машина закатувальна Б4-КЗК-77:

1 – станина ; 2 – вилка; 3 – шток; 4 – стіл; 5 – вісь; 6 – вал; 7 – штовхач; 8 – патрон; 9 – закатувальний ролик ; 10 – планшайба; 11 – віджимний ролик; 12 – кулак ; 13 – шестерня; 14 – клинопасава передача; 15 – електродвигун; 16 – вал; 17 – кулак.

Банки, заповнені продуктом, транспортером подаються до приймального диска і далі зубами ланцюга на зірочку 9. Рухомі зуби зірочки переміщують банку в паровому просторі, де повітря з неї витісняється парою. Проїшовши парову камеру, банка накривається пропареною кришкою і підводиться до нижнього патрона, який піднімає її до роликів закатувальної головки. Після закатування банка виводиться з машини на виносний диск і передається на транспортер нерухомим зубом зірочки. Після охолодження внаслідок конденсації пари усередині банки утворюється вакуум (залишковий тиск 61,3 МПа).

**Машини закатувальні Б4-КЗК-77, Б4-КЗК-77-01, Б4-КЗК-77-02, Б4-КЗК-77-03 (ЗК4-3-16, ЗК4-10-12, ЗК9-5-16, ЗК9-10-12).** Для закупорення способом обкату скляної консервної тари (ГОСТ 5717 — 70) місткістю від 0,1 до 3 л застосовується машина В4-КЗК-77, від 0,8 до 10 л — машина В4-КЗК-77-01.

Машини закатувальні Б4-КЗК-77 і Б4-КЗК-77-01 застосовуються при виробництві консервів на підприємствах харчової, рибної і м'ясо-молочної промисловості в умовах помірного клімату в приміщеннях з підвищеною вологістю.

Для виготовлення і закупорення циліндричних бляшаних консервних банок (ГОСТ 5981-71) місткістю до 5 л застосовується машина Б4-КЗК-77-02, від 2 до 10 л — машина Б4-КЗК-77-03.

Машини застосовуються при виробництві консервів на підприємствах рибної, харчової і м'ясо-молочної промисловості. На машині Б4-КЗК-77-03 можна заочувати банки з підпресовуванням продукту у разі виступання продукту за кромку банки (риба, соління і т. п.).

Машини Б4-КЗК-77-02 і Б4-КЗК-77-03 можуть бути виготовлені для експлуатації в умовах помірного і тропічного клімату з приміщеннях з підвищеною вологістю і в умовах морського клімату.

Машина закатувальна (рис. 15.2) є одношпіндельним напівавтоматом і складається із станини 1, нижнього патрона, закатувальної головки, приводу і електроустаткування.

Станина є опорною частиною машини, на ній змонтовані усі складені вузли машини.

Нижній патрон призначений для підтиску і центрування банки. Він складається із столу 4, штока 3, вилки 2, кулака 17 і валу 16.

Закатувальна головка має зовнішній вал-шестерню 13, несучий операційний кулак 12, порожнистий вал 6, призначений для кріплення планшайби 10, нерухому вісь 5 з патроном 8. Усередині порожнистої осі 5 переміщається по вертикалі штовхач 7. У розточках планшайби монтуються закатувальні вузли операцій, кожен з яких складається з осі, важелів, закатувальних 9 і віджимних 11 роликів. Віджимні ролики котяться по копірах, внаслідок чого закатувальні ролики описують контур банки.

Привід машини складається з електродвигуна 15, клинопасової 14 і зубчастої передачі.

Електроустаткування включає електродвигун, автоматичний вимикач і магнітний пускач.

Банки із заздалегідь надітою кришкою вручну встановлюються на стіл нижнього патрона. При натиску на педаль включається однооборотна муфта, за один оберт якої закатувальна головка здійснює одинадцять обертів. При цьому нижній патрон з банкою піднімається і підтискає банку до патрона закатувальної головки. Віджимні ролики, накочуючись на виступаючу частину копирів, відхиляються від осі закатувального механізму, а закатувальні ролики наближаються до цієї осі, обкатуючись по краю банки, і виконують формування закатувального шва. Після закатування банок закатувальна головка вимикається. Нижній патрон опускається і банка вручну знімається із столу.

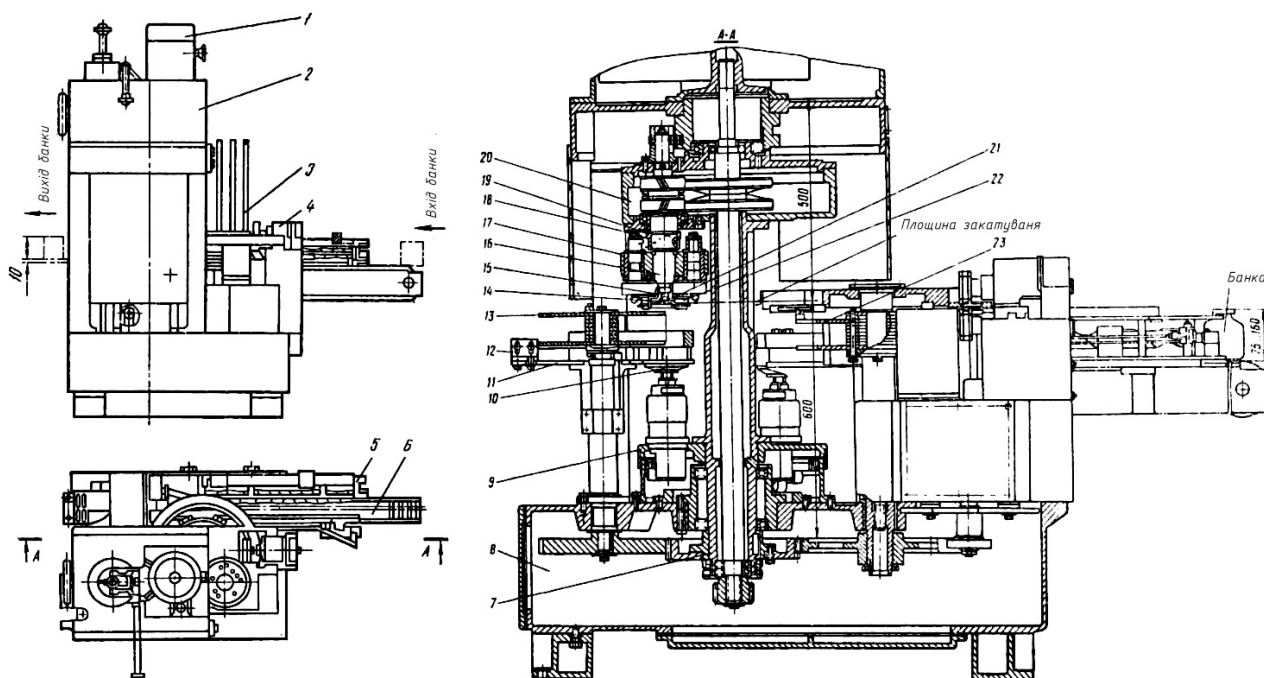


Рис. 15.3. Машина закатувальна автоматична Б4-КЗК-79:

1 – станина ; 2 – коробка швидкостей; 3 – магазин; 4 – маркера ; 5 – шнек; 6 – транспортер; 7 – колона; 8 – станина; 9 – нижній корпус; 10 – стіл піджимний; 11 – столик; 12 – лічильник для банок; 13 – видаюча зірочка; 14 – штовхач; 15 – вісь; 16 – вал; 17 – планшайба; 18 – віджимні ролики; 19 – кулак; 20 – верхній корпус; 21 – патрон; 22 – закатувальний ролик; 23 – подаюча зірочка.

**Машини закатувальні автоматичні Б4-КЗК-79, Б4-КЗК-14, Б4-КЗК-75, Б4-КЗК-75-04 (ЗК5-1-125, ЗК1-1-125, ЗК1-3-63, ЗК5-5-63).** Автоматичні закатувальні машини Б4-КЗК-79 і Б4-КЗК-14 призначені для маркіровки кришок, закупорювання і рахунку циліндричних бляшаних консервних банок, наповнених продуктом, а машини Б4-КЗК-75 і Б4-КЗК-75-04 — для маркіровки, закупорювання і обліку скляних консервних банок з продуктом.

При відповідному виконанні електроустаткування машини Б4-КЗК-79, Б4-КЗК-75 до Б4-КЗК-75-04 можуть експлуатуватися на плавучих рибоконсервних заводах, а також в умовах з морським і тропічним кліматом. Машина Б4-КЗК-14 повинна експлуатуватися в звичайних атмосферних умовах.



Машина Б4-КЗК-79 відрізняється від машин Б4-КЗК-75 і Б4-КЗК-75-04 профілем закатувальних роликів і їх числом на закатувальній планшайбі. У іншому будова і принцип дії вказаних машин аналогічні.

Машина (рис. 15.3) складається із станини 8, механізму прийому, механізму подачі, механізму закатування, механізму видачі, приводу і електроустаткування.

Станина автомата є закритою масляною ванною з розміщеними в ній деталями і основною частиною системи змащування. Для доступу всередину в станині є бічні і нижні люки, що закриваються кришками.

Механізм прийому призначений для прийому неорганізованого потоку банок і його організації. Він складається з транспортера 6 і шнека 5. З боку, протилежною до заходу шнека, розташовані підпружинена напрямна і датчик-щуп системи блокування «немає банки — немає кришки». Уздовж транспортерної стрічки розташовані направляючі, регульовані по висоті і діаметру банки.

Механізм подачі призначений для транспортування з одночасною орієнтацією банок і кришок і подання їх на столик закатування. Він складається з подаючої зірочки 23, напрямляючих для кришок, магазину 3 і маркера 4. Направляючі для кришок мають прямокутну форму і встановлюються на стійках під магазин кришок і маркер. Привід магазину здійснюється від валу, що складається з двох частин, які сполучаються із самоспрацьовуючою муфтою, яка включається тільки за наявності банки. При цьому забезпечується блокування «немає банки — немає кришки» за відсутності банки на щупі механізму прийому банок. З метою виключення підскакування виданої з магазину кришки при її ударі об напрямляючі, під останнім встановлений постійний магніт, регульований по висоті.

У корпусі магазину кришок обертаються три відсікачі з шнеками, які забезпечують видачу кришки для маркіровки і закатування. Маркер призначений для маркіровки кришок і складається з двох маркувальних голівок: верхньої — пуансона і нижньої — матриці. На маркувальних головках розміщуються літерні і холості сектори.

Механізм закатування призначений для закатування бляшаних (подвійним закатувальним швом) або скляних банок. Механізм закатування є закатувальною каруселлю з шпинделями, планшайбами і підтискними столами.

Закатувальна карусель складається з верхнього 20 і нижнього 9 корпусів, сполучених колоною 7. У верхньому корпусі кріпляться шпindelі і планшайби, в нижньому — підтискні столи. Шпindel має зовнішній вал-шестерню, несучий операційний кулак 19, малий вал 16, призначений для кріплення планшайби 17, нерухому порожнисту вісь 15 з патроном 21. У середині осі переміщається по вертикалі штовхач 14. У розточках планшайби 17 монтуються закатувальні вузли (для бляшаної тари I і II операцій). Кожен із закатувальних вузлів складається з осі, важелів, закатувальних 22 і віджимних 18 роликів. Останні котяться по копіюючих кулаках, внаслідок чого закатувальні ролики описують контур банки. Стіл піджимний 10 призначений для підтискання і центрування банки на

закатувальній каруселі. Переміщення столу уздовж осі здійснюється за допомогою повзуна з роликом і копира.

Механізм видачі призначений для видачі закатаних банок з машин. Він складається з видаючої зірочки 13, столика 11 і направляючих, на які встановлений лічильник для банок 12.

Привід складається з електродвигуна 1, клинопасової передачі і коробки швидкостей 2.

Переміщувані по транспортних пристроях лінії банки поступають на приймальний транспортер машини, де їх потік організовується. По сигналу з магазину видається кришка, яка поступає через маркувальну станцію, надівається на банку і у такому вигляді банка з кришкою встановлюється на стіл закатувальної каруселі.

Стіл піднімає банку з кришкою і притискає її до патрона шпинделя, де вона закупорюється. Закупорена банка видаючою зірочкою виноситься з машини.

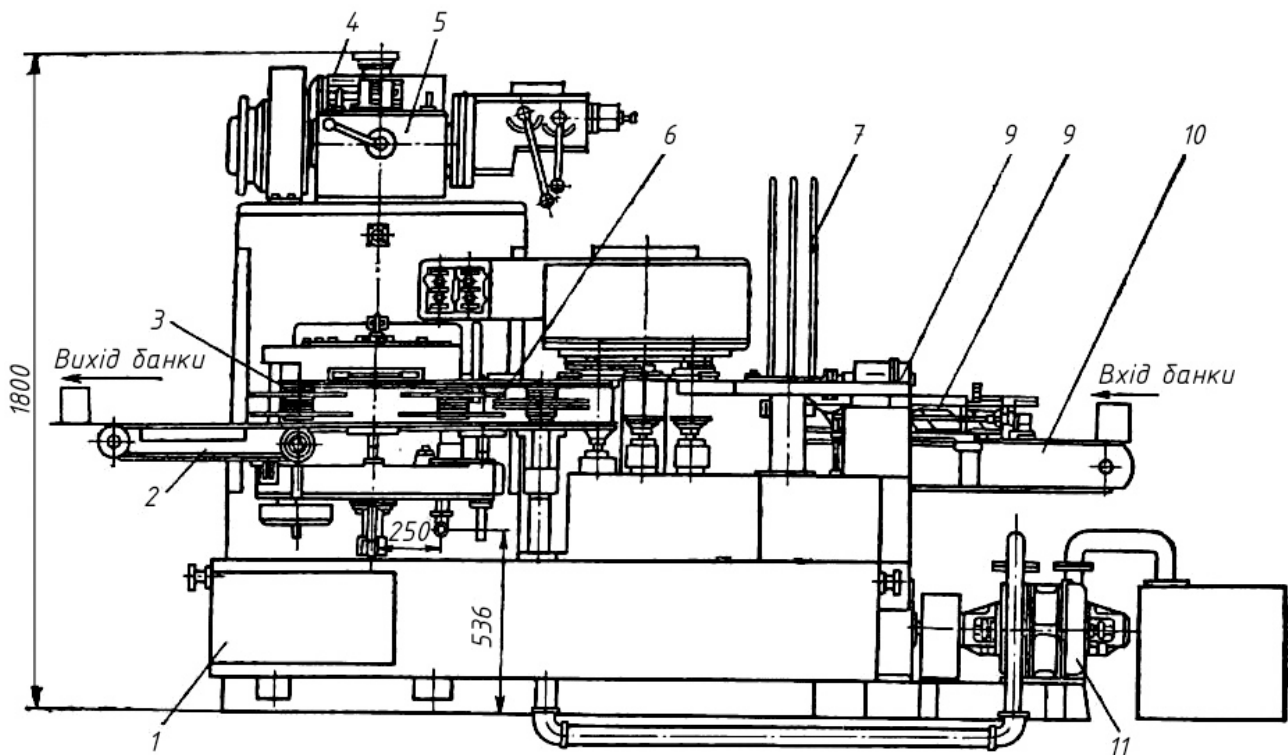


Рис. 15.4. Агрегат закатувальний вакуумний з клинчером Б4-КЗК-84:

1 – станина; 2 – транспортер; 3 – зірочка; 4 – двигун; 5 – коробка швидкостей; 6 – зірочка; 7 – магазин кришок; 8 – маркер; 9 – шнек; 10 – транспортер; 11 – вакуумна система.

**Агрегат закатувальний вакуумний з клинчером Б4-КЗК-84 (ЗК7-1-160-2).** Агрегат призначений для маркіровки кришок, закупорювання під вакуумом і обліку наповнених продуктом циліндричних бляшаних консервних банок. При відповідному виконанні електроустаткування агрегат може експлуатуватися на плавучих рибоконсервних заводах.

Агрегат (рис. 15.4) складається із станини, механізму прийому, механізму подачі, приводу, вакуумної системи, видаючого механізму, ротора клинчера, закатувальної каруселі і електроустаткування.

Станина 1 агрегату є закритою масляною ванною з розміщеними в ній деталями і основною частиною системи змащування. Станина ділиться на дві внутрішні порожнини — вакуумну і безвакуумну.

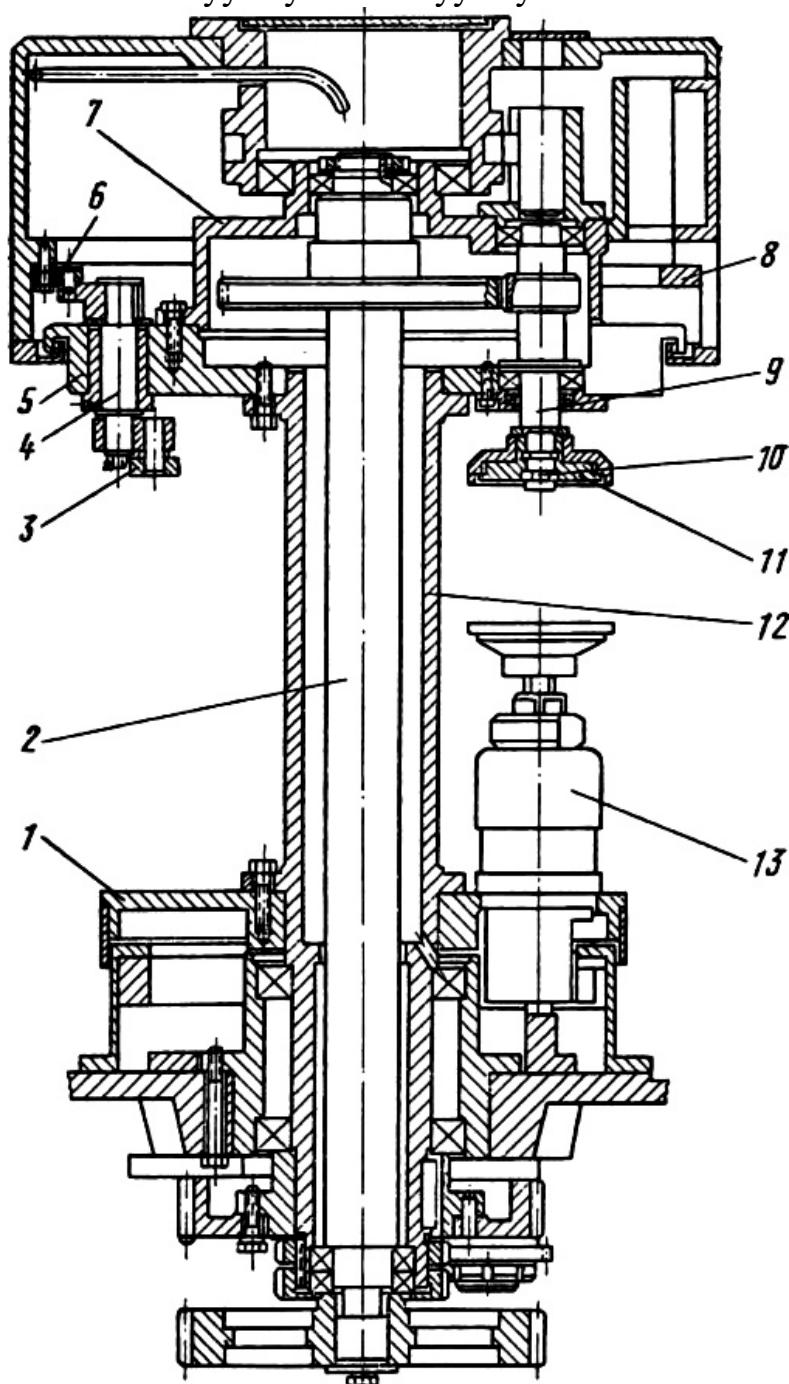


Рис. 15.5. Ротор клинчера (у розрізі):

1 — планшайба; 2 — центральний вал; 3 — закатувальні ролики; 4 — вал; 5 — планшайба; 6 — віджимні ролики; 7 — кришка; 8 — корпус; 9 — шпинделі; 10 — штовхач; 11 — упор; 12 — колона; 13 — підтискні столики.

Механізм прийому призначений для прийому потоку банок після їх наповнення. Він складається з транспортера 10 і шнека 9. З боку, протилежною до заходу шнека, розташовані підпружинена напрямна і датчик-щуп системи блокування «немає банки — немає кришки».

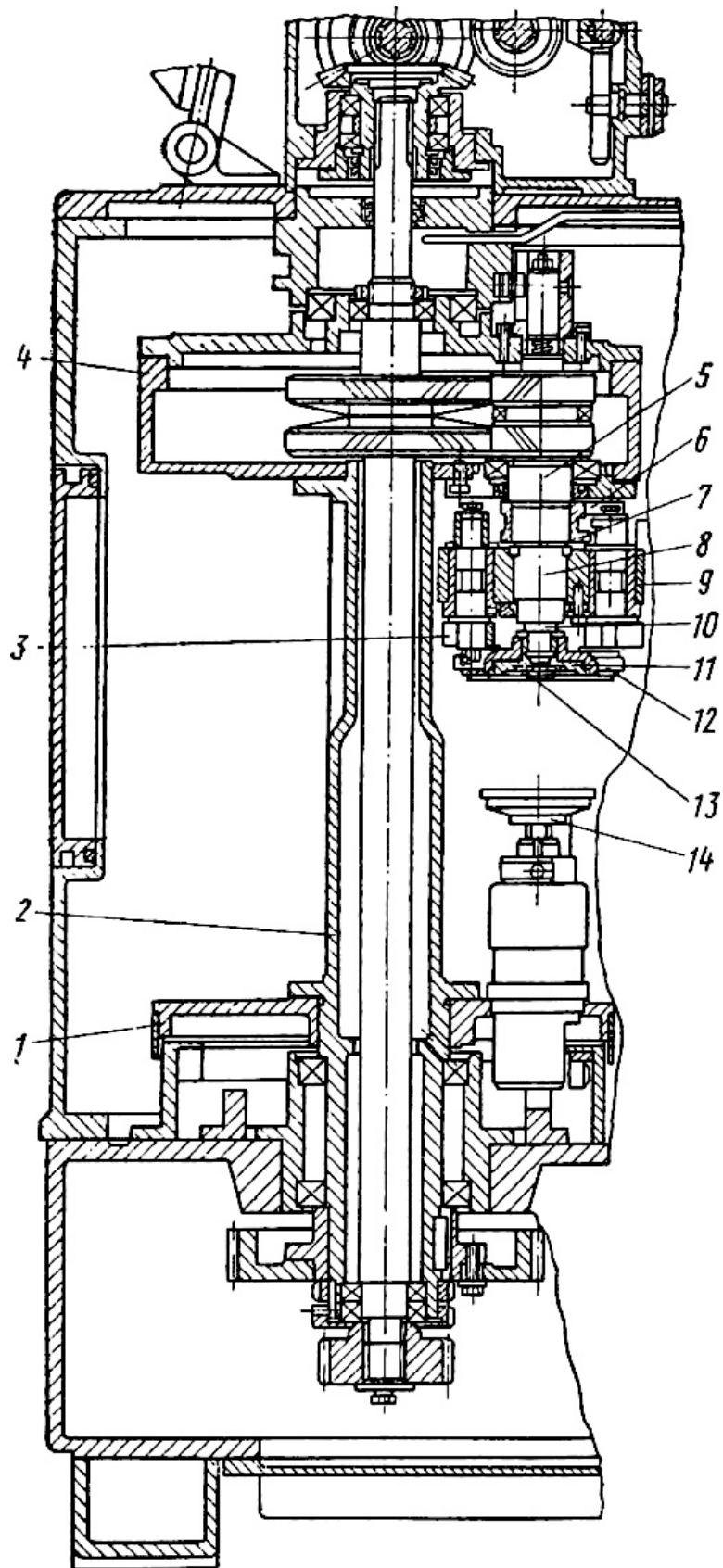


Рис. 15.6. Карусель закатувальна (у розрізі):

1 – нижня частина каруселі; 2 – колона; 3 – вісь; 4 – верхня частина каруселі; 5 – вал-шестерня; 6 – віджимні ролики; 7 – операційний кулак; 8 – порожнистий вал; 9 – планшайба; 10 – нерухома вісь; 11 – патрон; 12 – закатувальні ролики; 13 – штовхач; 14 – столик піджимний.

Механізм подачі призначений для транспортування з одночасною орієнтацією банок і кришок і подання їх на стіл закатувального механізму. Він складається з подаючої зірочки, напрямляючих для кришок, магазину кришок 7 і маркера 8. У корпусі магазину кришок обертаються три відсікачі з шнеками, які забезпечують видачу кришки для маркіровки і закатування. Зняття банки з підтискного столу ротора клинчера і передача її розгінній зірочці, а також подання банки на піджимний стіл каруселі і знімання з нього здійснюються зірочками 6.

Вакуумна система 11 складається з насосної установки, вакуум-камери, вакуум-клапана, механізму шлюзування, контрольної і сигнальної апаратури і системи трубопроводів. Насосна установка включає електродвигун (1450 об/хв) потужністю 4 кВт, водокільцевий насос типу ВВН-1,5, змонтовані на загальній рамі, і водозбірник. Вакуум-камера є вакуумною порожниною станини, в якій встановлена карусель. На передній стінці вакуум-камери знаходиться вакуум-клапан, що складається з приводу і ротора. Привід виконаний у вигляді плоского редуктора з розташованими в нім роздавальними шестернями. У корпусі ротора встановлена пробка, що має кишені для банок. Банка заганяється в кишеню пробки розгінною зірочкою, закріпленою на валу приводу. У порожнині кожної кишені є викидач, привід якого здійснюється від важеля з роликком і копира. Вакуум-клапан може відводитися від вакуум-камери. Вакуум-регулятор забезпечує регулювання розрідження (залишковий тиск 34,6 МПа) у вакуум-камері.

Ротор клинчера (рис. 15.5) призначений для попереднього закатування банок. Він складається з верхнього корпусу, нижньої планшайби 1 і сполучної колони. Верхній корпус включає планшайбу 5 і кришку 7. У розточках планшайби встановлені шпинделі 9, несучі патрони і закатувальні вузли. Шпинделі отримують обертання від центрального валу 2. У середині порожнистого шпинделя переміщається по вертикалі штовхач 10. Кожен закатувальний вузол складається з осі, важелів, закатувальних 3 і віджимних 6 роликів. Останні котяться по копіюючому кулаку, внаслідок чого закатувальні ролики сходяться до центру банки і описують її контур. На нижній планшайбі встановлені підтискні столики, що обертаються, 13, призначені для підтиску банок до патронів і центрування.

Карусель закатувальна (рис. 15.6) призначена для закатування банок подвійним закатувальним швом. Корпус закатувальної каруселі складається з верхньої 4 і нижньою 1 частин, сполучених колоною 2. У верхній частині закріплені чотири шпинделі. Кожен шпиндель має зовнішній вал-шестерню 5, такий, що несе операційний кулак 7, порожнистий вал 8, призначений для кріплення планшайби 9, нерухому вісь 10 з патроном 11. У середині порожнистої осі 10 переміщається по вертикалі штовхач 13. У розточках планшайби 9 монтуються закатувальні вузли I і II операцій. Кожен закатувальний вузол складається з осі 3, важелів, закатувальних 12 і віджимних 6 роликів. Останні котяться по копіюючих кулаках, внаслідок чого закатувальні ролики описують

контур банки. Столик піджимний 14 призначений для підтиску і центрування банки на закатувальній каруселі. Переміщення столика уздовж осі здійснюється за допомогою повзуна з роликом і копіра.

Електроустаткування агрегату включає електродвигун (тип А02-42-4), електродвигун вакуум-насоса (тип А02-41- 4), вимикач пакетний, вимикач автоматичний, пускач магнітний, реле теплове, кнопкову станцію.

Переміщувані по транспортних пристроях банки поступають на приймальний транспортер агрегату, де їх потік організовується. По сигналу з магазину видається кришка, яка, пройшовши через маркувальну станцію, надівається на банку, і у такому вигляді банка з кришкою встановлюється на піджимний столик ротора клинчера, де робиться попереднє негерметичне закатування (клинчерование) банки. Після цього столик з банкою опускається, банка захоплюється подаючою (розгінною) зірочкою і спрямовується в кишеню клапана. Пройшовши клапан, банка подається у вакуум-камеру, де за допомогою зірочки встановлюється на піджимний столик закатувальної каруселі. Столик піднімається, притискає банку до патрона, після чого відбувається герметичне закатування банки роликми I і II операцій. Закатана банка зірочкою подається в гніздо клапана, який виводить її з камери. Далі видаючою зірочкою банка подається на транспортер агрегату.

Видаючий механізм (див. рис. 15.4) призначений для видачі закатаних банок з машини. Він складається з видаючої зірочки 3, транспортера 2 і що направляють, на яких встановлений лічильник для банок.

Привід машини складається з електродвигуна 4, клинопасової передачі і коробки швидкостей 5.

**Машини закатувальні для фігурних банок Б4-КЗК-88, Б4-КЗК-61 (ЗК10-0,3-63, ЗК12-0,3-63).** Машини закатувальні призначені для маркіровки, закатування і обліку наповнених фігурних бляшаних банок (ГОСТ 5981-71) у складі технологічних ліній рибоконсервних підприємств. Машина закатувальна безвакуумна Б4-КЗК-88 здійснює закупорення банок в звичайних атмосферних умовах, машина закатувальна вакуумна Б4-КЗК-61 — в розрідженій атмосфері. У агрегатному виконанні обидві машини здійснюють і наповнення, і закатування. Машина Б4-КЗК-61 може виготовлятися в трьох модифікаціях; без маркувального пристрою, з транспортером видачі банок, без маркувального пристрою і з транспортером видачі банок.

Закатувальні машини є уніфікованими автоматами. Основні вузли машин однакові. Частина вузлів і механізмів запозичена у машин для закатування скляної і бляшаної тари. Уся електрична частина машин виконана з урахуванням їх роботи в умовах морського тропічного і тропічного клімату і на плавучих заводах.

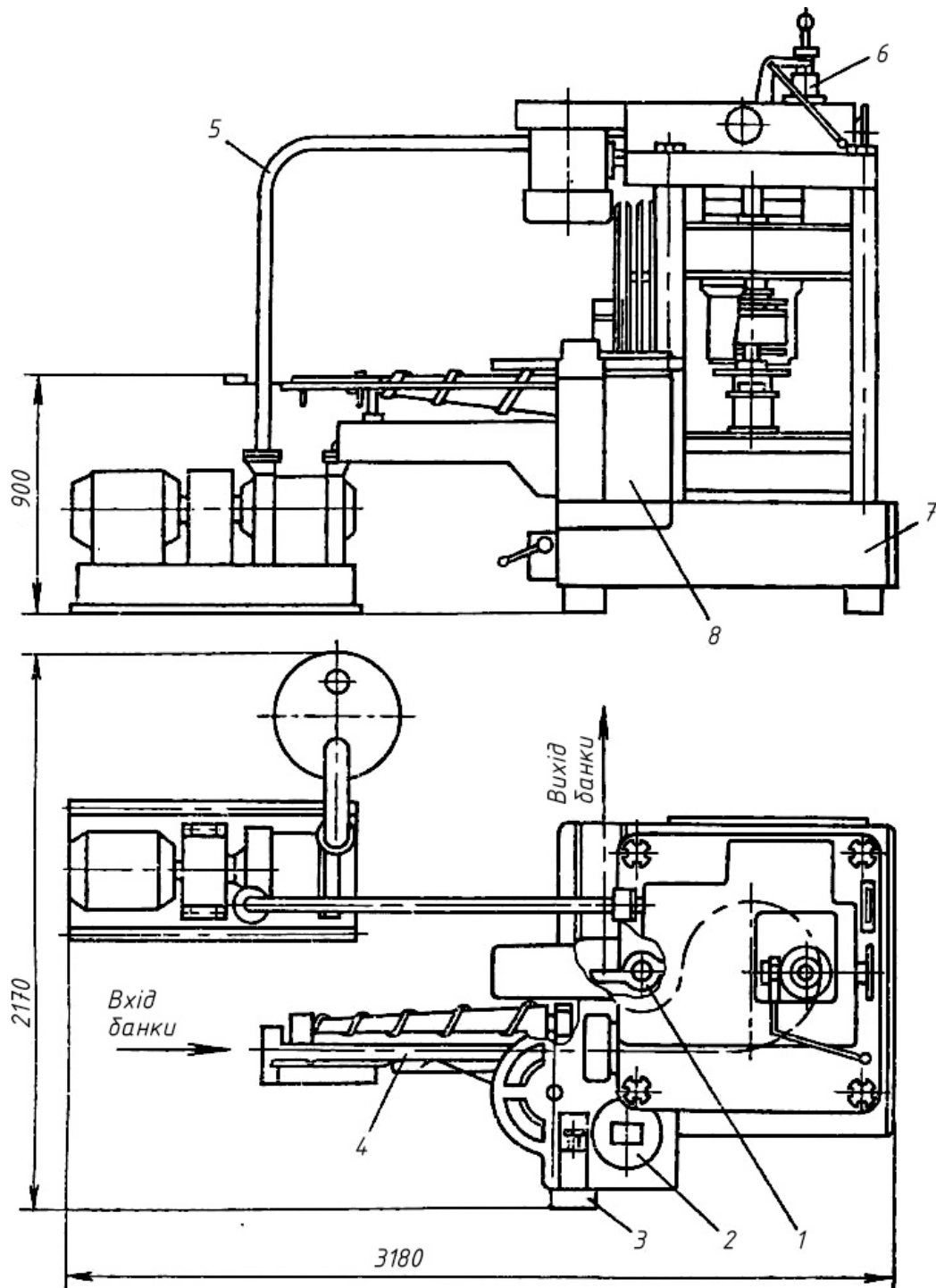


Рис. 15.7. Машина закатувальна для фігурних бляшаних банок Б4-КЗК-88:  
 1 – видаюча зірочка; 2 – магазин кришок; 3 – маркер; 4 – механізм прийому; 5 – вакуумна система; 6 – привод; 7 – станина; 8 – механізм подачі.

Машина безвакуумна (рис. 15.7) складається із станини 7, механізму прийому 4, механізму подачі 8, каруселі, видаючої зірочки 1, приводу 6, електроустаткування. Машина Б4-КЗК-88 відрізняється від машини Б4-КЗК-61 відсутністю вакуумної системи 5 і золотникового пристрою.

Будова і принцип роботи вказаних машин аналогічні.

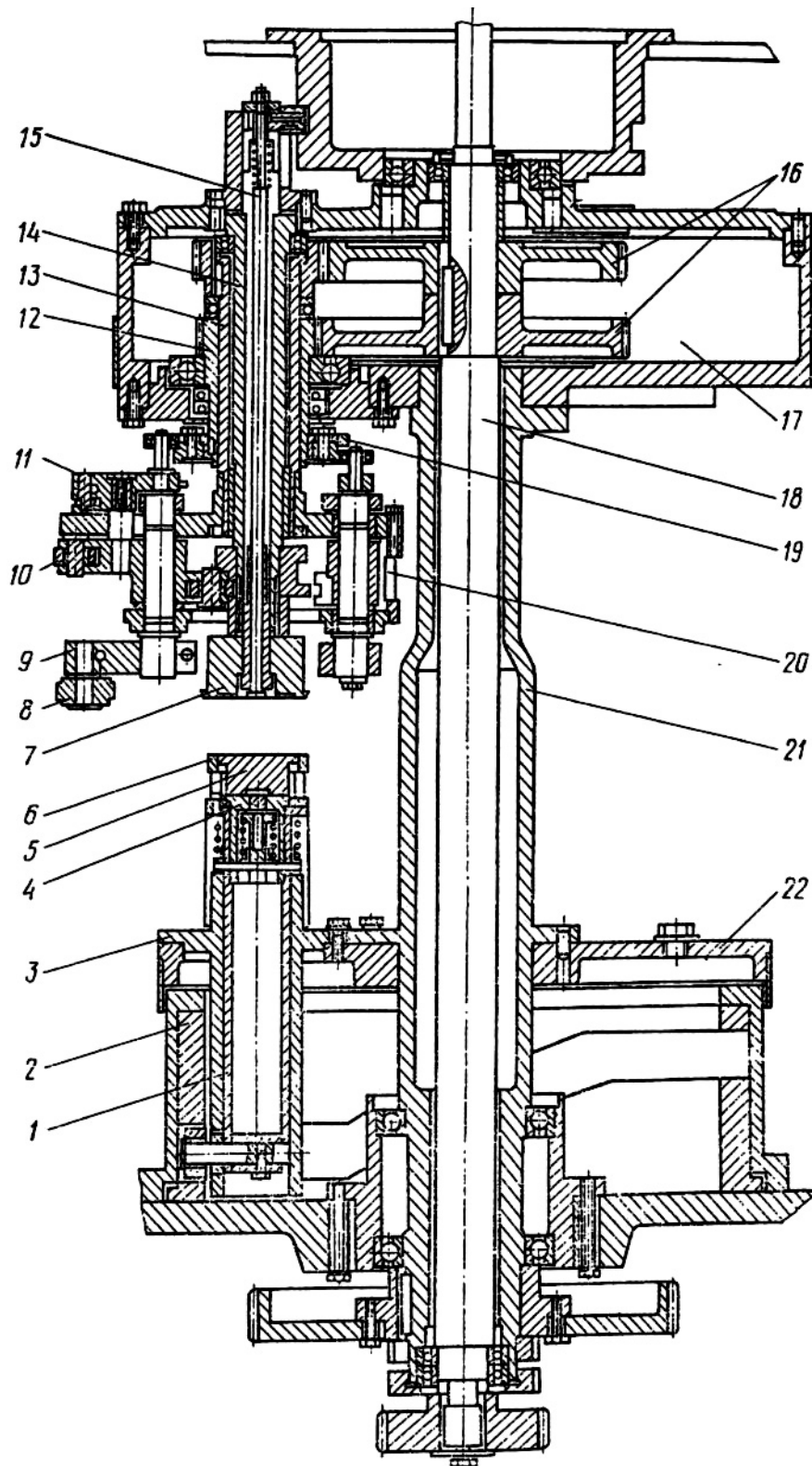


Рис. 15.9- Карусель закатувальна (у розрізі):

1 – повзун; 2 – кулак; 3 – корпус; 4 – склянка; 5 – стіл; 6 – центратор; 7 – патрон; 8 – закатувальні ролики; 9 – важелі; 10 – важелі; 11 – важільна система; 12 – вал-шестерня; 13 – порожнистий вал; 14 – вісь; 15 – штовхач; 16 – зубчасті колеса; 17 – верхній корпус; 18 – вал; 19 – копір; 20 – планшайба; 21 – колона; 22 – нижня планшайба.

Станини машин є закритими масляними ваннами з розміщеними в них деталями передач і основною частиною системи змащування. На верхній



площині станини укріплені стійки, що підтримують плиту, яка служить підставкою для головного приводу машини і корпусом верхньої опори каруселі. На верхній площині плити розміщений гальмівний пристрій, призначений для швидкої зупинки машини.

Механізм прийому 4 служить для прийому неорганізованого потоку банок і його організації. Механізм прийому складається з транспортера і шнека. Уздовж шнека натягнуто дріт, що виконує роль направляючої і оберігає банку від перевертання шнеком. У машинах універсального виконання з протилежною до заходу шнека боку розташовані підпружинені направляючі. За направляючими по ходу банки стоїть датчик-щуп системи блокування «немає банки — немає кришки».

Механізм подачі 8 служить для транспортування з одночасною орієнтацією банок і кришок і поданчі їх на столик закатувального механізму. Він складається з приводу, ланцюга з носіями, направляючими для кришок, магазину кришок 2 і маркера 3.

Магазин 2 механізму поданчі встановлюється на кронштейні так, щоб вісь його співпадала з віссю руху кришок уздовж направляючої. Магазин має накопичувач для кришок. У корпусі магазину обертаються три відсікачі з шнеками, які забезпечують видачу кришки для маркіровки і закатування.

З метою виключення підсакування виданої кришки при її падінні на направляючі під останніми встановлений постійний магніт, регульований по висоті.

Маркер призначений для маркіровки кришок і складається з двох маркувальних голівок: верхньої — пуансона і нижньої — матриці.

Карусель закатувальна (рис. 15.9) призначена для закатування банок подвійним закатувальним швом.

Карусель складається з верхнього корпусу 17 і нижньої планшайби 22, сполучених колоною 21. У корпусі на валу 18 встановлені зубчасті колеса 16, які приводять в обертання вал-шестерню 12 із закріпленим на ній операційним копіром 19 і порожнистим валом 13 із закріпленою на ній планшайбою 20. В середині нерухомої осі 14 встановлений штовхач 15, який за допомогою ролика і копіра здійснює зворотно-поступальний рух.

Планшайба 20 призначена для кріплення важелів дистанційних 10, закатувальних 8 роликів і важільної системи 11 операційного копіра 19. Важелі 9 затискаються на осі клемою, що дозволяє виставляти закатувальні ролики I і II операцій відносно патрона 7.

При обертанні планшайби 20 закатувальних роликів описують в просторі контур, що відповідає формі банки. Стіл підтискної каруселі призначений для подання банок в закаточний пристрій автоматів і центрування їх відносно закатувального патрона.

У корпусі 3 розміщений повзун 1 з роликом на кінці, який, рухаючись в пазу кулака 2, надає зворотно-поступальний рух повзунові і склянці 4. На верхній частині склянки жорстко закріплений стіл 5. Центратор 6 жорстко закріплений на повзунові 1. У верхньому положенні стіл 5 і склянка 4 під дією пружини

створюють кишеню між центратором 6 і столом 5; у нижньому своєму положенні поверхня столу стає урівень з поверхнею центратора.

Карусель машини Б4-КЗК-61 додатково до описаного включає вакуумні камери. Камера є корпусом, усередині якого розміщується закатувальний пристрій. На нижній частині корпусу закріплена кришка з підпружиненою склянкою, що забезпечує герметичне з'єднання з піддоном підтискного столу в процесі вакуумування.

Вакуумна система 5 (див. рис. 7) складається з водокільцевого вакуум-насоса ВВН-3, приводів, золотникового пристрою, вакуумних камер і вакуумметра електроконтакта. У камері створюється розрідження (залишковий тиск 34,6 МПа).

Золотниковий пристрій складається з верхньої (нерухомої) і нижньої (обертається разом з каруселлю) частин. Верхня частина золотника сполучена через гнучкі шланги з вакуум-насосом і піджата до нижньої частини пружиною.

Зірочка видаюча 1 (див. рис. 8) призначена для видачі закатаних банок з машини.

Привід 6 машин складається з електродвигуна, клинопасової передачі і двоступінчатої коробки швидкостей.

Електроустаткування машини включає електродвигун типу А02-41-6, вимикач пакетний, два магнітні пускачі, електромагніт і трансформатор.

Переміщувані по цехових транспортних пристроях лінії банки поступають на механізм прийому машини, де їх потік реорганізується. По сигналу від прийнятої банки з магазину видається кришка, яка поступає через маркувальну станцію, надівається на банку. Банка з кришкою встановлюється на піджимний стіл закатувальної каруселі. Стіл піднімається, притискає банку до патрона, після чого відбувається герметичне закатування банки роликami I і II операцій. Закатана банка видаючою зірочкою виводиться з машини.

## 15.2 Етикетувальні машини

*Етикетувальні машини* призначені для наклеювання етикеток на жерстяну і скляну консервну тару.

Етикетувальні машини класифікуються по ряду ознак:

по характеру переміщення тари - карусельні, лінійні;

за способом наклеювання етикетки - з важільним етикетоперенощиком, без нього, з вакуум-барабанним етикетоперенощиком;

по пристрою, що транспортує тару до місця наклеювання етикеток, - ланцюгові з водилом, шнекові.

*Машини для нанесення етикеток на жерстяну тару.* В етикетувальних машинах для жерстяних банок етикетка охоплює весь корпус з переходом одного кінця етикетки на іншій, тому вона відносно міцно утримується на корпусі. На корпус жерстяних банок можна наносити багатобарвні зображення літографічним способом.

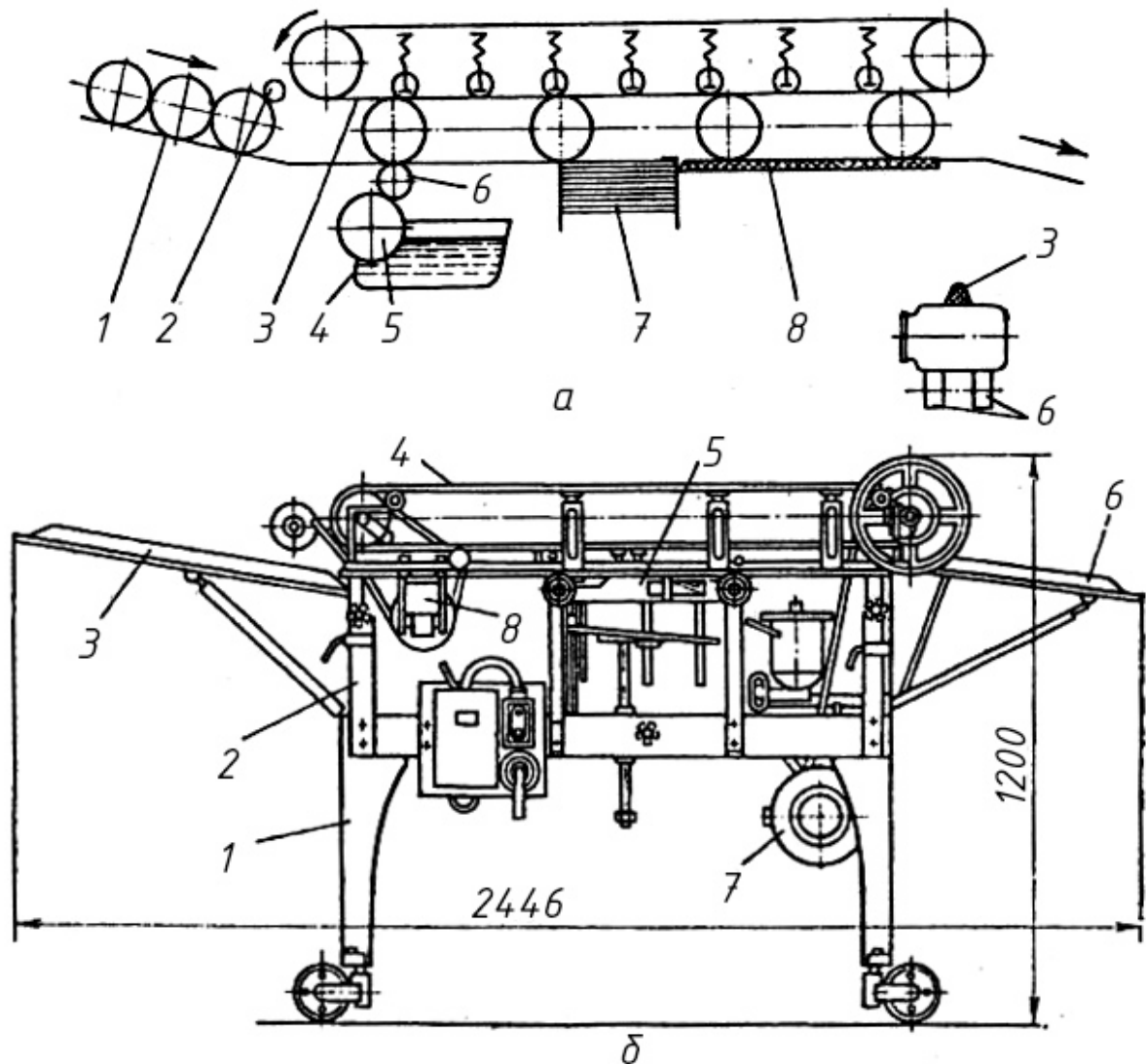


Рис.15.10. Лінійна етикетувальна машина з горизонтально розміщеною тарою:  
 а – схема (1 – лоток; 2 – позиціюючий механізм; 3 - клиновий ремінь; 4,5 – клейовий пристрій; 6 – ролик; 7 – магазин з етикетками; 8 – гумова накладка); б – загальний вигляд (1, 2 – станини; 3 – жолоб; 4 – пасовий транспортер; 5 – магазин етикеток; 6 – жолоб; 7 – електродвигун; 8 – клейова ванна).

В лінійних етикетувальних машинах (рис.15.10), в яких тара переміщається в горизонтальному положенні, етикетки наклеюються на циліндрову поверхню банки.

По лотку 1 в машину (рис.15.10, а) подається жерстяна тара. Проходячи повз механізм 2, який забезпечує певні інтервали між банками, консервна тара поступає під клиновий ремінь 3, який прокочує її над клейовим пристроєм 4 і 5 і над магазином з етикетками 7. Клей наноситься на банку у вигляді двох смужок за допомогою прогумованих роликів 6, дотичних до барабану, що обертається в клейовій банці. Товщина шару клею регулюється скребком, який пересувається мікрометричним гвинтом. Після повного обороту банки місця, змазані клеєм, підходять до етикетки. Етикетка навивається на банки. Коли банка прокочується між ременем 3 і накладкою 8 з губчастої гуми, етикетка розгладжується і щільно притискається до корпусу банки.

Технічна характеристика лінійної етикетувальної машини

Продуктивність, банок в годину	9000
Розмір банки, мм	
діаметр	72-110
висота	32-110
Швидкість руху ременя, м/с	1,88
Потужність електродвигуна, кВт	1
Габаритні розміри, мм	2446x560x1200
Маса, кг	214

Продуктивність етикетувальної машини (банок в секунду) можна визначити по формулі продуктивності фрикційних транспортерів

$$П = \nu_p / 2a ,$$

де  $\nu_p$  - швидкість руху ременів, що переміщують банки, м/с;  
 $a$  - відстань між центрами банок, м.

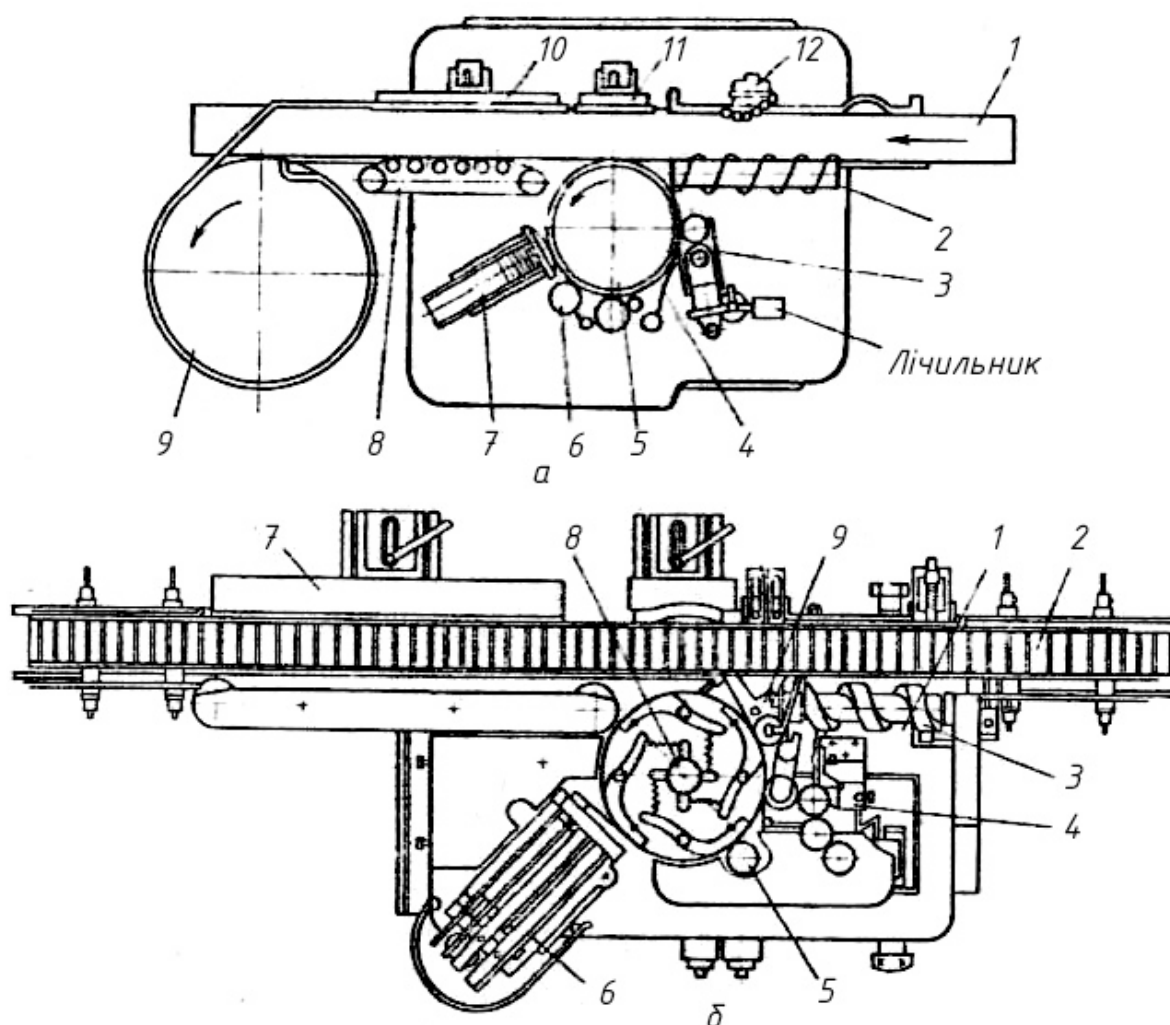


Рис. 15.11. Машина етикетувальна EP-2 з вертикально розміщеною тарою:  
 а – схема (1 – транспортер 2 – живлячий шнек 3 – клейовий ролик 4 – щуп 5 – обертовий циліндр; 6 – датуючий механізм 7 – механізм подачі етикеток 8 – ремені 9 – стіл 10 – гумова смуга 11 – гумова накладка 12 – щуп ); б – загальний вигляд (1 – станина; 2 – транспортер;

3 – шнековий пристрій; 4 – клейовий механізм; 5 – магазин для маркіровки; 6 – магазин етикеток; 7 – затискний пристрій; 8 – вакуумний барабан; 9 – щуп).

**Машини для нанесення етикеток на скляну тару.** Для роботи з скляною тарою найбільше застосовуються машини, в яких банки рухаються по прямій лінії, етикетки відділяються від стопки вакуум-захватами, змащуються клеєм і наклеюються на проходячу банку або скляний балон.

**Етикетувальний автомат ЕР-2.** На автоматі здійснюється нанесення етикеток розміром від 95×30 до 50×135 мм на циліндричну поверхню скляної тари місткістю 0,2 - 1 л.

Пластинчатий транспортер 1 автомата (рис.15.11, а) переміщує вертикально стоячу банку до дистанційного живлячого шнека 2. Перекинута або розбита банка до живлячого шнека не поступає, оскільки спрацьовує блокуючий пристрій і машина зупиняється. За допомогою щупа 12, що приводиться в дію банкою яка проходить повз живлячий шнек, забезпечується приєднання вакуумного захоплюючого пристрою до відповідного сегменту циліндра, що обертається, для етикеток. Етикетки утримуються на циліндрі за допомогою вакууму до тих пір, поки вони не будуть нанесені на банку.

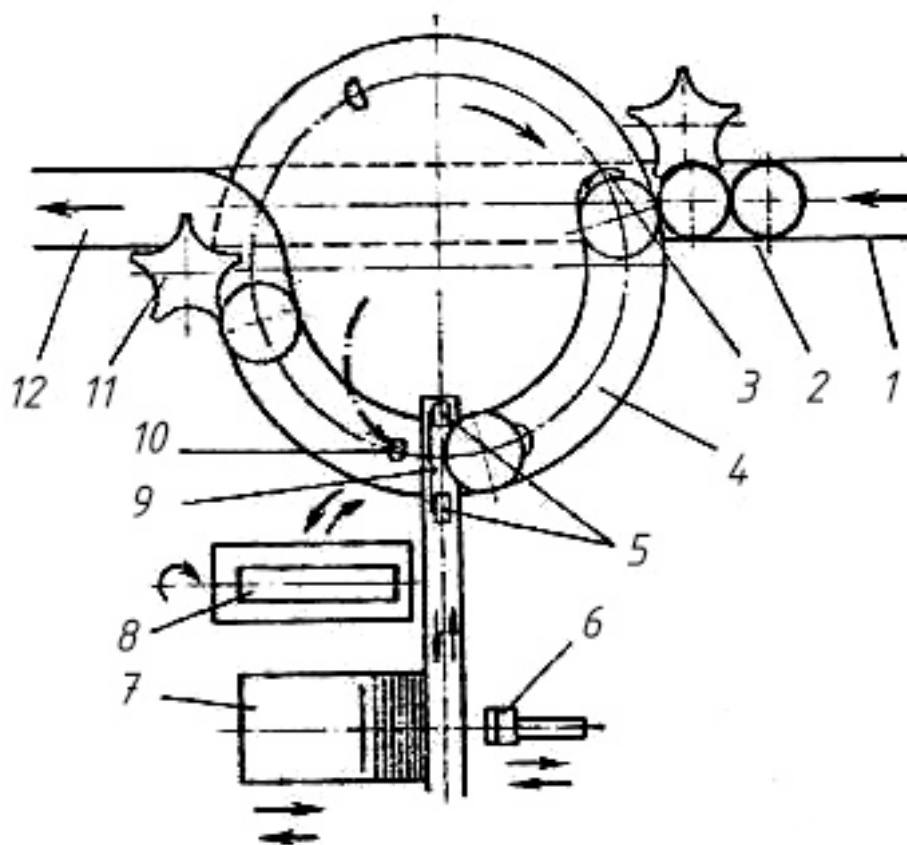


Рис. 15.12. Етикетувальна машина карусельного типу:

1 – транспортер; 2 – зірочка; 3 – штовхач; 4 – карусель; 5 – етикетопередавач; 6 – датувальника; 7 – магазина етикеток; 8 – клейовий вал; 9 – етикетка; 10 – притиск; 11 – зірочка; 12 – транспортер; ;

Для запобігання прилипання етикеток до клейового ролика механізму 3 служить об'ємний виловний механізм. Як тільки банка мине щуп, етикетка витягується з механізму 7. При переміщенні на циліндрі, що обертається, етикетка проходить повз датуючий механізм 6 і щуп 4, слідкуючого за наявністю етикетки і включаючого механізм для нанесення клею. Останній наносить на етикетку горизонтальні смужки клею. Подача клею регулюється скребком. Дотична з циліндром 5, що обертається, банка приводиться в обертання, під час якого на неї накатується етикетка. У момент накатування етикетки банка спирається на накладку 11 з губчастої гуми. Після накатки етикетки банка, продовжуючи обертатися, проходить між смугою губчастої гуми 10 і ременями 8. Обклеєні етикетками банки поступають на стіл 9.

Продуктивність етикетувального автомата 120 банок на хвилину. Габаритні розміри: 2715×905×1170 мм. Маса 935 кг.

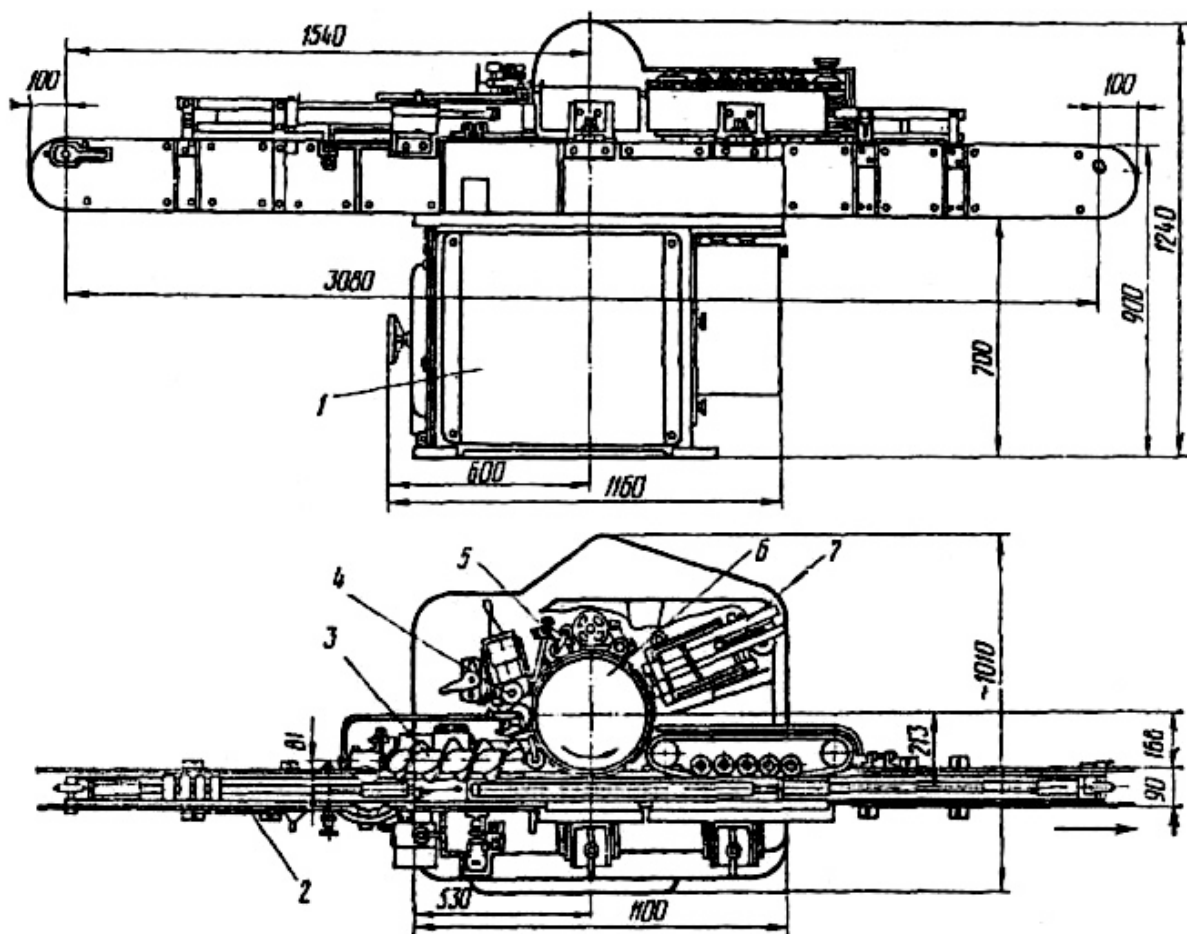


Рис.15.13. Етикетувальна машина ВЕМ:

1 – корпус; 2 – транспортер; 3 – шнек; 4 – клейовий механізм; 5 – пристрій для нанесення дати; 6 – вакуумний барабан; 7 – магазин етикеток.

**Карусельна етикетувальна машина.** Карусельні машини характеризуються невисокою продуктивністю, але забезпечують високу якість наклеювання однієї або декількох етикеток.

В машині карусельного типу з важільним етикетопередавачем (рис.15.12) банки приймальним транспортером 1 вводяться по одній (зірочкою 2) на карусель 4, де підхоплюються штовхачами 3 і переміщуються по дузі до етикетопередавача 5. При підході банки до етикетки 9 притиск 10, що рухається по копиру, притискує центр етикетки до банки, що підійшла. В такому положенні етикетка утримується притиском до тих пір, поки спеціальні щітки або ролики не притиснуть кінці етикетки, змазані клеєм, до банки.

Після відходу притиску банк зірочкою 11 передається на відвідну гілку транспортера 12. Звільнившись від етикетки, етикетопередавач 5 рухається до магазину етикеток 7. По шляху пластини етикетопередавача змащуються клеєм при допомозі клейового валу 8, що обертається.

В крайньому положенні проти магазину етикеток етикетопередавач зупиняється, на його пластини наклеюється етикетка і на зворотну сторону етикетки наносяться дата і шифр за допомогою датувальника 6. Потім етикетопередавач знову встановлюється на шляхи руху банок і цикл роботи повторюється.

Виникаючі внаслідок поворотно-поступального руху робочих органів інерційні сили обмежують продуктивність карусельних машин.

**Етикетувальна машина ВЕМ** (рис. 15.13) лінійного типу призначена для наклеювання етикеток на пляшки методом накатки. В якості переносника етикеток служить вакуумний барабан 6., що обертається.

Табл. 15.1. Технічна характеристика етикетувальних машин.

Марка	ВЕМ	ВЕВ
Продуктивність, пляшок в годину	3000...6000	6000...1200
Місткість пляшок, л	0,25-0,8	0,25-0,5
Розмір етикетки, мм		
висота	30-140	50-110
ширина	50-140	50-105
Число магазинів етикеток	1	2
Число переносників етикеток	6	6
Загальна потужність приводу, кВт	2,7	2,7
Габаритні розміри, мм		
довжина	250	3280
ширина	1010	1065
висота	1240	1290
Маса, кг	850	900

Етикетувальна машина ВЕВ має таку ж кінематичну схему, що і машина ВЕМ, але вона більш продуктивна і забезпечена двома магазинами для етикеток.

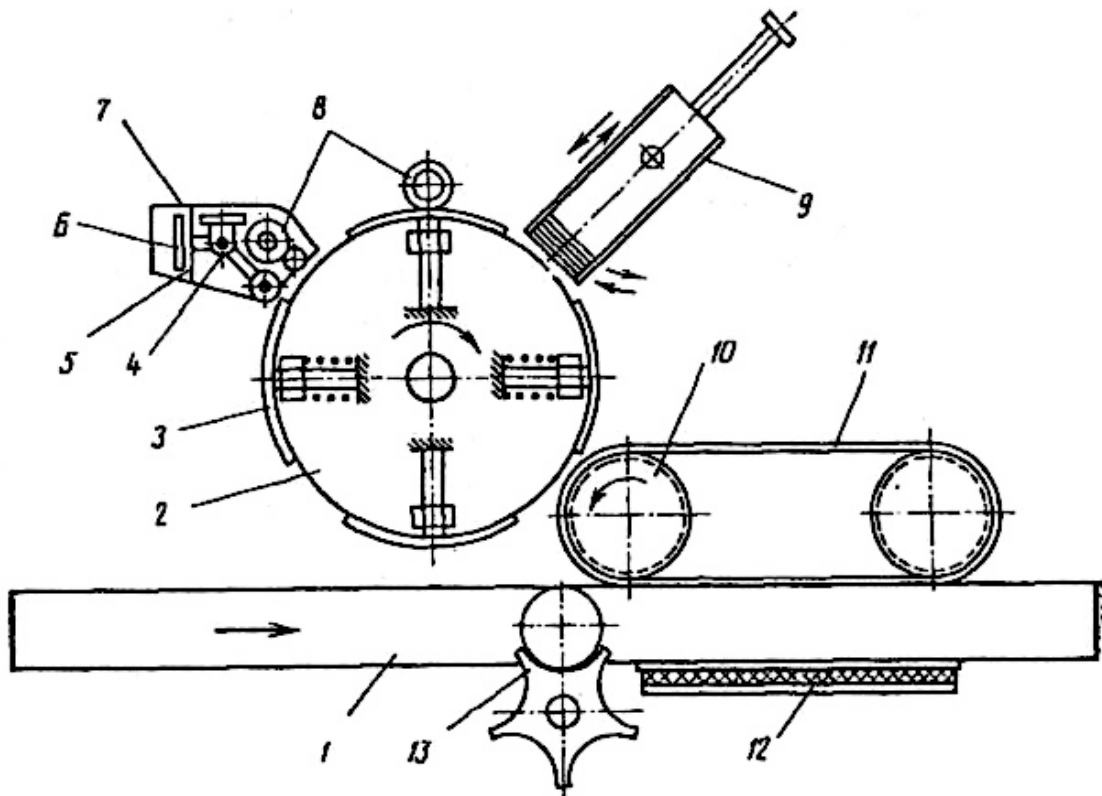


Рис.15.14. Етикетувальна машина з клейовим захватом:

1 – транспортер; 2 – барабан; 3 – накладка; 4 – камера; 5 – вал; 6 – ванна; 7 – шестірний насос; 8 – вал; 9 – магазин; 10 – вакуумний барабан; 11 – клинові паси; 12 – гумова накладка; 13 – сепаруюча зірочка.

**Машини з клейовим захватом.** Деяко відрізняються від лінійних етикетувальних машин машини з клейовим захопленням етикеток (рис.15.14). Банки поступають по транспортеру 1 до сепаруючої зірочки 13. Накладки 3 укріплені на барабані 2, що безперервно обертається. Клейовий пристрій складається з ванни 6 з клеєм і шестерного насоса 7, нагнітаючого клей в камеру 4, з якої він потім подається на вал 5. Товщина шару клею регулюється планкою. З валу 5 клей подається на проміжний вал і потім - на накладки 3 клейового барабану. Цифри датувальника змащуються фарбою за допомогою валу 8. З магазину 9, що коливається, етикетки передаються на накладки 3. Вакуумний барабан 10 знімає етикетки з клейових накладок і накатує їх на банки, які прокочуються між накладкою з губчастої гуми 12 і клиновими ременями 11. При цьому етикетки щільно притискаються і приклеюються до корпусу банки.

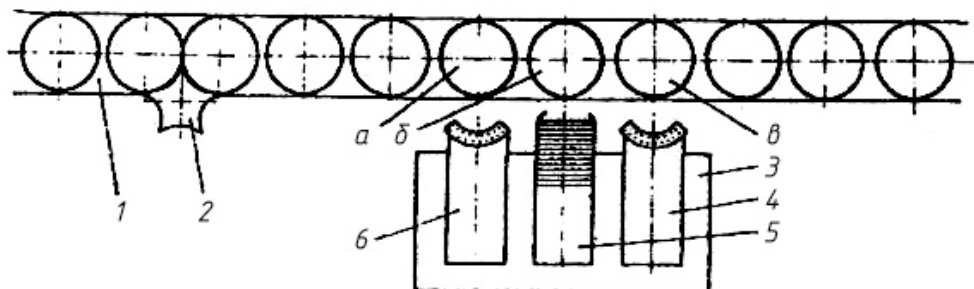


Рис.15.15. Етикетувальна машина з переривчасто-поступальним рухом тари.



### ***Машини для наклеювання етикеток на тару складної конфігурації.***

Нанесення етикеток на балони, коробки, ящики і тару складної конфігурації здійснюють машини лінійного типу з переривисто-поступальним переміщенням тари. Транспортер 1 такої машини (рис.15.15) рухається переривчасто, здійснюючи переміщення на величину ділянки, займаної одним предметом. Предмети розділяються за допомогою зірочки 2. У момент зупинки транспортера каретка 3 зі встановленим на ній клейовим механізмом 4, магазином етикеток 5 і притиском 6 підходить до тари. Одночасно каретка здійснює такі операції: змащує клеєм тару а, наносить етикетку на тару б і обтискає етикетку на тарі в. Число позицій з клеєм, етикетками і обтиском може бути збільшено, крок транспортера змінений і, отже, змінена продуктивність машини. На таких машинах можна одночасно наносити декілька етикеток з однієї або двох сторін виробу.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Принцип роботи автоматичної паровакуумної закатувальної машини АЗМ-3П.
2. Опишіть процес закатування банок у машині типу Б4-КЗК-77.
3. Особливості будови і принцип роботи закатувального вакуумного агрегат з клинчером Б4-КЗК-84.
4. Особливості будови закатувальної каруселі машини для герметизації фігурних бляшаних банок Б4-КЗК-88.
5. Наведіть класифікацію етикетувальних машин.
6. Принцип роботи лінійної етикетувальної машини з горизонтально розміщеною тарою.
7. Особливості нанесення етикеток на жерстяну тару.
8. Особливості нанесення етикеток на скляну тару.
9. Принцип роботи етикетувальної машини карусельного типу.
10. Особливості наклеювання етикеток на тару складної конфігурації.

## Література

1. Гладушняк, О. К. Технологічне обладнання консервних заводів : підручник / О. К. Гладушняк. – Херсон : Видавець Грінь Д.С., 2015. – 348 с.
2. Гончаренко, Г. М. Технологічне обладнання консервних та овочепереробних виробництв : довідник–навч. посібник / Г. М. Гончаренко, В. В. Дуб, В. В. Гончаренко. – Київ : Центр навчальної літератури, 2007. – 304 с.
3. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції : підручник / О. В. Богомолів та ін. ; під ред. О. І. Шаповаленка, О. М. Сафонової. – Харків : Еспада, 2008. – 544
4. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник / О.В. Дацишин, О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач; За ред.. О.В. Дацишина – К.: Мета, 2003. – 288 с.
5. Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Сердюк М.М. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. Посібник. К.: Вища освіта. 2006. 479 с.
6. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов. І.О.– Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2000 .– 406 с.
7. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Вінниця; Нова книга. 2001. 576с.
8. Теличкун В.І., Таран В.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г. Технологічне обладнання харчових виробництв. Курс лекцій. – К. : НУХТ, 2014. – 240 с.
9. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. Процеси та апарати жаріння харчових продуктів. Навчальний посібник. – Харків: Харківська державна академія технології та організації харчування (ХДАТОХ), 2000. – 332 с.
10. М.М.Шинкарик, В.Я.Ворощук, Л.В.Формазюк. Методичний посібник (частина І) до виконання лабораторних робіт з технологічного обладнання харчових виробництв.– Тернопіль: ТДТУ ім. Івана Пулюя, 1998.– 32с.
11. М.М.Шинкарик, В.Я.Ворощук. Методичний посібник (частина ІІ) до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологічне обладнання галузей харчових виробництв".– Тернопіль: ТДТУ ім. Івана Пулюя, 1999.– 32с.
12. М.М.Шинкарик, В.Я.Ворощук. Методичний посібник (частина ІІІ) до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологічне обладнання галузей харчових виробництв".– Тернопіль: ТДТУ ім. Івана Пулюя, 1999.– 20с.
13. Мирончук В.Г., Орлов Л.О. та ін. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

14. Черевко О.І., Маяк В.І., Маяк О.А. Розрахунок машин та апаратів харчових виробництв. Практикум. – Харків: Харківський державний університет харчування та торгівлі (ХДУХТ), 2005. – 223 с.: іл., табл.
15. Черевко О.І., Михайлов В.М., Кіптела Л.В. та ін. Розрахунок технологічного обладнання харчових виробництв. Навчальний посібник. – Харків: Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2018. – 305с.
16. Ялпачик В.Ф., Олексієнко В.О., Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О., Гвоздев О.В., Циб В.Г., Паляничка Н.О., Шевченко В.І., Борхаленко Ю.О., Буденко С.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. 196 с.
17. Процеси і апарати харчових виробництв : підруч. / [Малежик І.Ф., Ідиганков П.С., Немирович П.М., Марценюк О.С., Зав'ялов В.Л., Мирончук В.Г., Пушанко М.М. та інші] ; за ред. проф. І.Ф. Малєжика. К. : НУХТ, 2003. – 400 с.
18. Марценюк О.С. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О.С. Марценюк, Л.М. Мельник. – К. : НУХТ, 2011.–408 с.
19. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Підручник. — 2–е видання, доп. та випр. — Харків: Світ Книг, 2014. — 495 с.
20. Домарецький В.А., Калакура М.М., Романенко Л.Ф. та ін. Загальні технології харчових виробництв. Підручник. – Домарецький В.А., Шиян П.Л., Калакура М.М., Романенко Л.Ф., Хомічак Л.М., Василенко О.О., Мельник І.В., Мельник Л.М. – К.: Університет «Україна», 2010. – 814 с.
21. Перцевий В.Ф. та ін. Технологія продукції харчових виробництв. Навчальний посібник. – Перцевий Ф.В., Камсуліна Н.В., Колеснікова М.Б., Янчева М.О., Гурський П.В., Тішенко Л.М. – Харків: ХДУХТ, 2006. – 318 с.
22. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О., Орлова Є.І. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.

М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ  
КОНСЕРВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ  
*НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК*

Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання консервної промисловості: навч. посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 284 с.

**ISBN 978-617-7875-70-2**

Підписано до друку 14.9.2023. Формат 60×90, 1/16.  
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.  
Умовно-друк. арк. 12.9. Наклад – 100 прим.  
Замовлення № 26102025  
\*\*\*\*\*

Друк ФОП Паляниця В. А.  
Свідоцтво ДК №4870 від 20.03.2015 р.  
м. Тернопіль, вул. Б. Хмельницького, 9а, оф.38.  
тел. (0352) 528–777.