



**НАВЧАЛЬНІ
ВИДАННЯ**

**Сарана В.В., Василів В.П.,
Бурова З.А., Муштрук М.М.,
Жеплінська М.М., Слободянюк Н.М.**

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Підручник

Частина 2

**Київ
2024**

УДК 67.05:637.56(075.8)
Т 38

Рекомендовано вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (Протокол № 10 від 27 березня 2024 р.)

Рецензенти:

Піддубний В.А., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету;

Кривопляс-Володіна Л.О., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри мехатроніки та пакувальної техніки Національного університету харчових технологій;

Лопатько К.Г., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Т 38 Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств: Підручник. Частина 2 / В.В. Сарана, В.П. Василів, З.А. Бурова, М.М. Муштрук, М.М. Жеплінська, Н.М. Слободянюк. – К. : НУБіП України, 2024. – 369 с.

ISBN 978-617-8368-03-6

В підручнику викладені сучасні способи і засоби механізованої переробки м'яса з урахуванням найновіших досягнень науки і техніки. Розглянуто конструкції, принцип дії, технологічне застосування та інженерні розрахунки технологічного обладнання м'ясопереробних підприємств.

Видання розраховане для підготовки студентів у вищих навчальних закладах за спеціальностями: 181 – харчові технології, 133 – галузеве машинобудування, 208 – агроінженерія.

ISBN 978-617-8368-03-6

УДК 67.05:637.56(075.8)

© Сарана В.В., Василів В.П., Бурова З.А., Муштрук М.М.,
Жеплінська М.М., Слободянюк Н.М. 2024
© НУБіП України

ВІДОМОСТІ ПО АВТОРІВ



Сарана Віктор Володимирович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає на факультетах харчових технологій та управління якістю продукції АПК, механіко–технологічному. Науковий напрямок – оптимізація параметрів машин і обладнання для переробки с/г продукції; ресурсозберігаючі технології та відновлювальні джерела енергії у переробних виробництвах. Автор понад 100 наукових праць, в тому числі 3 статті у виданнях, що індексуються в наукометричних базах Scopus та Web of Science, 6 навчальних посібників, 4 монографії, 15 навчально-методичних видань, 1 патент України на винахід. E-mail: saranavv@ukr.net



Василів Володимир Павлович

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає на факультеті харчових технологій та управління якістю продукції АПК. Науковий напрямок – електрофізичні методи інтенсифікації обробки харчової сировини та напівфабрикатів. Автор понад 200 наукових праць, в тому числі 19 статей у виданнях, що індексуються в наукометричних базах Scopus та Web of Science, 6 навчальних посібників, 5 монографій, 15 навчально-методичних видань, 11 патентів України на корисні моделі. E-mail: vasiliv-vp@ukr.net



Бурова Зінаїда Андріївна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає на факультетах: харчових технологій та управління якістю продукції АПК; захисту рослин, біотехнологій та екології. Науковий напрямок – дослідження теплофізичних характеристик речовин та матеріалів, енергозбереження та енергоефективність. Автор понад 120 наукових і навчально-методичних праць, в тому числі 7 статей у виданнях, що індексуються в наукометричних базах Scopus та Web of Science, 6 монографій та 2 патенти України на винахід. E-mail: z_burova@ukr.net



Муштрук Михайло Михайлович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає на факультеті харчових технологій та управління якістю продукції АПК. Науковий напрямок – підвищення ефективності процесів переробки рослинних і тваринних жирів у біологічне паливо.

Автор понад 400 наукових праць, в тому числі 34 статті у журналах, що індексуються в наукометричних базах Scopus та Web of Science, 5 навчальних посібників, 10 монографій, 15 навчально-методичних видань, 107 патентів України на корисні моделі.

E-mail: mixej.1984@ukr.net



Жеплінська Марія Михайлівна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає на факультеті харчових технологій та управління якістю продукції АПК та гуманітарно-педагогічному факультеті. Науковий напрямок – дослідження процесів очищення соків цукрових і консервних виробництв. Автор понад 300 наукових праць, в тому числі 11 статей у журналах, що індексуються в наукометричних базах Scopus та Web of Science, 1 підручник, 3 навчальних посібники, 1 довідник, 6 монографій, 27 навчально-методичних

видань, 27 патентів України на корисні моделі та винаходи.

E-mail: jeplinska@ukr.net



Слободянюк Наталія Михайлівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає на факультеті харчових технологій та управління якістю продукції АПК. Науковий напрямок – удосконалення технології кормів для домашніх тварин. Автор більше 150 наукових і навчально-методичних праць, у т.ч. 14 статей у виданнях, що індексуються у наукометричних базах Scopus та Web of Science, 5 підручників, 3 навчальних посібники та 12 монографій, 25 патентів.

E-mail: slob2210@ukr.net

ЗМІСТ

стор.

ПЕРЕДМОВА	8
ЧАСТИНА II. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ, ОБРОБКИ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ТА УПАКОВКИ	9
РОЗДІЛ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ	9
13.1. Обладнання для ошпарювання	9
13.2. Обладнання для обпалювання.....	27
13.3. Інженерні розрахунки апаратів для ошпарювання	31
13.4. Запитання і завдання для самоперевірки	37
РОЗДІЛ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ	38
14.1. Апарати для ін'єкційного засолювання	40
14.2. Обладнання тендеризування м'яса	44
14.3. Обладнання для масажування м'яса.....	47
14.4. Обладнання для тумблерування м'яса	47
14.5. Інженерні розрахунки	56
14.6. Запитання і завдання для самоперевірки	59
РОЗДІЛ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ	60
15.1. Загальні положення	60
15.2. Апарати для обробки рідкими теплоносіями	61
15.3. Обладнання для обсмажування.....	66
15.4. Апарати для обробки газо- і пароподібними теплоносіями	70
15.5. Димогенератори.....	95
15.6. Інженерні розрахунки апаратів для термічної обробки	101
15.7. Розрахунок димогенератора	109
15.6. Запитання і завдання для самоперевірки	111
РОЗДІЛ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ	112
16.1. Теорія теплової обробки консервів	112
16.2. Стерилізатори періодичної дії	114
16.3. Стерилізатори безперервної дії.....	121
16.4. Стерилізатори з гідростатичним тиском.....	123
16.5. Інженерні розрахунки стерилізаторів	126
16.6. Запитання і завдання для самоперевірки	129

РОЗДІЛ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ	130
17.1. Відкриті котли	130
17.2. Автоклави.....	134
17.3. Комбіновані апарати	142
17.4. Вібраційні апарати	145
17.5. Інженерні розрахунки	147
17.6. Запитання і завдання для самоперевірки	154
РОЗДІЛ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ	155
18.1. Контактні сушильні установки	155
18.2. Конвективні сушильні установки	159
18.3. Інженерні розрахунки сушильних установок.....	171
18.4. Запитання і завдання для самоперевірки	184
РОЗДІЛ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ	186
19.1. Обладнання для охолодження.....	186
19.2. Льодогенератори	195
19.3. Обладнання для заморожування.....	207
19.4. Інженерні розрахунки	221
19.5. Запитання і завдання для самоперевірки	227
РОЗДІЛ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК	228
20.1. Валкові машини.....	228
20.2. Пластинчасті машини	238
20.3. Щіткові машини	239
20.4. Комбіновані машини.....	240
20.5. Потоково-механізовані ліній оброблення кишок.....	244
20.6. Інженерні розрахунки	251
20.7. Запитання для самоконтролю знань	254
РОЗДІЛ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ	255
21.1. Машинно-апаратні схеми ліній оброблення субпродуктів.....	255
21.2. Обладнання для оброблення субпродуктів	261
21.3. Інженерні розрахунки мийних машин барабанного типу	269
21.4. Запитання для самоконтролю знань	271
РОЗДІЛ 22. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УПАКОВКИ	272
22.1. Загальні положення.....	272
22.2. Обладнання для упаковки у газопроникну плівку.....	273
22.3. Обладнання для упаковки у газонепроникні плівки	275
22.4. Обладнання для упаковки в готові пакети.....	277
22.5. Обладнання для упаковки в термосформовані ємності	281
22.6. Обладнання для упаковки м'ясного фаршу та смальцю	285
22.7. Обладнання для упаковки заморожених сипких продуктів	290

22.8. Автомати для наповнення консервних банок	294
22.9. Закаточні машини.....	299
22.10. Етикетувальні машини	305
22.11. Етикетувальне обладнання для наклеювання самоклеючих етикеток	310
22.12. Обладнання для миття консервної тари.....	314
22.13. Обладнання для миття оборотної тари	317
22.14. Інженерні розрахунки	319
22.15. Запитання і завдання для самоперевірки	322
ЧАСТИНА ІІІ. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ	
ПІДПРИЄМСТВ	323
РОЗДІЛ 23. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ЗАБОЮ І ПЕРВИННОЇ	
ПЕРЕРОБКИ ТВАРИН.....	323
23.1. Технологічні комплекси забою і оброблення туш великої рогатої худоби.....	323
23.2. Технологічні комплекси забою і оброблення туш свиней.....	329
23.3. Технологічні комплекси забою і оброблення тушок птахів	335
РОЗДІЛ 24. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ВИРОБНИЦТВА	
КОВБАСНИХ ВИРОБІВ.....	339
24.1. Основи процесів виробництва ковбасних виробів	339
24.2. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва ковбасних виробів	344
РОЗДІЛ 25. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ВИРОБНИЦТВА	
КОНСЕРВНИХ ВИРОБІВ.....	346
25.1. Основи процесів і стадії виробництва м'ясних консервів	346
25.2. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва м'ясних консервів.....	348
РОЗДІЛ 26. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ	
НАПІВФАБРИКАТІВ	350
26.1. Технологічний комплекс виробництва котлетних виробів	350
26.2. Технологічні комплекси виробництва пельменних виробів.....	353
РОЗДІЛ 27. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ПЕРЕРОБКИ ТЕХНІЧНОЇ	
СИРОВИНИ І ВИРОБНИЦТВА СУХИХ ТВАРИННИХ КОРМІВ.....	360
27.1. Основи процесів і стадії переробки технічної сировини	360
27.2. Машинно-апаратурні схеми ліній переробки технічної сировини	364
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	367

ПЕРЕДМОВА

У підручнику «Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств» викладені сучасні способи і засоби механізованої переробки м'яса з урахуванням найновіших досягнень науки і техніки. У частині 2 підручника розглянуті конструкції, принцип дії, технологічне застосування та інженерні розрахунки технологічного обладнання для проведення тепломасообмінних процесів, обробки вторинної сировини та упаковки, а також наведено основні технологічні лінії м'ясопереробних підприємств.

Підручник складений у відповідності з програми дисциплін «Технологічне обладнання галузі» та «Проектування підприємств м'ясопереробної галузі». Призначений для використання студентами вузів відповідного профілю, а також може бути корисний працівникам м'ясопереробних комплексів та аспірантам.

Підручник написаний для студентів спеціальності 181 – харчові технології. Може бути також корисним для підготовки студентів за спеціальностями: 133 – галузеве машинобудування та 208 – агроінженерія.

Матеріал навчального посібника викладено з урахуванням Міжнародної системи одиниць SI, Єдиних систем конструкторської і технологічної документації (ЄСКД і ЄСТД), принципів гарантування безпеки харчових продуктів НАССР, міжнародних стандартів серії EN ISO 22000 «Системи управління якістю харчових продуктів», ISO/TS 22003 «Системи менеджменту для організацій, які здійснюють аудит і сертифікацію систем управління харчовою безпекою», ISO/TS 22004 «Системи менеджменту харчової безпеки: настанови із застосування ISO 22000:2005»; ISO 22005 «Простежуваність у кормових та харчових ланцюгах. Загальні принципи та основні вимоги щодо розроблення та запровадження системи» і повністю гармонізовані з Національним стандартом України ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи управління безпечністю харчових продуктів».

Окремі розділи підручника написали: розділи 13, 14, 20, 21 та загальне редагування – кандидат технічних наук, доцент Сарана В.В., розділи 22, 23, 24 – кандидат технічних наук, доцент Василів В.П., розділи 18, 19 – кандидат технічних наук, доцент Бурова З.А., розділи 15, 17 – кандидат технічних наук, доцент Муштрук М.М., розділи 16, 18 – кандидат технічних наук, доцент Жеплінська М.М., розділи 25, 26, 27, – кандидат сільськогосподарських наук, доцент Слободянюк Н.М. Автори з вдячністю приймуть зауваження і пропозиції щодо покращення змісту підручника.

Частина II. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ, ОБРОБКИ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ТА УПАКОВКИ

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

13.1. Обладнання для ошпарювання

Ошпарювання – тепловий процес, при якому поверхневий шар туші прогрівають на глибину залягання кореня щетини, волоса або очини пера, що призводить до розм'якшення шкіри і зменшенню сил зчеплення. Процес регулюють по кінцевій температурі поверхні туші і тривалості витримки при цій температурі.

Щоб визначити тривалість ошпарювання, використовують експериментальні дані, підтверджені виробничою практикою. Так, тривалість ошпарювання туш свиней при зануренні у воду становить: при температурі середовища 60...65°C від 3 до 4 хв, при 68...70°C – 1 хв, при 72°C – 0,25 хв. Збільшення часу витримки понад зазначеного призводить до коагуляції білка дерми і зростанню сил зчеплення. Відбувається так зване «переошпарювання».

Тушки сухопутної птиці ошпарюють при температурі води 52...54°C протягом 2,0...2,5 хв, качок – при температурі 63...66°C протягом 3 хв, гусей – при температурі 70...72°C протягом 2 хв. В якості теплопередавального середовища при ошпарюванні використовують гарячу воду і суміш пару. Обробку гарячою водою проводять зануренням у неї туші або зрошенням туші.

13.1.1. Обладнання для ошпарювання туш свиней

Для ошпарювання свинячих туш методом занурення в гарячу воду застосовують шпарильні чани, які можуть бути немеханізованими і механізованими. У цехах малої продуктивності використовують немеханізовані чани, в яких туші переміщують вручну веслом. У механізованих чанах туші переміщуються конвеєрами або іншими пристосуваннями наприклад, хитними рамами. Резервуари шпарильних чанів виготовляють, як правило, зі сталі, і з зовнішнього боку покривають шаром теплоізоляції. Щоб виключити можливість туманоутворення в приміщенні через випаровування води, відкриту поверхню чана обдувають гарячим повітрям, а отриману суміш пару відводять через зонд в систему вентиляції.

Ванни шпарильні (рис. 13.1) застосовують для попередньої шпарки субпродуктів. Ванни мають прямокутну форму з внутрішньою 4 з нержавіючої сталі і зовнішньою 2 з чорного прокату обшивки. Простір між ними заповнений теплоізоляцією 6. Геометрична місткість ванни становить 400 л.

Вода температурою 60...65° С підводиться в ванну через патрубок 3, а відводиться через патрубок 8. Для підігріву води і підтримки необхідної температури в ванні є барботер 1. Ванна розрахована на одночасне завантаження

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

чотирьох кошиків 7 місткістю до 45 кг кожна. Кошики прямокутні, зварні, з листової нержавіючої сталі, з перфорованими стінками. На торцевих поверхнях є цапфи, з'єднані з коромислом 5, призначеним для перенесення і перекидання кошиків при їх розвантаженні.

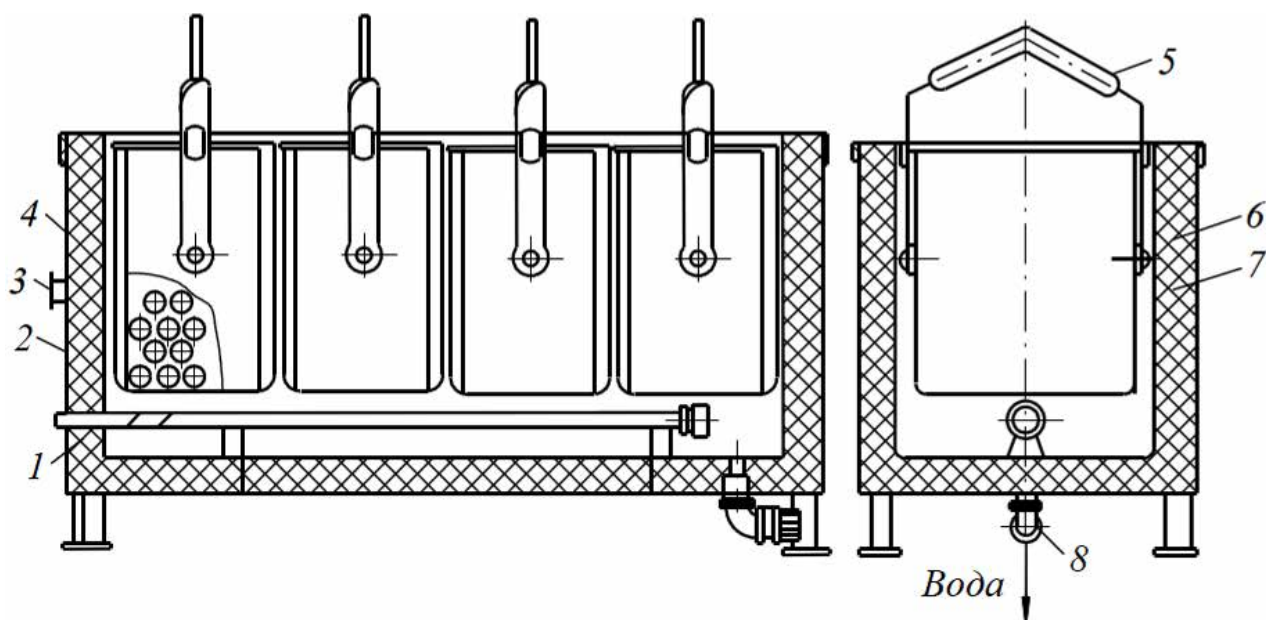


Рис. 13.1. Ванна шпарильна

Шпарильний чан ФШК (рис. 13.2) призначений для повного і часткового (при зніманні крупону) ошпарювання свинячих туш. Він складається з прямокутного резервуару 6, звареного із сталевих листів і посиленого каркасом 5. У середині резервуару встановлений конвеєр, що складається з двох замкнутих тягових ланцюгів 1, які мають крок 300 мм. Ланцюги забезпечені ходовими роликами 2, які перекочуються по нерухомих напрямних 4, прикріпленим до внутрішніх стінок резервуару. До ланцюгів за допомогою пластин прикріплені люльки 3.

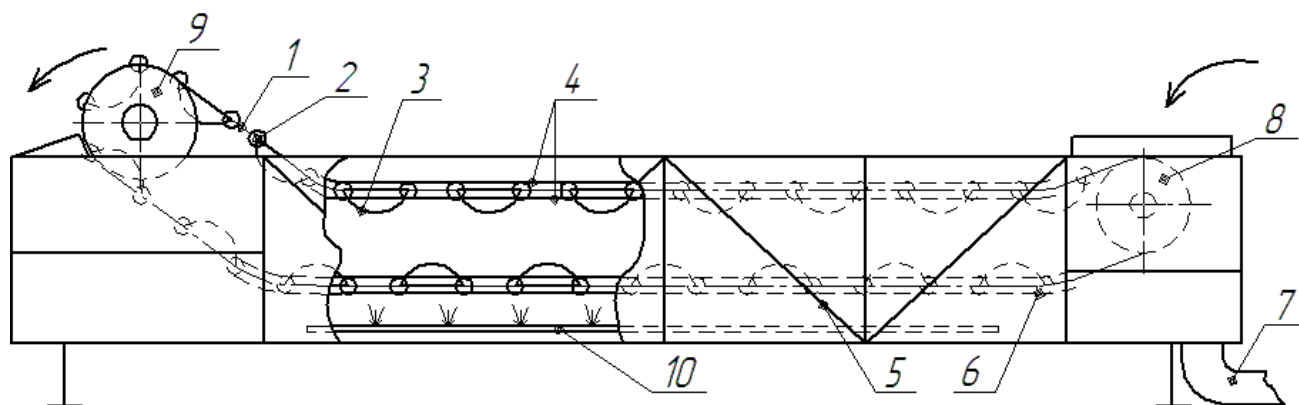


Рис. 13.2. Функціональна схема шпарильного чана ФШК: 1 – тяговий ланцюг; 2 – ходовий ролик; 3 – люлька; 4 – направляючі; 5 – каркас; 6 – резервуар; 7 – труба для зливу води; 8 – натяжна зірочка; 9 – приводна зірочка; 10 – барботажна труба з форсунками

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Для нагрівання води в резервуарі і підтримки заданої температури використовують гострий пар, що надходить через трубу 10 з форсунками, встановлених на дні. Температура води в межах 62...65°C регулюється терморегулятором, що складається з термодатчика і мембранного регулятора, що змінює витрати пари. Туші по рольгану подаються в люльки 3, де робочий орієнтує їх спиною вгору. У резервуарі встановлюють заданий рівень води, туші переміщуються конвеєром вздовж апарату і занурюються у воду. Робота шпарильного чана синхронізується з роботою скребмашини.

Продуктивність шпарильного чана ФШК до 100 туш за 1 год при тривалості ошпарювання 3...4 хв, швидкості руху транспортера від 0,014 до 0,22 м/с. Робоча довжина чана 2,09 м. Маса 4700 кг.

Для обробки туш свиней при неповному їх ошпарюванні із подальшим зніманням крупону в шпарильних чанах (рис. 13.3) може бути передбачено душовий пристрій, що складається з труб 1 із форсунками. В цьому випадку обробляється передня, задня та нижня частина туші.

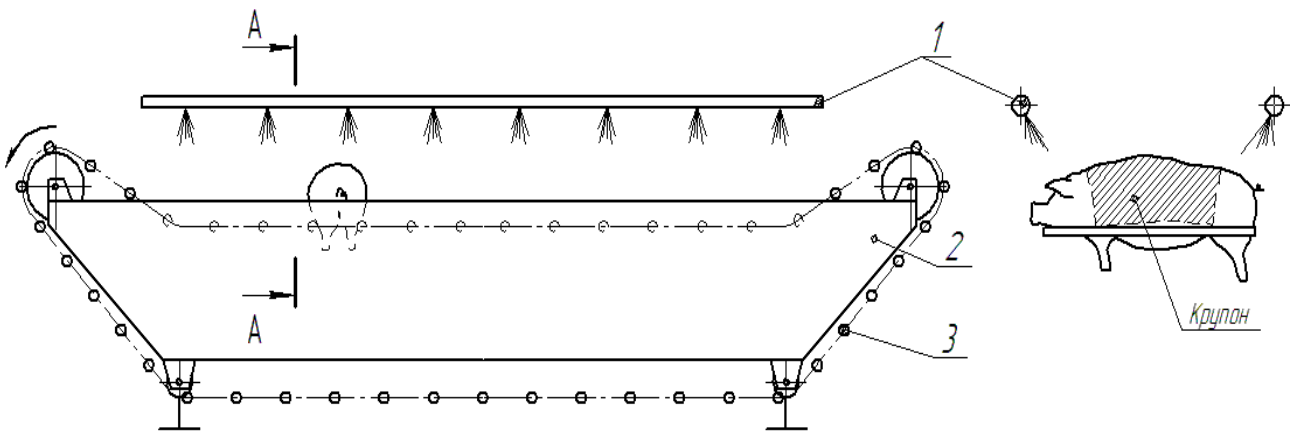


Рис. 13.3. Функціональна схема люлькового шпарильного чана для обробки туш із зйомкою крупону: 1 – трубопровід з двома рядами душових пристроїв; 2 – резервуар; 3 – ланцюг

Чан шпарильний К7-ФШ2-К (рис. 13.4) являє собою прямокутний резервуар 11 з товстолистової сталі, посилений каркасом 6. На каркасі змонтований конвеєр з люльками 9 для укладання туш, що піддаються на шпарення. Конвеєр переміщається по кутниковим напрямним шляхам, привареним до внутрішніх поверхонь бічних стінок резервуара 11, за допомогою приводу, розташованого під передньою стінкою резервуара на каркасі 6. Привід складається з електродвигуна 4 і редуктора 3, встановлених на плиті 22, забезпеченою захисним кожухом 21.

Пластинчастий ланцюг 1, що забезпечений роликами 2 і пластинами 10, за допомогою натяжного валу 12 і натяжної зірочки 13 переміщує оброблювані туші уздовж резервуара та за допомогою регулюючого пристрою 14 і фіксатора 15 забезпечує їх стабільний рух. На верхніх полицях каркаса є фіксуєчі пристрої

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

для утримання туш від спливання. Вода в душовий пристрій подається відцентровим насосом 18, встановленим на рамі 19 разом з електродвигуном 20.

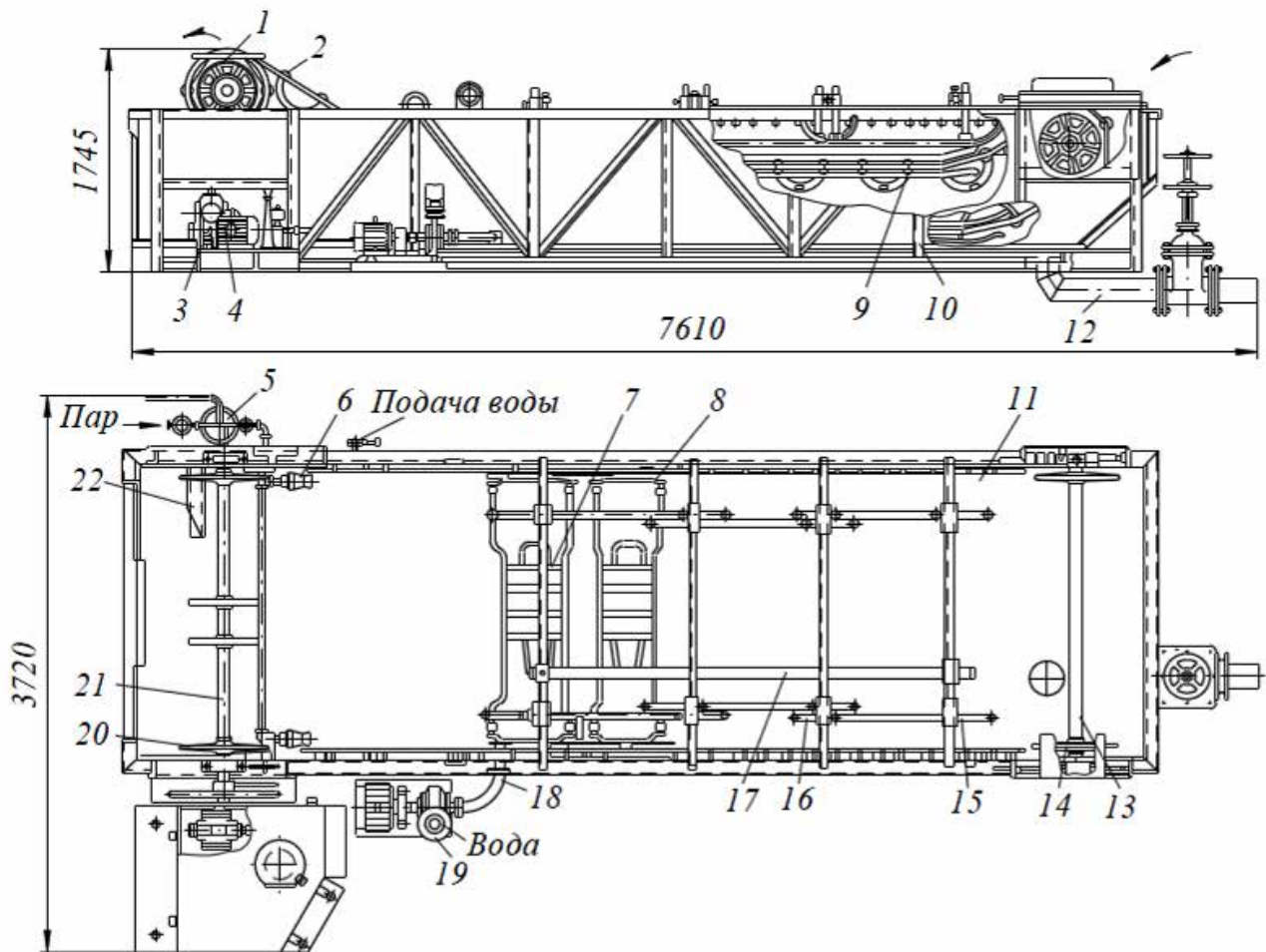


Рис. 13.4. Чан шпарильний К7-ФС2-К

Душовий пристрій складається зі зрошувальних 16 і сполучних 17 труб, сполучених з водонагрівником 8. На правій верхній полиці каркаса 6 встановлений механізм синхронізації, пов'язаний ланцюговою передачею з приводним валом 25 конвеєра та приводною зірочкою 24 за допомогою пальця 23. На правій бічній стінці резервуара знаходиться паропровід з мембранним механізмом 7 і регулятором 26 температури води в чані.

Для зменшення енергетичних витрати на привод конвеєра і полегшення санітарної обробки апарату використовують шпарильні чани (рис. 13.5) в яких холоста гілка конвеєра не занурюється у воду.

Шпарильний чан фірми МІТ АБ (Швеція) з конвеєром над резервуаром показаний на рис. 13.6. Туші в чані переміщуються конвеєром 4, встановленим над резервуаром 1 на стойках 7. Конвеєр складається з двох паралельних ланцюгів, з'єднаних сталевими прутками 12. По нормалі до прутків з кроком 0,9 м кріпляться сталеві стрижні 3, що утворюють камери.

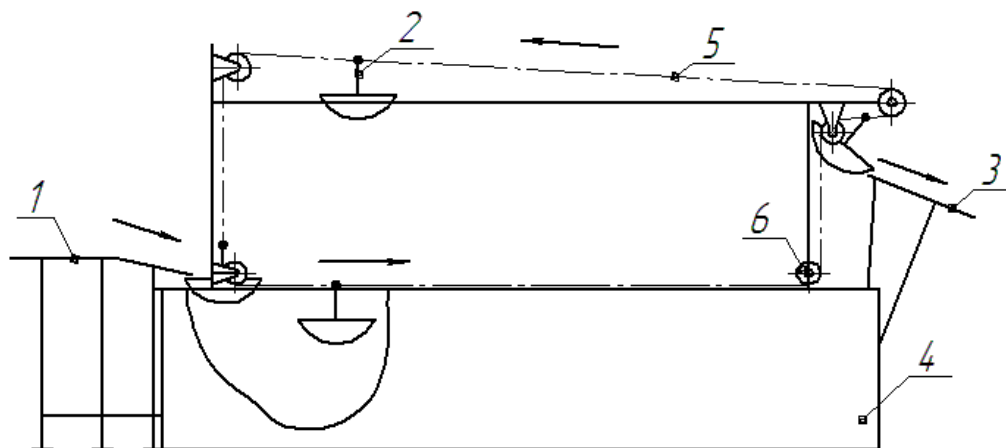


Рис. 13.5. Функціональна схема шпарильного чана з конвеєром, холоста гілка якого не занурюється у воду: 1 – стіл прийому туш; 2 – люлька; 3 – стіл розвантаження; 4 – резервуар; 5 – ланцюг; 6 – ролики

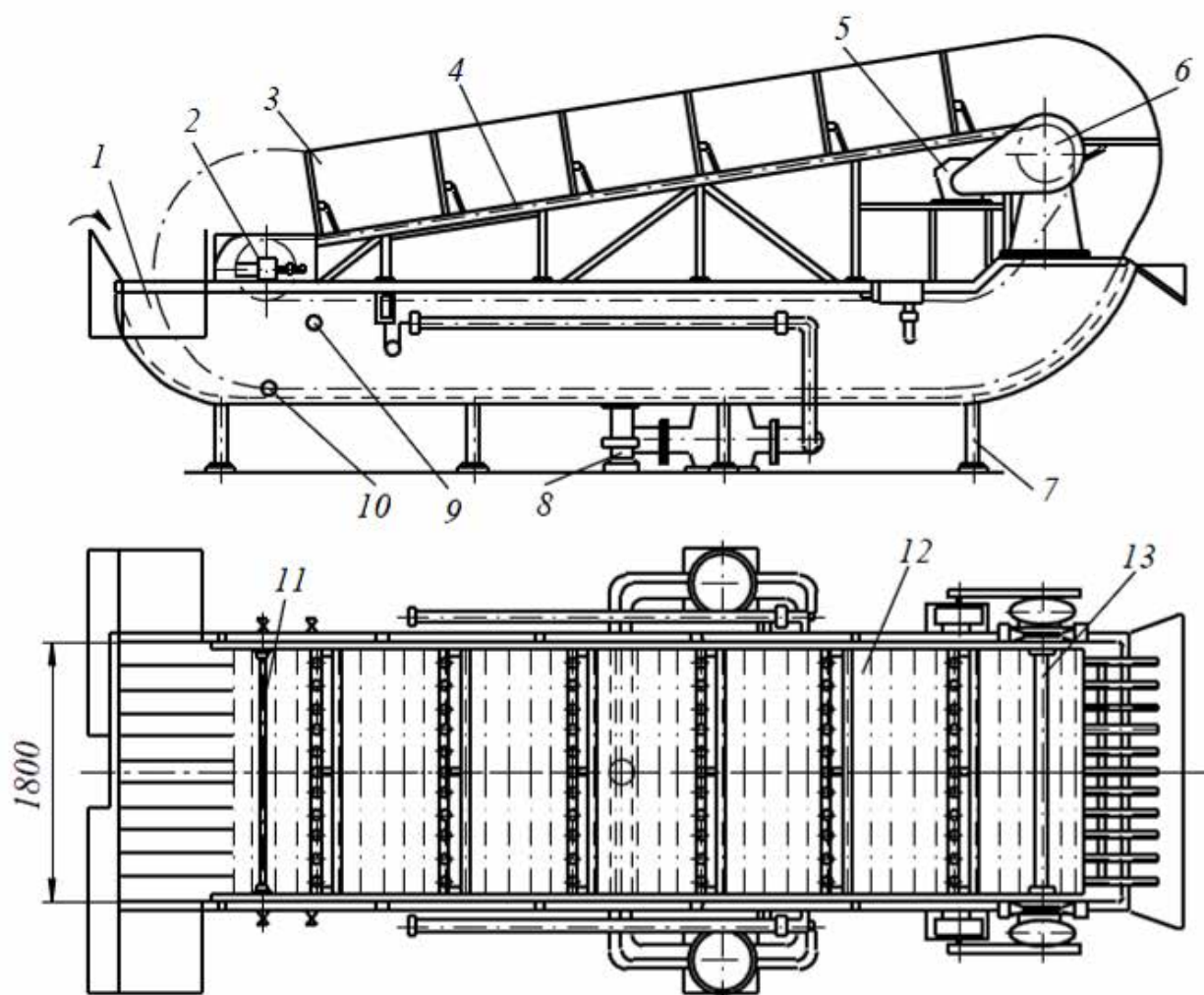


Рис. 13.6. Шпарильний чан фірми МІТ АБ (Швеція)

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Конвеєр 4 приводиться в рух від мотор-редуктора 5 ланцюговою передачею з натяжною станцією 2. Конвеєр закріплений на натяжному валу 11 і двома приводними зірочками 6, закріпленими на валу 13. В кожную камеру поміщають по дві туші свиней масою до 110 кг, і вони транспортуються під поверхнею води уздовж резервуара. Темп завантаження і вивантаження синхронізований з роботою машини для видалення щетини.

Воду подають через трубу 9 і в резервуарі нагрівають гострим паром, що подається по паропроводу 10, і далі її температура підтримується автоматично за допомогою датчиків температури, пов'язаних з регулятором витрати пари. Автоматично підтримується і рівень води в резервуарі за допомогою зливної труби 8.

У шпарильному чані фірми КСІ (Канада) (рис. 13.7) туші транспортуються підвісним просторовим конвеєром, який є продовженням конвеєра знекровлення. Туші в підвішеному стані на ділянці завантаження знижуються і потрапляють в бак. Для повного занурення туші проходять під утримуючими пластинами, що знаходяться нижче рівня води. Фіксує ланцюг, яким туша кріпиться до конвеєра, проходить по щілині між бічною стінкою резервуара і пластиною. У подібній схемі виключена операція зняття туші з конвеєра знекровлення, що знижує трудовитрати.

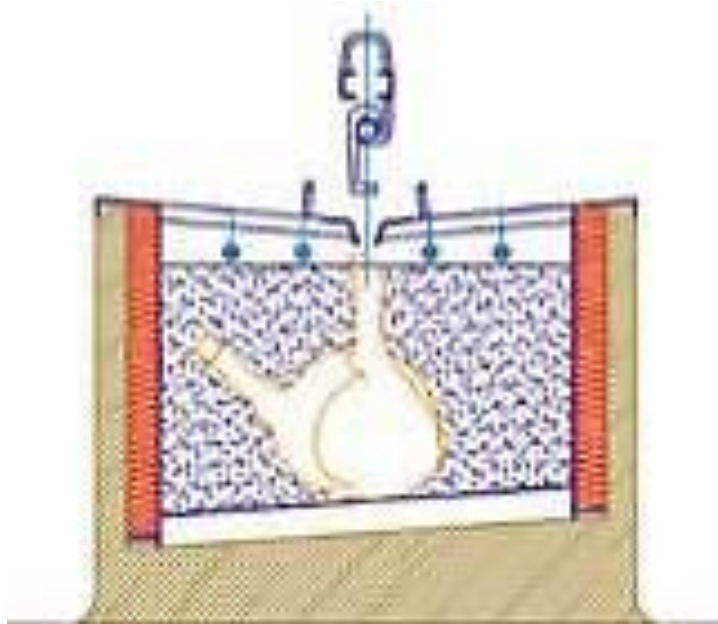


Рис. 13.7. Шпарильний чан фірми КСІ (Канада)

Роторний шпарильний чан фірми «Село» (Нідерланди) показаний на рис. 13.8. Він складається з прямокутного резервуару 5, в якому встановлений герметичний барабан 2.

Цапфи барабана закріплені в підшипникових опорах 4. На зовнішній поверхні обичайки барабана рядами похило приварені стрижні 3, що утворюють камери, в які механізмом завантаження 1 подаються туші (рис. 13.9, б).

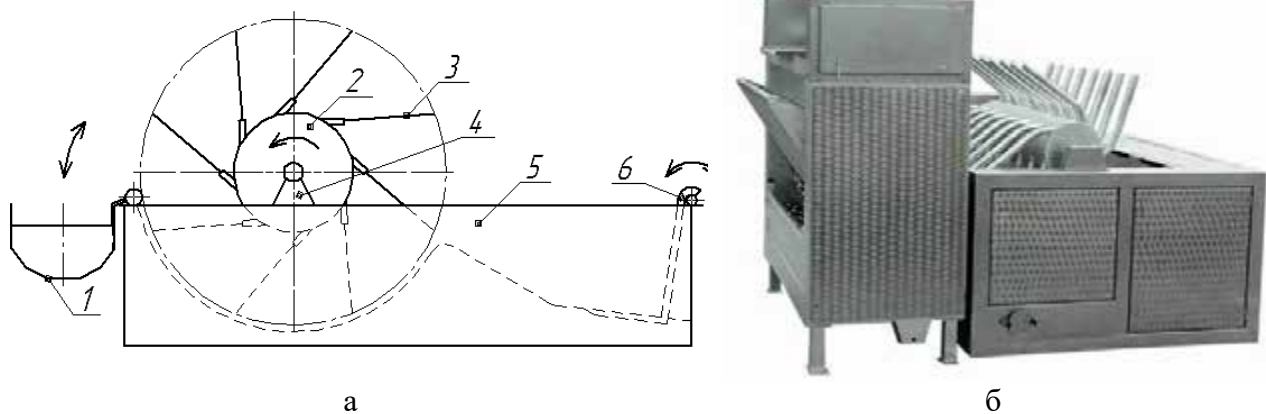


Рис. 13.8. Роторний шпарильний чан фірми «Село» (Нідерланди): а – схема: 1 – механізм завантаження; 2 – барабан; 3 – стержні; 4 – опора; 5 – резервуар; 6 – механізм вивантаження; б – загальний вигляд

Барабан обертається, і туша занурюється в гарячу воду (рис. 13.9, в), де витримується в процесі руху необхідний для ошпарювання час. Нахил стрижнів забезпечує надійне вивантаження туші з камери (рис. 13.9, г), і вона потрапляє на грати механізму вивантаження б.

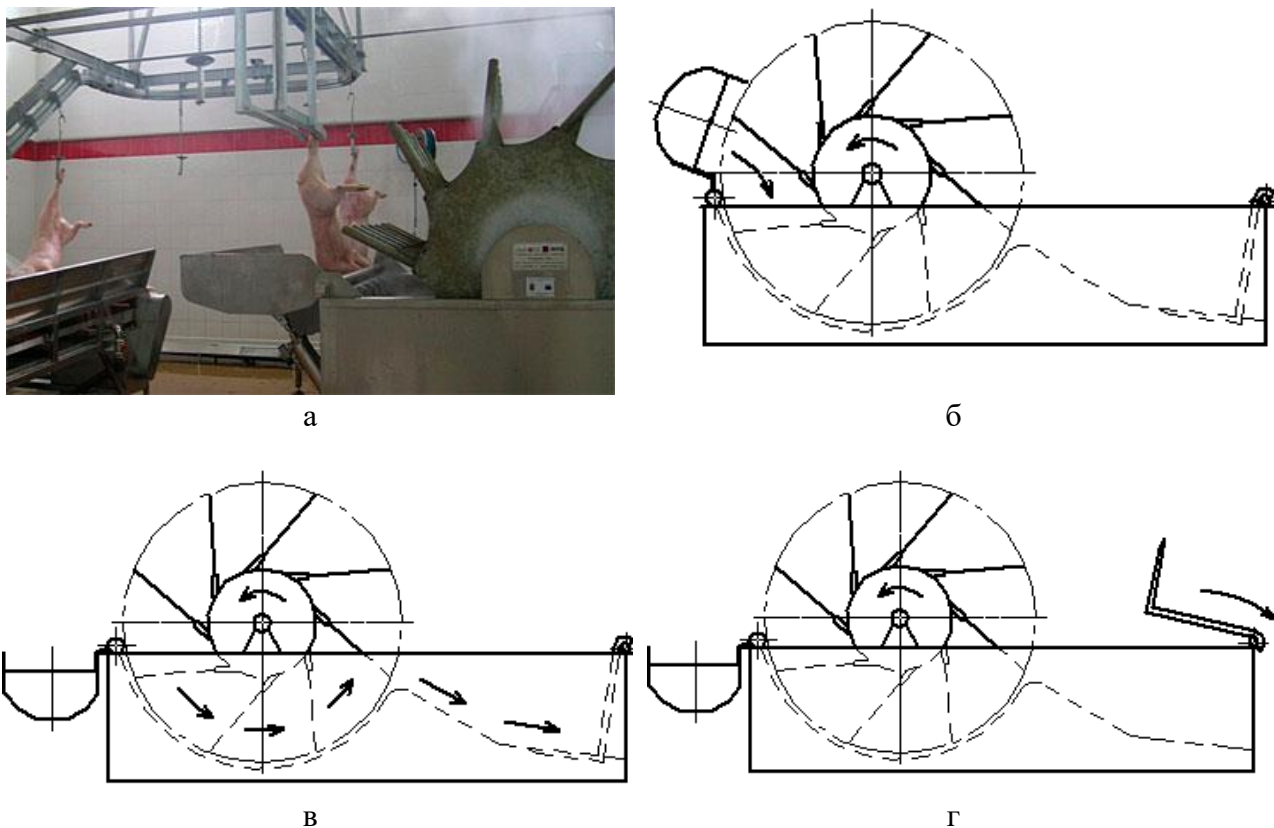


Рис. 13.9. Функціональна схема роботи роторного шпарильного чана: а – подача туш; б – завантаження туш в чан; в – ошпарювання; г – вивантаження туш

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Випускають роторні апарати різної продуктивності: від 40 до 200 голів за 1 год при тривалості ошпарювання 6 хв. При цьому відповідно змінюються зовнішній діаметр ротора – від 1,7 до 2,9 м, число камер від 8 до 20, потужність електроприводу від 1 до 5,5 кВт.

Пристрій нової конструкції для вертикальної шпарки туш свиней (рис. 13.10) містить стійки 1 з платформами 2, на яких встановлені електропривод 3 і зірочки 4, які взаємодіють з замкнутими ланцюгами 5 і 6. Швидкість обертання ланцюгів 5 і 6 синхронізована, і вони розташовані у взаємно паралельних площинах і через кульові опори 7 пов'язані з опорною рамою 8. Теплоізольована камера виконана у вигляді дзеркально встановлених обичайок 9 і 10, закріплених на рамі 8.

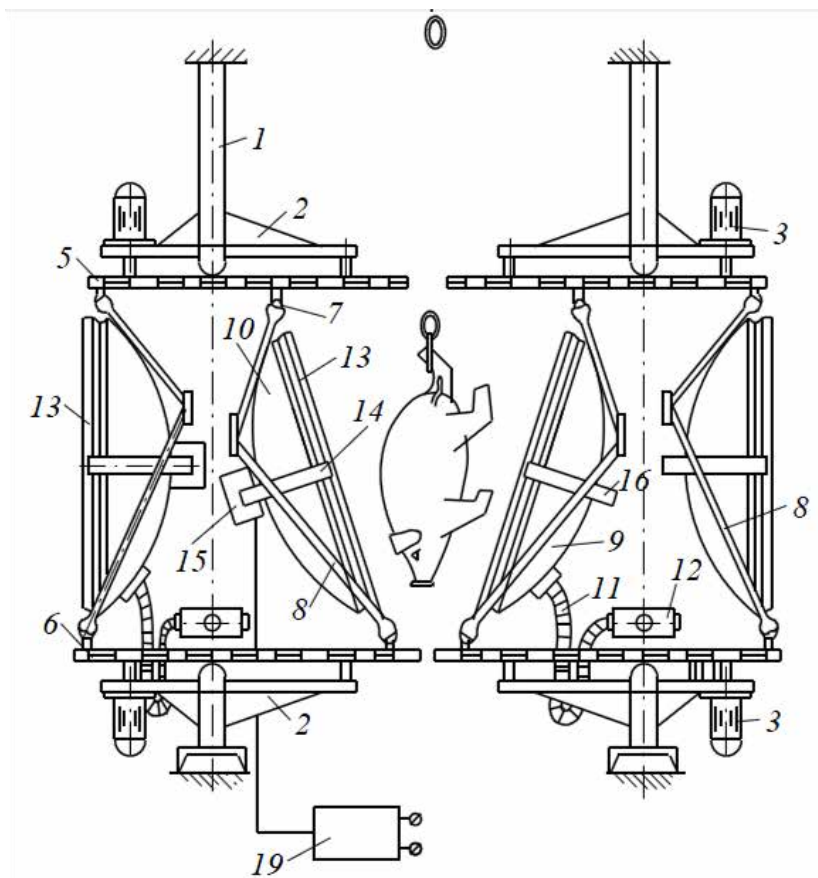


Рис. 13.10. Пристрій для вертикальної шпарки туш свиней

Пристрій для подачі теплоносія виконано у вигляді паророзподільника. Термостійка обичайка 9 через гнучкий трубопровід 11 і паророзподільник 12 пов'язана з парогенератором (не показаний). Для усунення витоків гарячого і підвищеної вологості повітря по периметру обичайок 9 і 10 закріплений гумовий кожух 13, в якому розміщені постійні магніти (не показані). Крім того, обичайки 9 і 10 по периметру також гофровані. Для забезпечення надійного контакту закритих обичайок передбачений електромагнітний замок, що включає муздрамтеатр 14 з котушкою 15, які закріплені на арматурі рами 8 обичайки 10. Магнітопровід 16 також закріплений на арматурі рами 8 обичайки 9.

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Для організації робочої і завантажувальної зон гілки ланцюгів 5 і 6 на вході зміщені щодо центральної лінії зірочками 4. Управління котушкою 15 електромагнітного замка, а також синхронізація обертання ланцюгів 5 і 6 здійснюються блоком 19 управління. Для видалення гарячого повітря підвищеної вологості з обичайок 9 і 10 перед їх відкриттям передбачається димосос (не показаний), який пов'язаний з паророзподільником 12.

Тварина з лінії знекровлення подається механізмом переміщення в зону з певним інтервалом завантаження, при цьому ланцюги 5 і 6 переміщуються з обичайками 9 і 10, і в момент завантаження обичайки 1 і 10 відкриті, а тварина знаходиться між ними в центрі.

У міру переміщення тварини обичайки 9 і 10 змикаються, при цьому рама 8 повертається в кульових опорах 7 через зміну траєкторії ланцюгами 5 і 6.

Блоком 19 управління подається напруга на котушку 15 електромагніту, що притягає пристрій 16 з обичайкою 9. Взаємне переміщення обичайок 9 і 10 можливо через кульових опор і відхилень гнучких ланцюгів 5 і 6. Магніти в гумовому кожусі 13 притягуються, забезпечуючи герметизацію внутрішнього простору, обмеженого обичайками 9 і 10. До моменту змикання обичайок 9 і 10 шестерні 17 ланцюгом 18 повертають паророзподільник 12. При цьому зволожене гаряче повітря від парогенератора за гнучким трубопроводом 11 подається в камеру з твариною, утворену обичайками 9 і 10. Процес шпарки закінчується на виході обичайок 9 і 10 з робочої зони, при цьому паророзподільник 12 з'єднує камеру димососом.

Блок 19 управління знімає напругу з котушки 15 електромагніту. Електропривод 3 ланцюгів 5 і 6, долаючи опір магнітів в гумовому кожусі 13, розмикає обичайки 9 і 10. Тварина подається на скребмашини, а обичайки 9 і 10 знову потрапляють в зону завантаження.

Пристрій для вертикальної шпарки туш свиней відрізняється тим, що, з метою скорочення витрати теплоносія, теплоізольована камера виконана у вигляді двох обичайок з електромагнітним замком, кожна обичайка по периметру забезпечена магнітами, а пристосування для подачі теплоносія виконано у вигляді паророзподільника, пов'язаного з однією з обичайок за допомогою гнучкого трубопроводу, при цьому обичайки встановлені з можливістю змикання і розмикання; відрізняється тим, що кожна обичайка по периметру виконана гофрованою.

Для ошпарювання зрошенням гарячою водою і пароводяною сумішшю застосовують шпарильні тунелі, в яких туші переміщуються в підвішеному стані підвісним конвеєром.

Шпарильний тунель фірми «Ланген» (Нідерланди) (рис. 13.11) збирають з окремих модульних секцій, число яких визначає продуктивність апарату. Секція ошпарювання 4 складається з теплоізольованого корпусу 14, у верхній частині якого проходить підвісний конвеєр 13. Уздовж тунелю встановлені ряди вертикальних 7 і горизонтальних 8 труб з форсунками, в які насосом 9 подається гаряча вода.

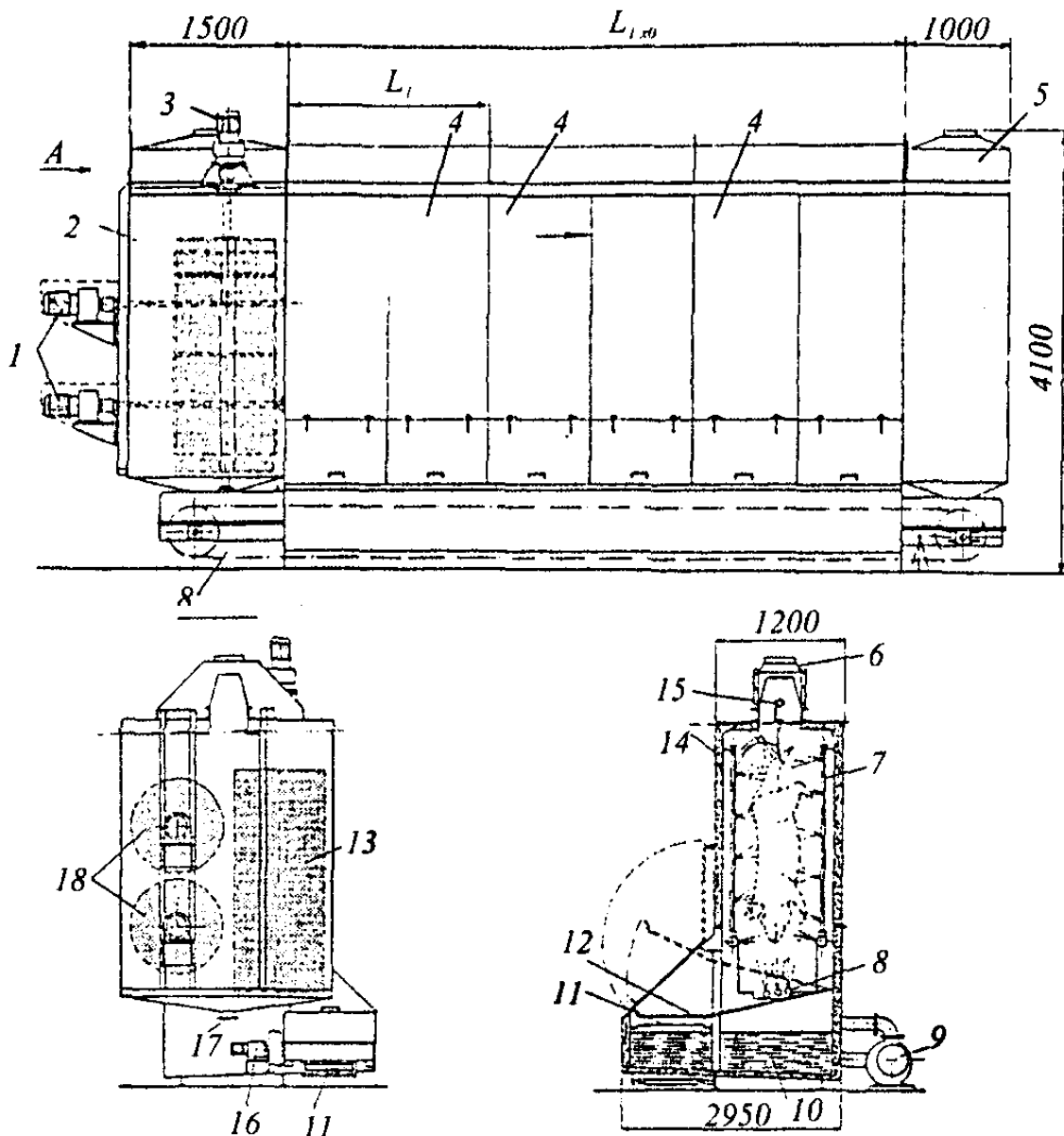


Рис. 13.11. Шпарильний тунель фірми «Ланген» (Нідерланди): 1,3 – мотор-редуктори, 2 – передня секція; 4 – секції шпарки; 5 – задня секція; 6 – витяжна труба; 7,8 – вертикальні і горизонтальні труби з форсунками; 9 – водяний насос; 10 – бак; 11 – фільтруючий конвеєр; 12 – піддон; 13, 18 – вертикальні і горизонтальні барабани з білами; 14 – корпус; 15 – підвісний конвеєр; 16 – привід фільтруючого конвеєра; 17 – патрубок для відведення забрудненої води

Забруднена вода з поверхні туш по піддону 12 стікає на металеву сітку фільтруючого конвеєра 11, що проходить через всі секції тунелю і виносить з апарату бруд і щетину, які накопичуються на сітці. Відфільтрована вода збирається в баку 10.

Для початкового нагріву води й підтримання її температури в процесі ошпарювання використовують глуху пару, що проходить через змійовики, встановлені в резервуарі. Заданий рівень температури підтримується автоматично, але може бути передбачене і ручне регулювання. Форсунки

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

високого тиску рівномірно подають воду на всю поверхню туші, в тому числі на задні ноги і голову. Велика швидкість струменів забезпечує ефективний теплообмін і високу швидкість нагріву. Останньому сприяє утворення дрібнодисперсних частинок (туману).

Кожна секція ошпарювання 4 автономна і має свою систему циркуляції з водяним насосом продуктивністю $1 \text{ м}^3/\text{год}$ із електродвигуном потужністю 11 кВт. Довжина секції 1 м. Передня секція 2 має автоматичні двері і дві пари барабанів з гумовими билами (вертикальні 13 і горизонтальні 18), оснащені приводами від мотор-редукторів 1 і 3. Задня секція 5 служить шлюзом, що перешкоджає втратам теплоти.

Тривалість ошпарювання в апараті 3...4,5 хв при температурі води 60°C . Продуктивність тунелю може бути різною – від 60 до 420 голів за 1 год при зміні числа шпарильних секцій від 3 до 13. При цьому загальна довжина тунелю змінюється від 6,2 до 17,2 м. Питома витрата електроенергії на одну тушу становить $0,53 \text{ кВт/год}$, питома витрата пари $3,9 \text{ кг}$.

Ошпарювання підвішених туш зрошенням виключає попадання води в легені та інші внутрішні органи туші. Крім того, вода постійно очищається від забруднень, що покращує санітарно-гігієнічні умови проведення процесу. Але при зрошенні коефіцієнт тепловіддачі нижче і більше витрата енергії, ніж при ошпарюванні зануренням.

Шпарильний тунель фірми «МІТ АБ» (Швеція) (рис. 13.12) призначено для ошпарювання пароводяною сумішшю.

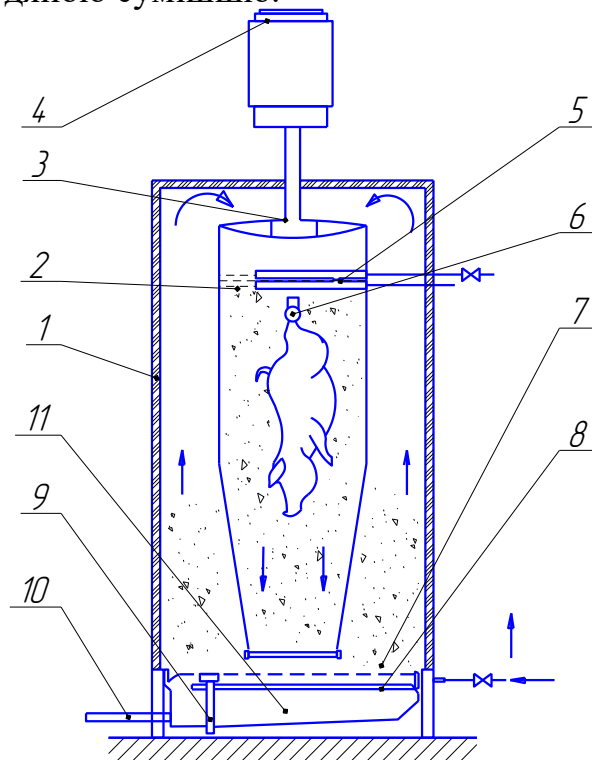


Рис. 13.12. Схема шпарильного тунелю фірми «МІТ АБ» (Швеція): 1 – зовнішній корпус, 2 – внутрішній корпус, 3 – вентилятор; 4 – електродвигун, 5 – конденсатор; 6 – конвеєр; 7 – решітка-фільтр; 8 – нагрівник; 9 – патрубок для зливу забруднень; 10 – патрубок для зливу води; 11 – бак для води

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

У зовнішньому теплоізовьованому корпусі 1 встановлено внутрішній корпус 2, в якому проходить підвісний ланцюговий конвеєр 6. У верхній частині внутрішнього корпусу розміщені вентилятор 3 і конденсатор 5. У нижній частині зовнішнього корпусу є бак 11, в якому встановлені нагрівники 8 для обігріву води глухим паром. Вода в баку кипить, утворені пари, вентилятором просмоктуються в бічні зазори між корпусами і подаються на холодні поверхні змішувика–конденсатора 5, де пар частково конденсується. Утворюється водяний туман, яким обдувається поверхня туші, в результаті чого досягається висока інтенсивність теплообміну. Волога осідає на поверхню туші і стікає на решітку–фільтр 7 і далі в бак 11.

Апарат для вертикальної конденсаційної шпарки фірми BANSS (Німеччина) наведено на рис. 13.13.

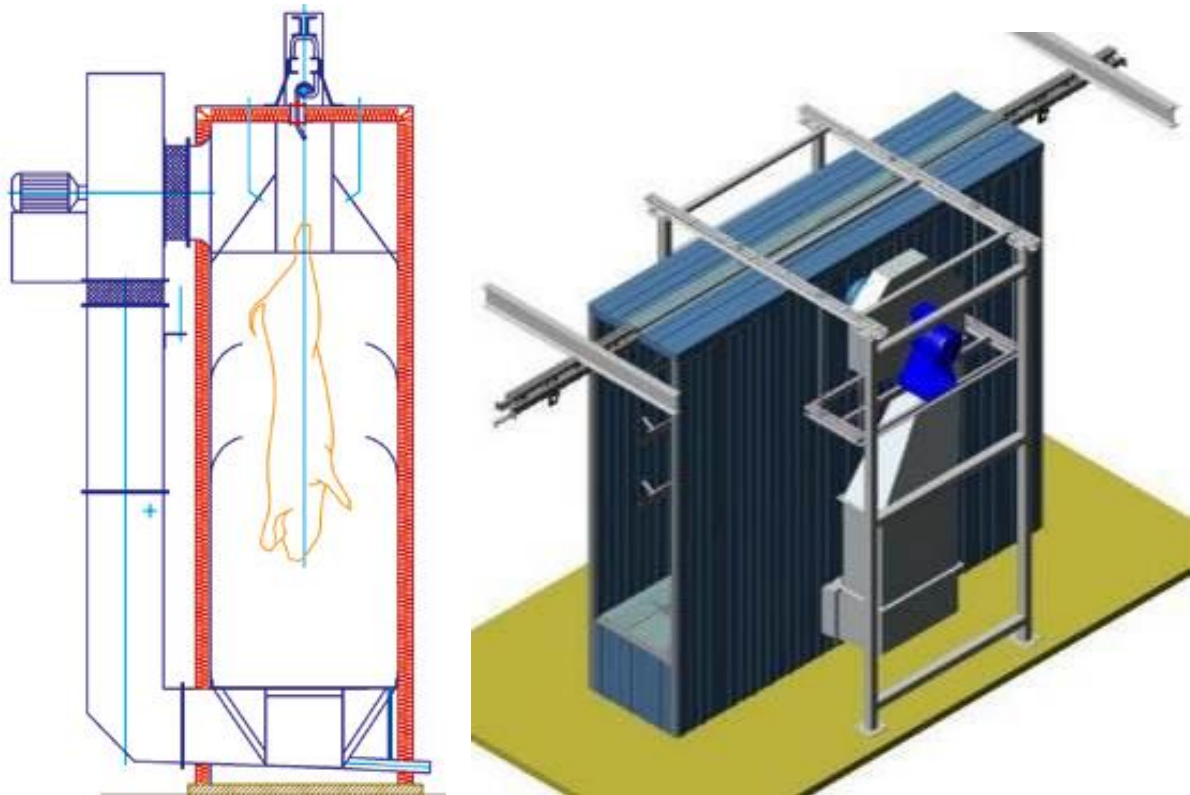


Рис. 13.13. Апарат для вертикальної конденсаційної шпарки фірми BANSS

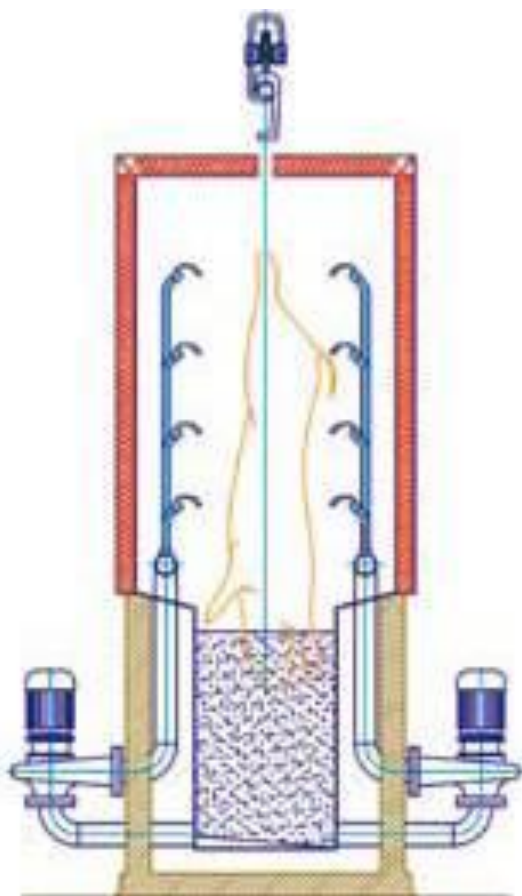
При даному способі шпарки на відміну від звичайного способу свині ошпарюють не водою, а вологим повітрям, нагрітим до 60...62°C. У підлозі шпарильного тунелю, який сконструйований за типом «сендвіч» і оптимально ізовьований, є прохідні баки з високоякісної сталі, а також різні повітроводи на внутрішніх стінах. Вентилятори відсмоктують повітря в верхній частині тунелю і переміщують його через розташовані зовні канали. Одночасно повітря зволожується під впливом пари і підігрівається. Вентилятори вдувають нагріте повітря в нижню частину тунелю. Повітроводи проганяють нагріте повітря через забійні туші, де міститься частина водяної пари, що конденсується і створюється

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

ефект опіку. Щоб уникнути небезпеки посиленою корозії всередині шпарильного тунелю транспортувальна система розташована зовні завдяки спеціальній запатентованій конструкції. Підвісний конвеєр проходить над корпусом тунелю, по стелі якого йде суцільна щілина для путових ланцюгів з гаками, яку загерметизовано смуговими щітками для блокування пари. Вхід і вихід з тунелю обладнаний спеціальними дверима, які забезпечують високу ізоляцію.

Регулювання і управління температурою здійснюється за допомогою повністю автоматичних приладів управління і регулювання. Продуктивність від 60 до 1200 свиней / год.

Ошпарювання в вертикальному шпарильному тунелі (рис. 13.14, а) відбувається водою в закритому і добре ізольованому корпусі. Вода з температурою 60...62°C в парильну камеру подається зі спеціальних розпилювачів (рис. 13.14, б). Потужні насоси воду з прогрітого паром бака подають під вмонтовану в тунелі розпилювальну систему. У комплекті з системою поставляється теплообмінний апарат. Для доброї ізоляції шпарильний тунель оснащений шлюзами та подвійними дверима для входу і виходу.



а



б

Рис. 13.13. Вертикальний шпарильний водяний тунель: а – схема; б – робоча камера з розпилювачами

13.1.2. Апарати для ошпарювання тушок птиці

Тушки птиці всіх видів ошпарюють зануренням у гарячу воду. Крім того, тушки водоплавної птиці можна обробляти в камерах пароповітряною сумішшю при температурі 80...85°C. Зануренням у гарячу воду проводять повне ошпарювання (коли обробляють всю поверхню тушки) або підошпарювання (коли додатково обробляють голови, шиї, кінці крил, в яких перо утримується найбільш міцно).

У шпарильних чанах на тушки направляють інтенсивні потоки гарячої води, які повинні рухатися проти напрямку росту і прилягання до шкіри оперення. Цим досягаються повне занурення тушок у воду і розпушення покриву з пір'я, що інтенсифікує теплообмін. Потоки води створюються осьовими насосами, схеми установки, яких наведено на (рис. 13.15).

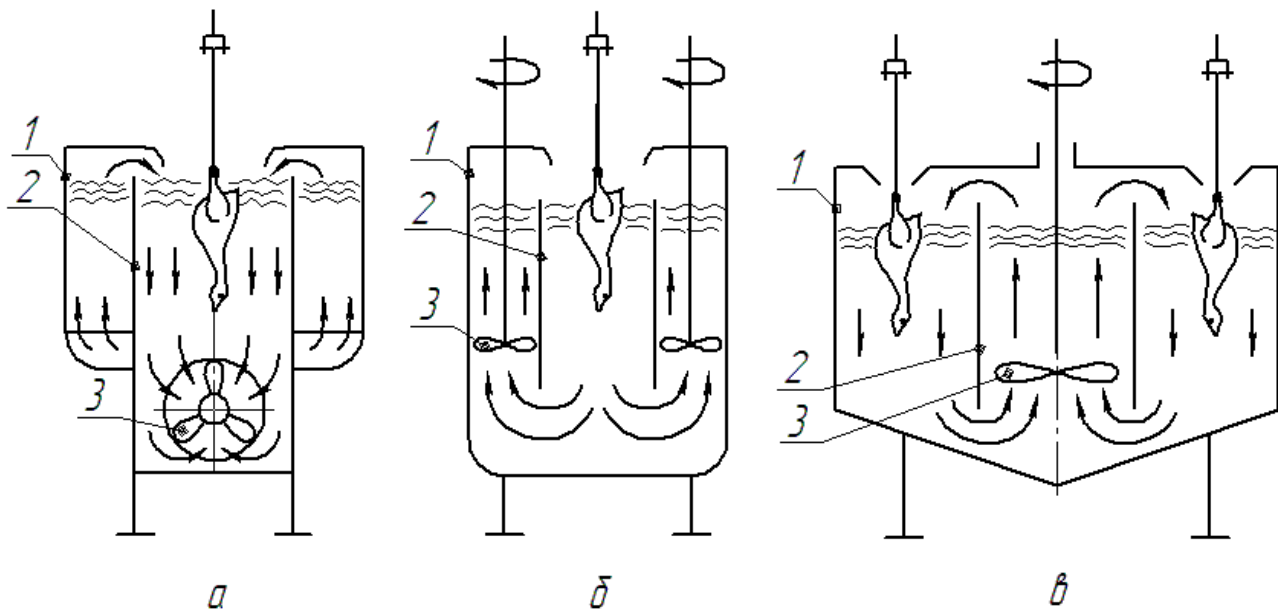


Рис. 13.15. Технологічні схеми апаратів для ошпарювання птиці з розташуванням насосів: а – горизонтальним; б – в бічних кишеньках; в – центральним (по центру корпусу); 1 – зовнішній корпус, 2 – внутрішній корпус, 3 – осьовий насос

При установці осьового насоса 3 горизонтально (рис. 13.15, а) вода відсмоктується із середньої частини корпусу апарату, під напором надходить в бічні відсіки і звідти, переливаючись через стінку внутрішнього корпусу 2, каскадом виливається на тушки, рухомі на підвісному конвеєрі. Недоліки подібної схеми – велика відстань, на яку переміщається рідина вздовж апарату і у зв'язку з цим великий гідравлічний опір, а також нерівномірність зрошення. Тому таку схему застосовують в апаратах малої продуктивності.

У схемі, що зображена на рис. 13.15, б, осьові насоси 3 встановлюють попарно вертикально в бічних кишеньках на зовнішньому корпусі 1 апарату і створюють поперечну циркуляцію води. У цьому випадку зменшується опір руху води і досягається велика рівномірність потоків уздовж апарату.

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

У третій схемі (рис. 13.15, в) осьові насоси 3 встановлюють вертикально по центру у внутрішньому корпусі 2 або в циліндричній трубі – дифузорі. У подібній схемі кращі умови циркуляції при меншому числі насосів і нижче питомі витрати електроенергії. При установці осьових насосів вертикально в бічних кишенях або по центру можлива будь яка продуктивність шпарильних апаратів.

Апарат для шпарки курей і курчат з горизонтальним розташуванням насоса (рис. 13.16) складається з зовнішнього 13 і внутрішнього 12 корпусів.

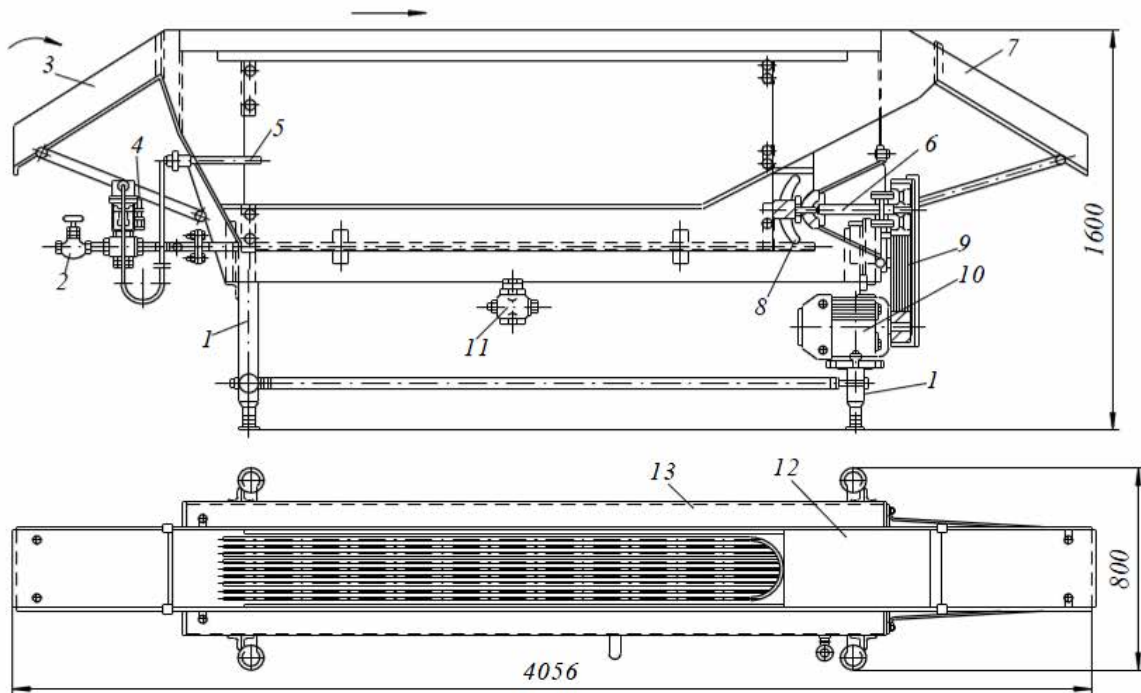


Рис. 13.16. Апарат для шпарки курей і курчат з горизонтальним розташуванням насоса

У задній торцевій частині зовнішнього корпусу в циліндричному дифузорі на валу 6 розташована крильчатка 8 насоса, який приводиться в обертання від електродвигуна 10 через клинопасову передачу 9. Підігрів води здійснюється гострою парою, що надходить по паропроводу через вентиль 2. Температура води підтримується регулятором витрати пари 4, сполученим з термометром 5. Апарат встановлюють під конвеєром, і тушки проходять через канали завантаження 3 і вивантаження 7.

Продуктивність апарату від 500 тушок в 1 год, потужність електродвигуна 2,8 кВт, частота обертання валу насоса $11,7 \text{ с}^{-1}$.

Схему установки насосів в бічних кишенях застосовують в уніфікованих апаратах для шпарки курей і курчат. Залежно від продуктивності ці апарати мають одну, дві або три секції.

В апаратах типу К7-ФЦЛ для обробки птиці всіх видів використовують центральне розташування насосів. Апарати різної продуктивності збирають з уніфікованих блоків, що встановлюються послідовно і паралельно.

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Апарат К7-ФЦЛ-6/5 (рис. 13.17) для ошпарювання бройлерів має ванну, що складається з здвоєних секцій ошпарювання 3, 4 і 6, входної 9 та поворотної 2 секцій. Усі секції з'єднуються між собою за допомогою фланців і болтів, а стики герметизують гумовими прокладками.

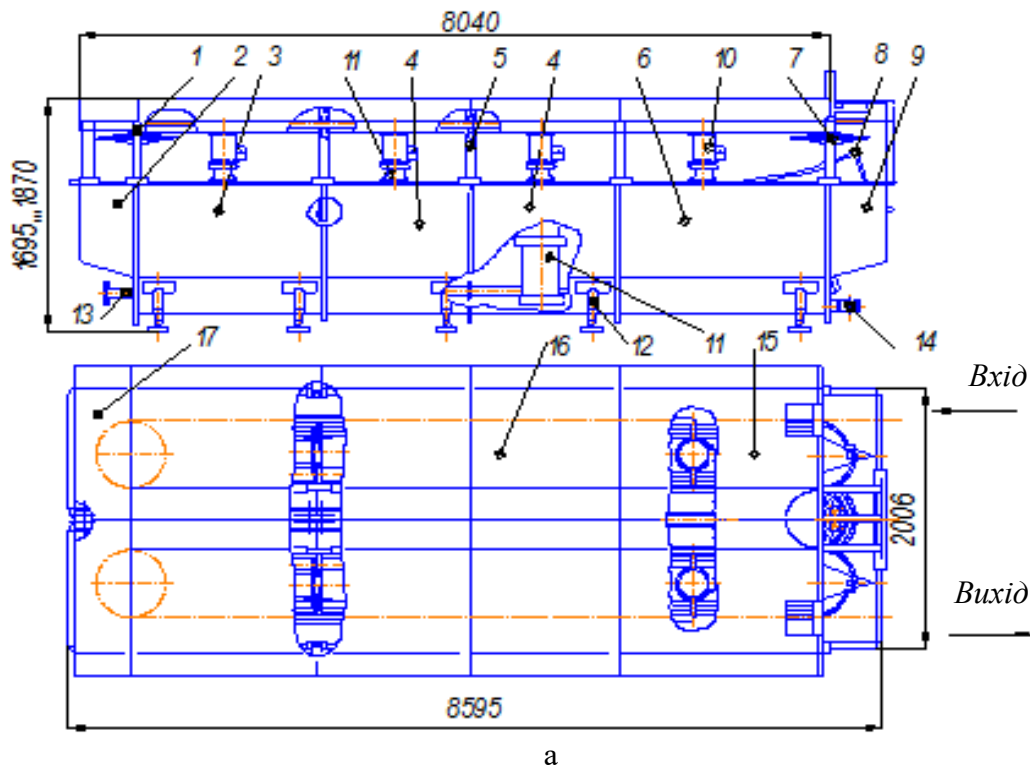


Рис. 13.17. Апарат К7-ФЦЛ-6/5 для ошпарювання птиці з центральним розташуванням насоса: а – схема; б – загальний вигляд

У центрі кожної секції ошпарювання встановлений циліндричний корпус зрошувача 11 з отворами в нижній частині, через які крильчаткою насоса засмоктується вода. Насос приводиться в обертання електродвигуном 10. Над ванною на рамі 5 змонтовані напрямні 8 і зірочки подвійного 1 і одинарного 7

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

вузлів повороту, через які проходить ланцюг технологічного конвеєра з навішеними тушками птиці. Вода у ванні нагрівається гострою парою, що подається по паропроводах 13. Зверху апарат закрито кришками 15, 16, 17.

Тушки на підвісках заходять у вхідну секцію 9 та направляючі 8, впливаючи на підвіски, занурюють тушку під рівень води. Вони чотири рази проходять через апарат і після ошпарювання виходять з іншого боку вхідних секції 9.

Продуктивність цього апарату до 6000 бройлерів за 1 год. Потужність електродвигуна одного зрошувача 4 кВт, споживання пари до 196 кг/год. В апаратах типу К7-ФЦЛ може бути від однієї до восьми секцій ошпарювання. При цьому продуктивність (по бройлерах) змінюється від 1000 до 6000 тушок / год.

В апаратах фірми «Сторк» (Нідерланди) (рис. 13.18) використаний метод інтенсифікації теплообміну шляхом перемішування водяної маси струменями повітря (барботування), що подається під тиском в нижню частину корпусу.

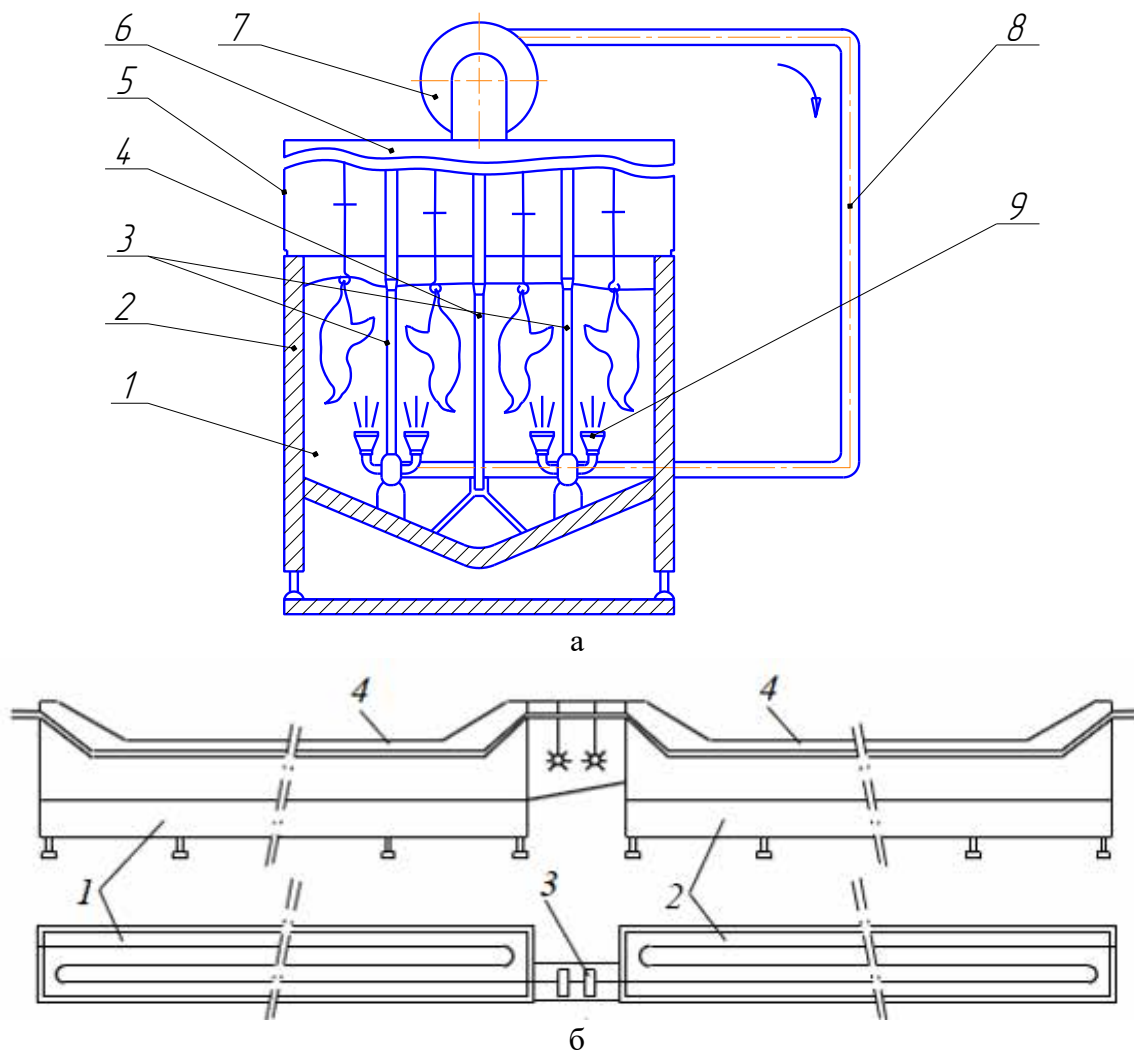


Рис. 13.18. Апарат фірми «Сторк» (Голландія) для шпарки птиці з барботуванням повітря:

- а – схема апарату: 1 – корпус, 2 – теплоізоляція; 3 – перегородка-нагрівник;
4 – перегородка; 5 – бічні панелі; 6 – витяжна кришка; 7 – повітрорудка; 8 – повітропровід;
9 – форсунки; б – схема розташування корпусів: 1 – «брудна» секція; 2 – «чиста» секція;
3 – перехідна секція з водяним душем; 4 – підвісний шлях

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Апарат (рис. 13.18, а) складається з металевого корпусу 1, покритого теплоізоляцією 2. Корпус розділений перегородками 3 і 4 на поздовжні секції, через які конвеєром переміщуються тушки птиці, роблячи три або чотири ходи вздовж апарату. Перегородка 3 служить одночасно нагрівником води, і в неї подається пар під тиском 150 кПа. Верхня частина апарату закрита витяжною кришкою 6, на якій встановлена повітродувка 7. Вона забирає гаряче повітря з— під кришки і за допомогою повітропроводу 8 під тиском подає його до форсунок 9. У результаті створюються турбулентні потоки, що забезпечують швидке і рівномірне прогрівання поверхні тушки птиці. Простір між кришкою і корпусом апарату закрито бічними панелями 5, які можна легко демонтувати при митті і очищенні апарату.

У порівнянні з обладнанням, розглянутим раніше, апарати з барботуванням повітря більш компактні, вони характеризуються більшою місткістю по продукту (на 1 м³ об'єму) і меншими втратами теплоти в навколишнє середовище. З виключенням механічних насосів спрощується обслуговування апарату і знижуються енерговитрати.

Для зменшення витрати води апарат розділений на «брудну» 1 (рис. 13.18, б) і «чисту» 2 секції. Між ними встановлена перехідна секція з водяним душем 3, за допомогою якого тушки обполіскуються.

Загальний вигляд ванни теплової обробки ВК-Л фірми ЕМФ наведено на рис. 13.19, а. За допомогою ванни теплової обробки досягаються такі результати, які забезпечують просту подальшої обробки тушки.



а



б

Рис. 13.19. Загальний вигляд ванни ВК-Л фірми ЕМФ

У шпарильних секціях довжиною 2 м в днищі знаходяться дозатори повітря (рис. 13.19, б). Подача повітрям здійснюється через повітродувку. Птахи занурюються в область нагнітання повітря і омивається гарячою водою. Нагрівальні елементи, заповнюються гарячою водою або паром. Рівень води в ванні може регулюватися за допомогою електричного датчика або поплавкових клапанів.

13.2. Обладнання для обпалювання

Обпалювання – це високотемпературна обробка поверхні туш свиней та тушок птиці продуктами згоряння нафти, гасу або природного газу з метою видалення епідермісу, залишків щетини, оперення і пуху. Застосовують обпалювання і при обробці вовнових субпродуктів. Температура газової суміші при обпалюванні до 1000...1100°C, тривалість процесу 13...20 с. Для обпалювання свиней на малих підприємствах і для обпалювання черевної частини туші при знятті крупону використовують факельні пальники, що працюють на гасі або природному газі. На підприємствах більшої продуктивності застосовують обпалювальні печі.

Періодично діючу обпалювальну піч К7-ФОЖ (рис. 13.20) використовують на підприємствах продуктивністю 100...150 туш за 1 год.

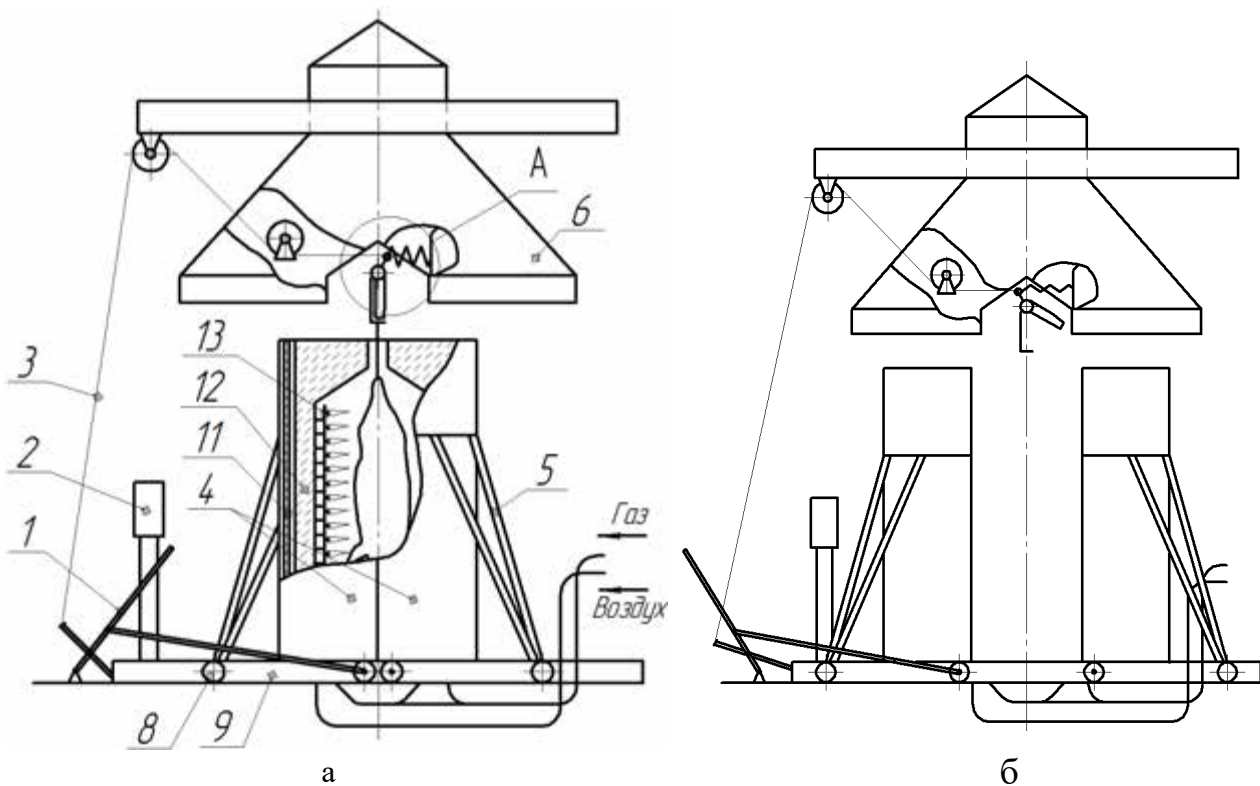


Рис. 13.20. Функціональна схема обпалювальної печі періодичної дії К7-ФОЖ:
1 – важіль ручного переміщення; 2 – пневмоциліндр; 3 – трос; 4 – напівциліндри;
5 – стійки; 6 – витяжна парасолька; 7 – похила рейка; 8 – колесо; 9 – швелерна балка;
10 – упор; 11 – ізоляція; 12 – вогнетривка цеглина; 13 – пальники

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Обпалювальна камера печі складається з двох металевих напівциліндрів 4, футерованих з внутрішньої сторони вогнетривкою цеглою 12. Напівциліндри закріплені стійками 5 на рамі, на якій встановлено чотири колеса 8. Колеса перекочуються по швелерним балкам 9 рами. Напівциліндри 4 переміщуються пневмоциліндром 2 і системою тяг.

У нижній частині печі встановлено дві форсунки, в яких згорає гас, підведений по трубі і розпорошується стисненим повітрям або висушеним паром тиском 0,3...0,5 МПа. Факел форсунки 13 направляється в чавунний відбивач, і від нього нагріті газу надходять в порожнину печі, охоплюючи тушу. Газу відводяться в атмосферу через витяжну парасольку 6 і трубу.

Туші надходять у піч по похилій рейці 7, до якої для охолодження водою приварена труба. Для автоматизації процесів завантаження і вивантаження встановлено механізм з двома упорами, на вході і на виході. Механізм тросом 3 пов'язаний з штоком пневмоциліндра 2.

При завантаженні печі шток пневмоциліндра за допомогою тяг розсовує напівциліндри (рис. 13.20, б), при цьому відкривається вхідний упор. Туша надходить в піч і зупиняється вихідним упором 10. Потім напівциліндри з'єднуються (рис. 13.20, а), і відбувається обпалювання. Після закінчення процесу знову розсовують напівциліндри, відкривається вихідний упор і туша виходить з печі, а на її місце надходить наступна. Передбачена можливість ручного відкривання печі. Перед початком роботи піч розігрівається до температури 1000...1100°C. Тривалість циклу обпалювання 18...20 с, витрата гасу 54 кг/год, повітря або пари – 30 кг/год при тиску 0,4 МПа.

Обпалювальна піч К7-ФО2-Е прохідного типу призначена для повного обпалювання туш свиней і туш зі знятим крупом. Камера печі складається з рами 16 (рис. 13.21), на якій встановлені пустотілі бічні щити 1, зв'язані у верхній частині витяжною парасолькою 2. Між двома половинами парасольки поза камерою проходить рейка 5 підвісного шляху, до якого приварена труба охолодження 4, а всередині камери – напрямна 3, виконана з труби. У трубах 4 і 3 для охолодження циркулює вода. Для обпалювання в чотирьох пальникових пристроях 7 згорає природний газ. Пальникові пристрої складаються з вертикальних труб-стояків, на яких закріплено по 20 інжекційних пальників.

Газ надходить у пальниковий пристрій 7 печі, де за рахунок інжектування утворюється горюча суміш яка, виходячи з окремих змішувачів, потрапляє в тунель, загальний для вертикального ряду пальників. Туші обпалюються, проходячи через піч. У пустотілих бічних щитах і подвійних стінках витяжних парасольок рухається охолоджуюче повітря, що перешкоджає перегріву стінок печі і передчасного прогорання парасольок. Вода, що вводиться на ділянку підвісного шляху з трубопроводів, охолоджує його та направляючи для туш і використовується для зрошення після обпалювання. При обпалюванні свиней зі знятим крупом пальники печі, відповідні його розташуванню, відключаються, а висота полум'я регулюється по верхній межі крупону поворотними щитками.

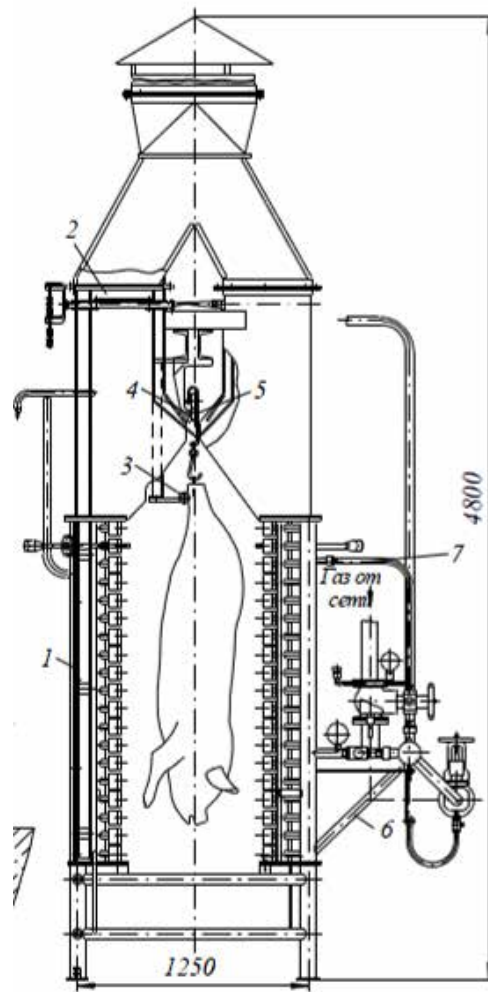


Рис. 13.21. Обпалювальна піч К7-ФО2-Е

Піч опалювальна Я4-ФОШ (рис. 13.22) призначена для безперервної обпалювання залишків волосу з вовнових субпродуктів. Станина 1 печі звареної конструкції з профільного прокату, на який встановлено чавунний барабан 3, що обертається на двох парах опорних роликів 11, закріплених на станині. У передній частині барабана, що обертається з частотою $0,13 \text{ c}^{-1}$, на станині встановлені завантажувальний люк 7 і патрубок 6 для відводу продуктів горіння. Задня частина барабана відкрита для безперервного виходу обпалених субпродуктів. Крім того, в задній частині барабана для створення зони горіння мають 962 отвори діаметром 22 мм, через які полум'я подається всередину барабана. Під барабаном розташований газовий колектор 2 з пальниками. Газ до пальників підводиться по трубопроводу від газогенераторної станції або загальної газової мережі через штуцер, розташований всередині колектору. Витрата газу становить $12...15 \text{ м}^3/\text{год}$. Зовні барабан закритий кожухом 4, який на місці установки ізолюють азбестом або нувелем. Привід 14 барабана змонтований на майданчику 13, закріпленій в нижній частині станини, і складається з електродвигуна 10 потужністю 0,6 кВт і черв'ячного редуктора 12, з'єднаних муфтою 9.

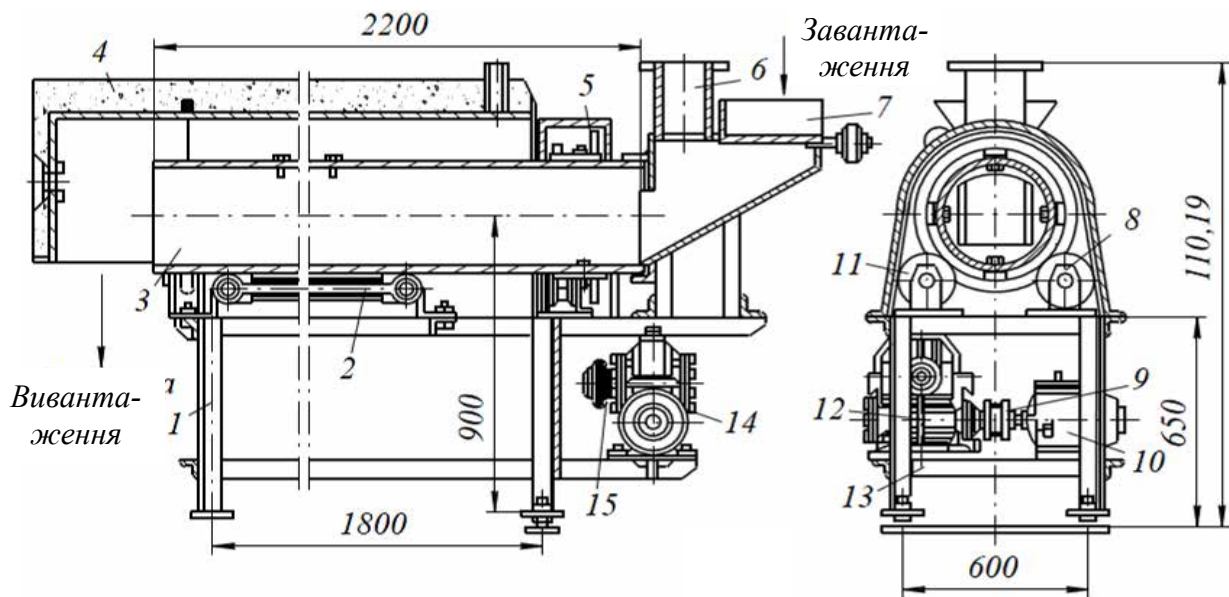


Рис. 13.22. Обпалювальна піч Я4-ФОШ

На вихідному валу редуктора встановлена зірочка 15, яка за допомогою ланцюга з'єднана із зірочкою 5, насадженої безпосередньо на барабан. Піч монтується з нахилом $4...8^\circ$ у бік виходу обпалених субпродуктів і кріпиться фундаментними болтами. Через завантажувальний люк в піч завантажуються субпродукти, що пройшли зневоднення в центрифугі. Розташованими вздовж усього барабана пальниками спалюються залишки волоса. У результаті обертання і нахилу барабана здійснюються безперервна обробка і вивантаження субпродуктів з печі.

Обпалювальна піч прохідного типу фірми BANSS приведена на рис. 13.23. Печі поставляються для експлуатації на природному газі і газі пропані та забезпечують економічне обпалювання туш завдяки точному регулюванню і управлінню.



Рис. 13.23. Обпалювальна піч прохідного типу фірми BANSS

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Апарат РЗ-ФГО (рис. 13.24) призначений для обпалювання тушок птиці. Його монтують під технологічним конвеєром, і тушки проходять між двома щитками 1, на яких встановлено по шістнадцять пальників 6. У пальниках згоряє газоповітряна суміш, що утворюється в змішувачах 8, у які надходять газ і повітря по трубах відповідно 2 і 5. Витрата газу та повітря регулюється кранами 3 і 4. Суміш підпалюється запальниками 7.

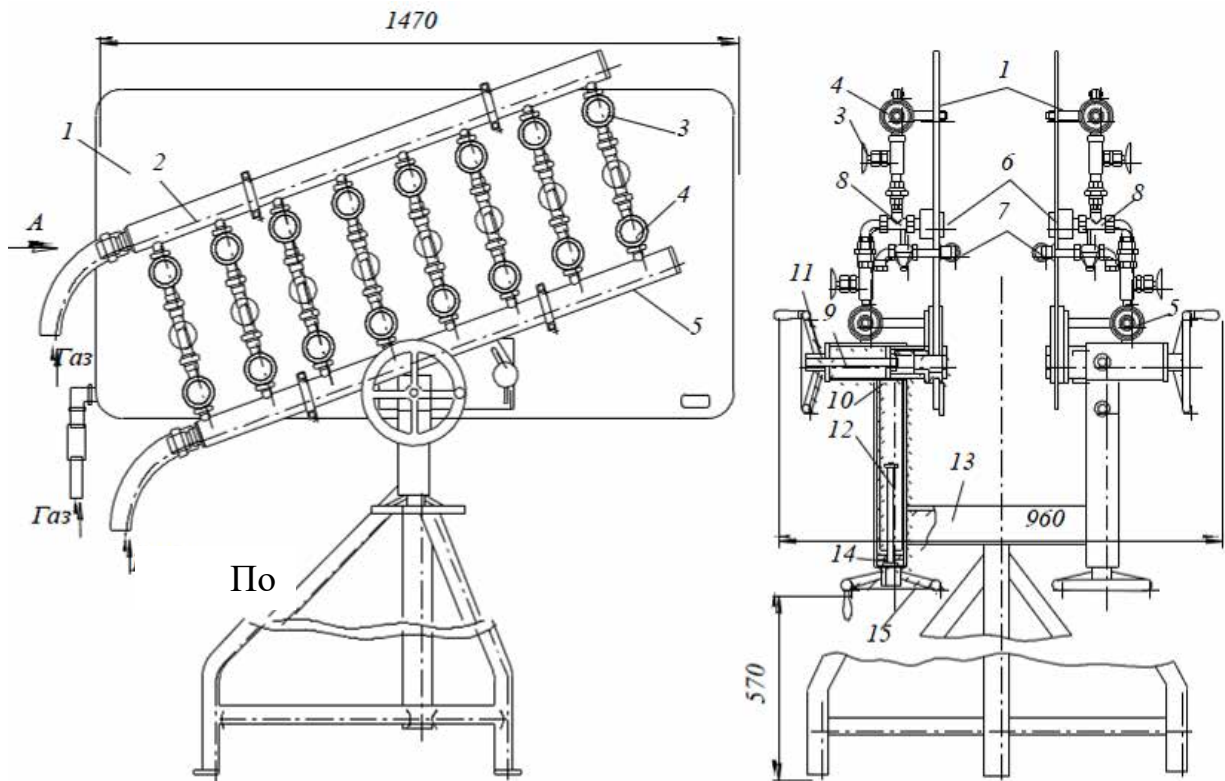


Рис. 13.24. Апарат РЗ-ФГО для обпалювання тушок птиці: 1 – щитки; 2,5 – труби для подачі газу і повітря; 3,4 – крани регулювання витрати газу і повітря; 6 – пальники; 7 – запальники; 8 – змішувачі; 9, 12 – ходові гвинти; 10, 14 – гайки; 11, 15 – маховики; 13 – станина

Положення кожного з щитків щодо конвеєра регулюють автономно у вертикальному (на 160 мм) і горизонтальному (на 150 мм) напрямках за допомогою ходових гвинтів 9, 12, гайок 10, 14, маховиків 11, 13. Продуктивність апарату РЗ-ФГО до 3000 тушок за 1 год, об'ємна витрата газу і повітря 2 і 6,1 м³/год при тиску відповідно 1,5 і 12 кПа. Маса установки 200 кг.

13.3. Інженерні розрахунки апаратів для ошпарювання

При розрахунку апаратів для ошпарювання визначають їх габаритні розміри, виходячи з тривалості процесу і заданої продуктивності, і проводять тепловий розрахунок, обчислюючи витрата гострої пари на підігрів або площа поверхні теплопередачі апарату при обігріві глухим паром.

В апаратах для ошпарювання тушок птиці з насосною системою подачі обігрівуючої води додатково розраховують об'ємна витрата води і потужність приводу насоса.

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Розрахунок габаритних розмірів апаратів для ошпарювання свиней проводять наступним чином. Ширину шпарильного чана вибирають за найбільшою довжиною туші (1,6 м), глибина чана без урахування розмірів механізмів переміщення дорівнює 0,8...1 м при повному зануренні і 0,6...0,7 м при частковому.

Довжина шпарильного чана (м):

$$L = Ml\tau + l_1, \quad (13.1)$$

де M – пропускна здатність чану, туш в 1 с; l – відстань між тушами, м; τ – тривалість ошпарювання, с; l_1 – додаткова довжина чану для розміщення механізмів завантаження і розвантаження, м.

Тепловий розрахунок апаратів проводять для умов пуску і робочого режиму.

При включенні апарату теплота $Q_{\text{п}}$ (Дж) витрачається на нагрів води $Q_{\text{в}}$ (Дж) і корпусу чана $Q_{\text{к}}$ (Дж):

$$Q_{\text{в}} = G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot x(t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) = V_{\text{ч}} \cdot \phi \cdot \rho \cdot x(t_{\text{к}} - t_{\text{н}}), \quad (13.2)$$

де $G_{\text{в}}$ – маса води, кг; $c_{\text{в}}$ – питома теплоємність води, Дж/(кг·К); x – кратність обміну води в зміну; $t_{\text{к}}$, $t_{\text{н}}$ – кінцева і початкова температура води, °С; $V_{\text{ч}}$ – геометричний об'єм чана, м³; $\phi = 0,8...0,85$ – коефіцієнт заповнення чана; ρ – густина води, кг/м³.

$$Q_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n G_i c_i \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}), \quad (13.3)$$

де G_i – маса деталей чана та ізоляції, що нагріваються, кг; c_i – відповідні питомі теплоємності деталей, Дж/(кг·К).

В установленому робочому режимі теплота $Q_{\text{р}}$ витрачається на нагрів поверхні туш $Q_{\text{т}}$, на втрати в навколишнє середовище через стінки і дно чана $Q_{\text{с}}$ і на випаровування з відкритої поверхні чана $Q_{\text{в}}$. З урахуванням того, що при ошпарюванні повинен нагріватися лише поверхневий шар на глибину h залягання щетини, кількість теплоти $Q_{\text{т}}$ (Дж), яке при цьому необхідно підвести до однієї туші:

$$Q_{\text{т}} = c_{\text{м}} \cdot S \cdot h \cdot \rho \Delta t, \quad (13.4)$$

де $c_{\text{м}}$ – теплоємність м'яса, Дж/(кг·К); S – площа поверхні туші, м²; h – товщина шару, що нагрівається м; $\rho = 1020$ кг/м³ – щільність свинини; $\Delta t = t_{\text{к}} - t_{\text{н}} = 40\text{K}$ – різниця температур нагрівання.

Площа поверхні S (м²) можна визначити за емпіричною формулою залежно від маси туші G :

$$S = b \cdot G + D \quad (13.5)$$

де b і D – коефіцієнти.

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

При масі туші від 50 до 100 кг $b = 0,12$; $D = 1,20$. При масі туші від 100 до 200 кг $b = 0,011$; $D = 1,60$.

У середньому можна прийняти товщину шару, що прогрівається $3 \cdot 10^{-3}$ м, а питому теплоємність $c_M = 2,7$ кДж/(кг·К).

Втрати Q_c (Дж) через стінки і дно:

$$Q_c = \sum_{i=1}^n K_i F_i \cdot \tau \cdot \Delta t \quad (13.6)$$

де K_i – відповідні коефіцієнти теплопередачі, Вт/(м²·К); F_i – площі i -тих поверхонь теплопередачі, м²; τ – відповідна тривалість теплообміну, с; Δt – різниця температур, К:

$$\Delta t = t_B + t_{cp},$$

де t_B – робоча температура води в чані, °С; t_{cp} – температура навколишнього середовища (повітря в цеху), °С.

Коефіцієнт теплопередачі K [Вт/(м²·К)]:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (13.7)$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі з боку гарячої води до стінки, Вт/(м²·К); δ – товщина стінки або шару стінки, м; $\lambda_{ст}$ – відповідний коефіцієнт теплопровідності матеріалу; α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до навколишнього середовища, Вт/(м²·К).

Коефіцієнт тепловіддачі α_1 [Вт/(м²·К)] знаходимо з критерію $Nu = \alpha l / \lambda_B$:

$$\alpha_1 = Nu \lambda_B / l, \quad (13.8)$$

де λ_B – коефіцієнт теплопровідності води, Вт/(м²·К); l – довжина обтічної поверхні, м.

Критерій Nu визначають з критеріальних рівнянь. При вільному перебігу рідини в необмеженому просторі:

$$Nu = C (G_r \cdot P_r)^n (P_r / P_r')^{0,25}, \quad (13.9)$$

де $G_r = (g l^3 / \nu^2) \beta \Delta t$ – критерій Грасгофа; $P_r = c_B \nu P_B / \lambda_B$ критерій Прандтля.

Критерії P_r і P_r' визначають при температурі відповідно гріючого середовища і теплосприймальної поверхні.

У формулах (13.8) і (13.9): g – прискорення вільного падіння, м/с²; ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с; β – коефіцієнт об'ємного розширення, К⁻¹; Δt – різниця температур води і стінки, К; c_B – питома теплоємність води, Дж/(кг·К); ρ_B – густина води, кг/м³.

При знаходженні фізичних характеристик води визначальною є середня температура прикордонного шару:

$$t_n = 0,5(t_B + t_{ст}), \quad (13.10)$$

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

де t_B, t_{CT} – температура води і стінки, °C.

При вільному русі рідини в чані приймають $l = H$, де H – висота чана. Коефіцієнти C і n в залежності від виду та режиму течії рівні:

при ламінарному режимі:

$$Gr Pr = 10^3 \dots 10^9; C = 0,76; n = 0,25;$$

при турбулентному:

$$Gr Pr > 10^9; C = 0,15; n = 0,33.$$

При примусовому русі рідини зі швидкістю v (м/с) уздовж пластини довжиною l (м):

$$Nu = 0,66 Re^{0,5} Pr^{0,43} (Pr/Pr')^{0,25},$$

де $Re = vl/\nu$ – критерій Рейнольдса.

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої стінки апарату повітря при температурах до 150°C можна наближено визначити за формулою:

$$\alpha_2 = 9,76 + 0,07\Delta t,$$

де Δt – різниця температур поверхні і повітря, К.

Втрати теплоти з відкритої поверхні води в чані відбуваються внаслідок конвекції, і випаровування вологи. Сумарний коефіцієнт тепловіддачі від поверхні води до повітря:

$$\alpha_{\text{сум}} = \alpha_k + \alpha_{\text{в}} \quad (13.11)$$

де α_k – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією; $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням.

Для плоскої горизонтальної поверхні коефіцієнт тепловіддачі конвекцією [Вт/(м²·К)]:

$$\alpha_k = 1,3 \cdot C (\lambda/l) (Gr \cdot Pr)^n, \quad (13.12)$$

де $C = 0,76; n = 0,25$.

Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням [Вт/(м²·К⁴)]:

$$\alpha_{\text{в}} = C\beta, \quad (13.13)$$

де C – дійсна константа випромінювання, Вт/(м²·К⁴); β – температурний коефіцієнт.

Для горизонтальної поверхні:

$$C = 4,9 / [(1/\varepsilon_1) + (1/\varepsilon_2) - 1], \quad (13.14)$$

де $\varepsilon_1 = 0,95 \dots 0,96$ – ступінь чорноти води; ε_2 – ступінь чорноти оточуючих конструкцій.

Для оцинкованого заліза $\varepsilon_2 = 0,23 \dots 0,28$, оштукатурених поверхонь $\varepsilon_2 = 0,91$, покритих олійною фарбою – $\varepsilon_2 = 0,92$.

Температурний коефіцієнт:

$$\beta = [(T_B/100)^4 - (T_{\text{пов}}/100)^4] (T_B - T_{\text{пов}})^{-1}, \quad (13.15)$$

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

де $T_B, T_{нов}$ – температура поверхні води і навколишнього повітря, К.

Тоді тепловтрати від конвекції і випромінювання (Дж):

$$Q_{\text{сум}} = \alpha_{\text{сум}} F_{\text{св}} (t_B - t_{\text{пов}}) \tau, \quad (13.16)$$

де $F_{\text{св}}$ – площа вільної поверхні води, м²; τ – тривалість роботи апарату, с.

Втрати теплоти випаровуванням (Дж):

$$Q_B = r G_n \tau, \quad (13.17)$$

де r – прихована теплота пароутворення, Дж/кг; G_n – кількість випарованої води, кг/с.

$$G_B = \beta_B F_{\text{св}} (P_{\text{П}} - P_{\text{пов}})$$

де β_B – коефіцієнт швидкості випаровування, кг/(м²·с·Па); $P_{\text{П}}$ – тиск насиченої пари над поверхнею води при даній температурі, Па; $P_{\text{нов}}$ – парціальний тиск пари в повітрі.

Для нерухомого повітря $\beta_B = 4,8 \cdot 10^{-7}$ кг/(м²·с·Па). Для рухомого повітря коефіцієнт швидкості випаровування [кг/(м²·с·Па)] обчислюють за формулою:

$$\beta_B = 1,55 \cdot 10^{-7} (\rho_{\text{нов}} \cdot v'_{\text{нов}})^{0,8}$$

де $\rho_{\text{нов}}$ – густина повітря, кг/м³; $v'_{\text{нов}}$ – швидкість руху повітря, м/с.

При нагріванні води в чані гострою парою його маса (кг):

$$G_n = Q / [(i_n - (c_B \cdot t_k))] , \quad (13.18)$$

де Q – сумарна витрата теплоти при початковому нагріванні води або в процесі ошпарювання, Дж; i_n – питома ентальпія пари, Дж/кг; c_B – питома теплоємність конденсату, Дж/(кг·°С); t_k – кінцева температура води в чані, °С.

При нагріванні води глухим паром в теплообміннику площа поверхні теплопередачі (м²):

$$F = \Sigma Q / K \tau \Delta t,$$

де ΣQ – сумарна витрата теплоти на процес або початковий нагрів (Дж) за період часу τ (с); K – коефіцієнт теплопередачі теплообмінника, Вт/(м²·К); Δt – різниця температур між теплоносієм і навколишнім середовищем, К.

При нагріванні води від початкової температури t_n до кінцевої t_k замість Δt застосовують середню величину $\Delta t_{\text{ср}}$. У даному випадку допустимо використовувати середньоарифметичну різницю температур:

$$\Delta t_{\text{ср}} = (t_k - t_n) / 2.$$

Маса глухої пари в теплообміннику (кг) при нагріванні глухою парою:

$$G_n = x \Sigma Q / (i_n - i_k), \quad (13.19)$$

де $x = 1,02 \dots 1,05$ – коефіцієнт, що враховує теплові втрати; i_n – питома ентальпія грючої пари, Дж/кг; $i_k = c_B t_k$ – питома ентальпія відведеного з апарату конденсату, Дж/кг.

Розділ 13. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОШПАРЮВАННЯ І ОБПАЛЮВАННЯ

Ентальпію пари визначають по парових таблицях.

Розрахунок потрібної об'ємної витрати води і потужності приводу насоса для апаратів ошпарювання тушок птиці з насосною системою подачі обігрівачою води. Потік води подається на тушки зверху і утримує їх від спливання. При цьому рівноважне положення тушки визначається рівністю сил спливання тушок і тиску потоку води:

$$Vg(\rho_B - \rho_T) = (\rho_B v^2 / 2) \cdot F, \quad (13.20)$$

де V – об'єм тушки, м^3 ; g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ; ρ_B, ρ_T – густина води і тушки, кг/м^3 ; v – швидкість руху потоку води, м/с ; F – площа поперечного перерізу тушки, м^2 .

Будемо вважати, що:

$$V = k_1 d, \text{ а } F = k_2 d,$$

де k_1, k_2 – коефіцієнти пропорційності; d – еквівалентний діаметр поперечного перерізу тушки, м .

Тоді швидкість руху потоку (м/с):

$$v = \sqrt{2gd \frac{k_1}{k_2} \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho_B}\right)} \quad (13.21)$$

Якщо довжина ділянки переливання води L , а товщина переливного шару h , то об'ємна витрата води ($\text{м}^3/\text{с}$), яка повинна забезпечуватися насосом, дорівнює:

$$V_B = 2vhL \quad (13.22)$$

Довжина ділянки L (м) залежить від довжини апарату і числа ходів конвеєру. При одноходовому апараті і подачі води з двох сторін:

$$L = 2L_p,$$

де L_p – довжина робочої частини апарату.

Тиск (Па), що створюється крильчаткою насоса:

$$P = (P_B V^2 / 2) + g\rho H + \Delta p_M, \quad (13.23)$$

де H – глибина занурення насоса від рівня води, м ; Δp_M – місцеві втрати напору, Па .

Потужність двигуна (кВт) насоса:

$$N_{\text{ед}} = P v_{\text{пов}} / (1000 \cdot \eta \cdot \eta_1), \quad (13.24)$$

де η – ККД приводу насоса; η_1 – ККД насоса.

Якщо для інтенсифікації теплообміну в апаратах використовують повітряне перемішування (барботування), то визначають необхідний тиск і повітря, а також потужність приводу вентилятора.

При повітряному перемішуванні тиск повітря (Па)

$$p = p_1 + p_2 + p_3, \quad (13.25)$$

де $p_1 = \rho g H_B$ – гідростатичний тиск стовпа перемішуваної води, Па; $p_2 = \xi \cdot p_{\text{пов}}(v^2/2)$ – опір барботера, Па; $p_3 = 4\sigma/d_o$ – перепад тисків в отворах форсунок барботера, Па.

У формулі (13.25): $\rho_{\text{пов}}$, ρ_B – густина повітря та води, кг/м³; H_B – висота стовпа води, м; ξ – коефіцієнт опору; v – швидкість руху повітря в отвори барботера, м/с; σ_B – поверхневий натяг води, Н/м; d_o – діаметр отвору барботера, м.

Об'ємну витрату повітря (м³/с) знаходять за емпіричною формулою:

$$V_{\text{пов}} = k F p,$$

де $k = 4,5 \dots 6,0$ – емпіричний коефіцієнт; F – площа спокійної поверхні рідини в апараті, м²; p – тиск повітря, Па.

Потужність (Вт) приводу вентилятора:

$$N_{\text{ед}} = V_{\text{пов}} \cdot p_{\text{п}} / (\eta_1 - \eta_2), \quad (13.26)$$

де $V_{\text{пов}}$ – об'ємна витрата повітря, м³/с; $p_{\text{п}} = p + \Delta p_{\text{пот}}$ – повний тиск у вентиляторі, Па; $\Delta p_{\text{пот}}$ – втрати тиску в трубопроводах, Па; $\eta_1 = 0,61 \dots 0,73$ – ККД вентилятора; η_2 – ККД приводу вентилятора.

$$\Delta p_{\text{пот}} = [(\lambda l / d_{\text{ек}}) + \Sigma \xi_{\text{м.с}}](\rho_{\text{пов}} v_{\text{пов}} / 2),$$

де λ – коефіцієнт тертя повітря в трубі; l – довжина трубопроводу, м; $d_{\text{ек}}$ – еквівалентний діаметр трубопроводу, м; $\Sigma \xi_{\text{м.с}}$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів; $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, кг/м³; $v_{\text{пов}}$ – швидкість руху повітря, м/с.

13.4. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Що таке шпарка і які методи шпарки застосовують при обробці туш свиней?
2. Які рекомендують температурно-часові параметри шпарки?
3. Які способи механізації для переміщення туш свиней застосовують у шпарильних чанах? Яким способом у них нагрівають воду?
4. Як влаштовані установки для шпарки зрошенням гарячою водою? Перерахуйте переваги та недоліки цих установок.
5. Як влаштовані установки для шпарки пароводяним середовищем? Перерахуйте їх переваги.
6. Як скласти тепловий баланс шпарки і визначити витрата пари при цьому?
7. Що таке обпалювання? З якою метою її проводять?
8. Які види палива використовують для обпалювання? Яка температура газу при обпалюванні і тривалість процесу?
9. Які бувають апарати періодичної і безперервної дії?

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Посол – масообмінний процес, при якому в товщі м'яса відбувається вирівнювання концентрації інгредієнтів посолу за рахунок дифузійного перенесення під дією різниці концентрацій на поверхні і в центрі. Дифузійні процеси протікають повільно, тому для їх інтенсифікації застосовують фізичну та механічну дії. Механічна обробка не лише прискорює внутрішнє перенесення, але і створює умови для розм'якшення тканин, виходу частини білків у вільну фазу, утворенню водо–жиро–білкової композиції.

На м'ясопереробних підприємствах використовують різні способи засолювання сировини, в основі яких лежать три класичних способи – сухий (засолювання сухою сумішшю), мокрий (засолювання розсолом), змішаний (комбінування сухого і мокрого засолювання). Сухий спосіб застосовують, здебільшого, для оброблення сировини з підвищеним вмістом жирової тканини і шпик, грудинка), а також при виробництві виробів із тривалим періодом зберігання (сиросолені, сирокочені, сиров'ялені).

Мокрий спосіб дає можливість отримувати вироби з підвищеними показниками якості, з високим виходом за більш короткий виробничий цикл, але з меншим періодом зберігання.

При цьому м'ясо занурюють у розсіл, або вводять його в товщу продукту (шприцювання), або спочатку продукт шприцюють і потім витримують в розсолі. В останньому випадку є можливість істотно скоротити тривалість процесу розподілу засолювальних речовин і дозрівання сировини за рахунок застосування інтенсивних методів засолювання (масування, тумблерування тощо).

Введення розсолів у сировину здійснюють трьома способами: через кровоносну систему; уколами в м'язову тканину; безголковими ін'єкторами.

Найбільшого поширення набув метод засолювання шприцюванням у м'язову тканину за допомогою пустотілих перфорованих голок довжиною 150...160 мм із внутрішнім діаметром 1,5 мм, зовнішнім 3 мм. Отвори для виходу розсолу (діаметром 1 мм) розташовуються на рівній відстані один від одного по спіралі голки або діаметрально. У безкісткову сировину розсіл шприцюють із кроком введення голок 10...30 мм.

Застосування методу шприцювання, заснованого на введенні розсолу в глибоку м'язову тканину, істотно скорочує тривалість засолювання, проте все одно вимагає певного періоду часу або використання спеціальних технологічних прийомів для досягнення рівномірного розподілу розсолу по всьому об'єму сировини і розвитку біохімічних реакцій, що забезпечують отримання готової продукції необхідної якості.

Набули поширення активні способи засолювання, що дають можливість інтенсифікувати процеси розподілу розсолу і дозрівання м'яса при одночасному

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

підвищенні ніжності і вологозв'язувальної здатності сировини (тендеризація, тумблерування і масування).

Перші два способи – тендеризацію і тумблерування – застосовують, зазвичай, для оброблення низькосортної сировини; масування – для м'яса з переважним вмістом м'язової тканини.

Механічна тендеризація м'яса полягає в наколюванні або відбиванні сировини, що містить підвищену кількість сполучної тканини або грубих м'язових волокон, на різного роду пристроях: валиках з рифлями або з клиноподібними зубами, пластинах з рифленою поверхнею або оснащених голками. У результаті механічної тендеризації відбувається часткове руйнування сполучнотканинних тканин; розпушення елементів м'яса, внаслідок чого поліпшується консистенція сировини, підвищується соковитість, збільшується проникність для засолювальних речовин і ступінь доступності структур ферментам.

Тумблерування розглядають як вид механічного оброблення, що будується на принципі використання енергії падіння шматків м'яса з деякої висоти, їх удару один об одного і по виступах всередині ємності обладнання. У результаті ударних зіткнень сировина піддається механічній деформації, виникає ефект «стискання–розширення», що супроводжується утворенням градієнту тисків, сприяє інтенсивному фільтраційному перенесенню розсолу із зони початкового накопичення (після шприцювання) або з поверхні шматків (при заливанні розсолу в тумблер) по системі пор і капілярів усередину м'яса.

Тривалість процесу тумблерування залежить від виду, стану і властивостей сировини, розмірів шматків; типу пристрою (швидкість обертання, конфігурація ребер і виступів, висота падіння); попереднього оброблення сировини; від коефіцієнта завантаження обладнання.

Ефективність тумблерування обумовлена; видом, станом і властивостями сировини; розміром шматків; типом пристрою (діаметр, конфігурація ребер і виступів); коефіцієнтом завантаження; наявністю попереднього оброблення сировини; режимом роботи (частота обертання, цикл процесу, тривалість оброблення).

Процес масування є різновидом інтенсивного перемішування і базується па терті шматків м'яса один об інший та по внутрішніх стінках апарату. При цьому оброблення в масажерах протікає в більш м'яких умовах і, отже, є більш тривалим процесом. Із цих причин у масажерах переважно обробляється сировина з відносно м'якою консистенцією.

Явища, які відбуваються при масуванні і тумблеруванні дуже близькі і полягають в: розпушенні морфологічної структури сировини, руйнуванні мембран і підвищенні їх проникності; активізації тканинних ферментів, що інтенсифікує процеси дозрівання сировини; розриві м'язових волокон і виході міофібрилярних білків, що зумовлює зростання вологозв'язувальної здатності.

Швидкість засолювання, ступінь дозрівання і зміна технологічних властивостей сировини залежать від ряду факторів, до числа яких у першу чергу

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

слід віднести: характеристики вихідної сировини; співвідношення м'язової, сполучної і жирової тканини; наявність або відсутність попередніх операцій тендеризації, шприцювання, ферментації; геометричні розміри шматків сировини тощо; параметри механічного оброблення: тип масажера; принцип дії робочого органу; швидкість, тривалість активної фази; умови середовища – без розсолу, в розсолі; при атмосферному тиску, під вакуумом, при пульсуючому вакуумі; з терморегулюванням або без нього; коефіцієнт завантаження.

14.1. Апарати для ін'єкційного засолювання

Апарати для ін'єкційного засолювання називають ін'єкторами. Робота апарату полягає у введенні (ін'єкціюванні) під тиском струменя соляного розчину в продукт. Залежно від способу ін'єкціювання апарати бувають: ручні і автоматичні, голкові (одно- і багатоголкові) та безголкові (струменеві).

У голкових апаратах соляний розчин вводять в продукт через одну порожнисту голку з отворами або через блок, що складається з певного числа таких голок. У струминних апаратах соляний розчин вводиться в продукт струменем, що виходить з соплової насадки циліндричної, або конічної форми. Соплова насадка – це коротка труба, довжина якої дорівнює 3...4 діаметри отвору. Найбільшого поширення набули насадки циліндричної форми, у яких відношення довжини каналу сопла до діаметру більше двох. В залежності від тиску перед насадкою струмені поділяють на чотири групи: струмені низького тиску – до 15 МПа, середнього тиску – до 50 МПа, високого тиску – від 50 до 600 МПа. Як приклад для засолу риби використовують голкові ін'єктори.

Ручний засолювальний ін'єктор ПМ-ФМШ-05 (рис. 14.1) – це апарат, який використовується для шприцювання сольовим розчином м'яса. У комплект поставки входить: насос з електроприводом, що розміщений в корпусі 1, забірник розсолу з фільтром 2 і два ручних ін'єктора 3 з пружними гумовими лопатками.

Ін'єктор забезпечений регулятором тиску 4 і манометром 5, що дозволяє контролювати і регулювати тиск ін'єкції розсолу. При цьому перепускний клапан забезпечує скидання тиску в камері нагнітання при припиненні ін'єктування. Наявність двох ін'єкторів з можливістю міняти голки на них дозволяє швидко і ефективно проводити посол шматків м'яса різних розмірів.

Засолювальний шприц (рис. 14.2) складається з резервуара 2 з розсолом, гумових шлангів 1 і відводу розсолу. На вихідному шлангу встановлений шприцювальний кран 4 з голкою 3, що має на кінці перфорацію. Після уколу м'яса голкою повертають кран і розсіл через перфорацію надходить у м'язову тканину. Уколи проводять по всій поверхні продукту. Недоліком шприцювання в м'язову тканину є порушення її цілісності, що призводить до витікання частини розсолу назад.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

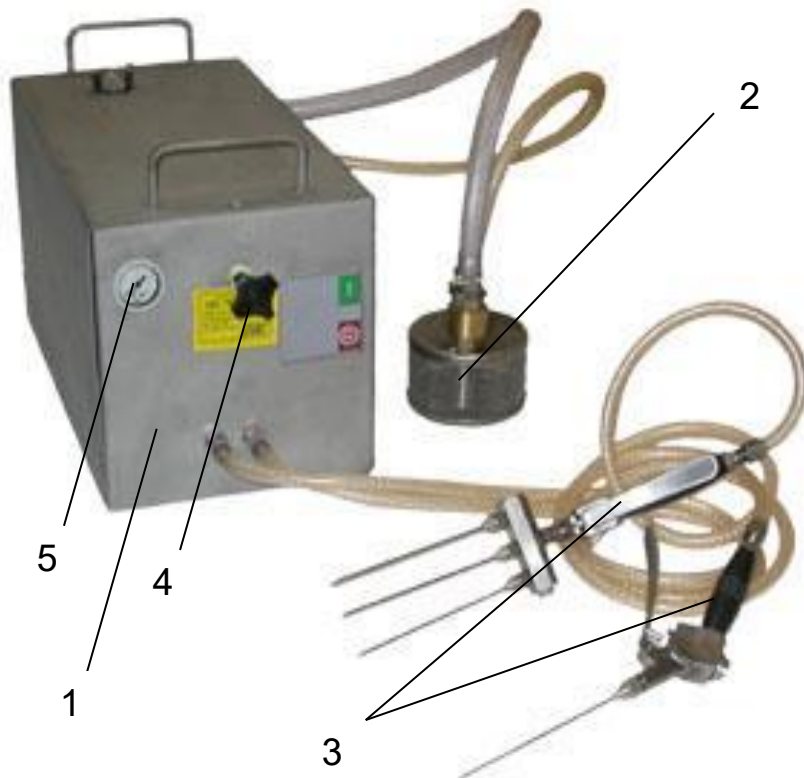


Рис. 14.1. Ручний засолювальний ін'єктор ПМ-ФМШ-05

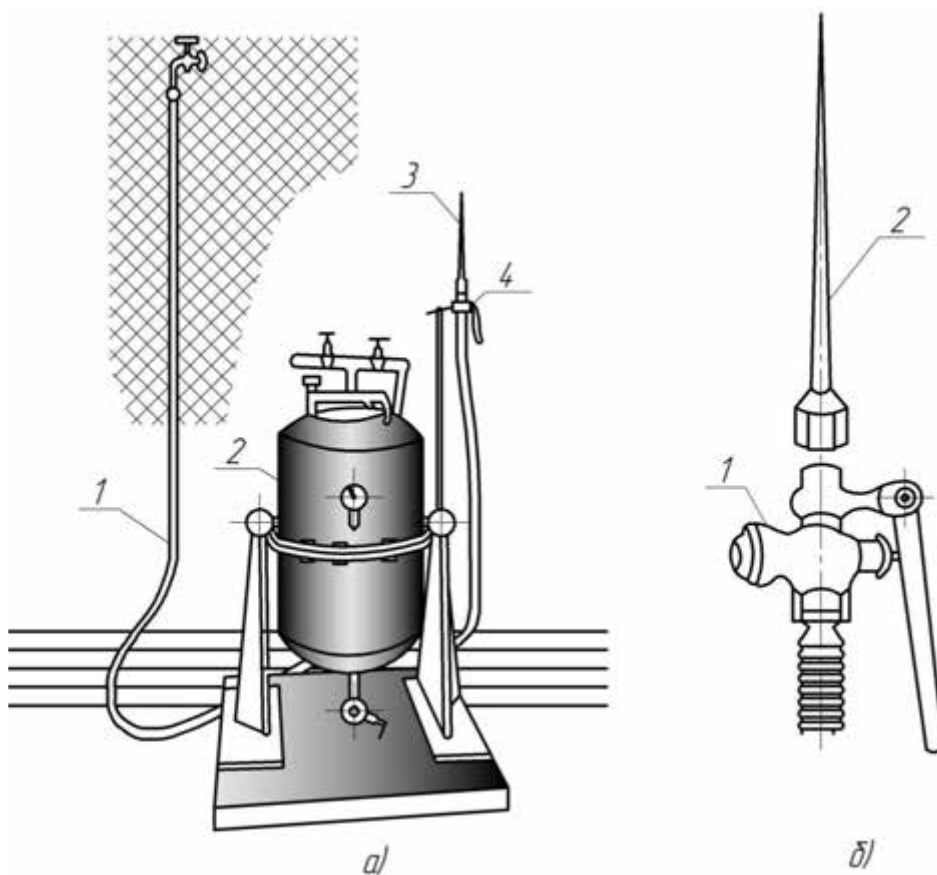


Рис. 14.2. Засолювальний шприц: а – загальний вигляд: 1 – шланг; 2 – резервуар; 3 – голка; 4 – кран; б – шприцювальний кран з голкою: 1 – кран; 2 – голка

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Машина типу FGM фірми «Fomaco Food Machinery» (Данія) (рис. 14.3) призначена для ін'єкційного засолу та маринування м'яса. Машина складається з станини 1, пластинчастого конвеєра 2, касети з голками 3, системи подачі та очищення соляного розчину 4, органів управління і контролю процесу. Касети з голками (рис. 14.4) розміщуються у верхній частині станини. Перед подачею до голок соляний розчин проходить через систему фільтрів 5. Розсіл впорскується тільки в момент знаходження голок в сировині. Впорскування соляного розчину автоматично припиняється при виході голок з продукту. Тиск уприскування не перевищує 0,5 МПа. Надлишки розсолу стікають через фільтри в резервуар. Конвеєр рухається тільки в ті моменти, коли голки знаходяться поза продуктом. Висота підйому голок над конвеєром 220 мм.

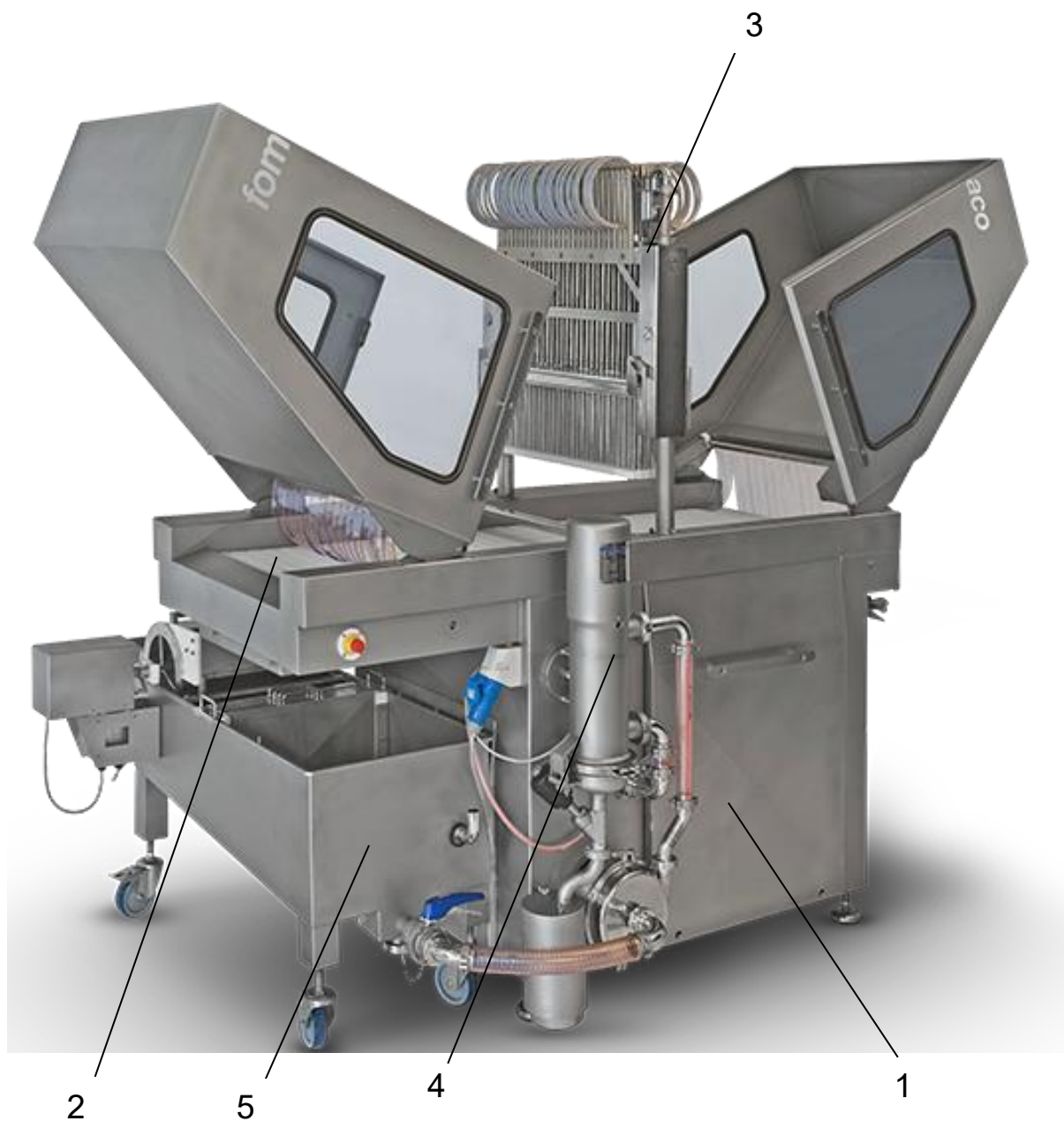


Рис. 14.3. Машина типу FGM фірми «Fomaco Food Machinery» (Данія)
для ін'єкційного засолу м'яса

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Блок касети з голками (рис. 14.4) складається з набору перфорованих голок 1, встановлених у певному порядку і закріплених на загальній платформі 2. Всі голки забезпечені пружинами стискання 3, що забезпечують шприцювання як безкісткової, так і кісткової сировини. Число голок у блоці для різних моделей різне. У блок голок соляний розчин подають насосом, тиск впорскування регулюють, контролюють манометром і підтримують постійним протягом усього циклу. Соляний розчин надходить в продукт тільки при ході голок вниз, глибина його проникнення 1,5...2,0 мм. Для виключення засмічення голок соляний розчин фільтрують.



Рис. 14.4. Блок касети з голками засолювальної машини

Багато голкова засолювальна машина (рис. 14.5) має принцип роботи, що аналогічний засолювальному шприцу, але відрізняється більшою продуктивністю. Таку машину використовують для засолювання великих шматків м'яса з кістками, а також для засолювання бекону. Машина складається з конвеєра 5 для завантаження м'яса, рухомого багато голкового шприца 4, насоса 1 для подачі розсолу.

Засолювальний агрегат (рис. 14.6) складається з вовчка 1, дозатора 2 м'ясних засолювальних речовин чи їхніх розчинів і шнекового змішувача 3 періодичної чи безперервної дії. Розсіл, виготовлений в автоматичному розсолотовиготовлювачі 6, з ємкості 5 через дозатор 4 може подаватися безпосередньо в зону різального механізму вовчка 1 чи в шнековий змішувач 3.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

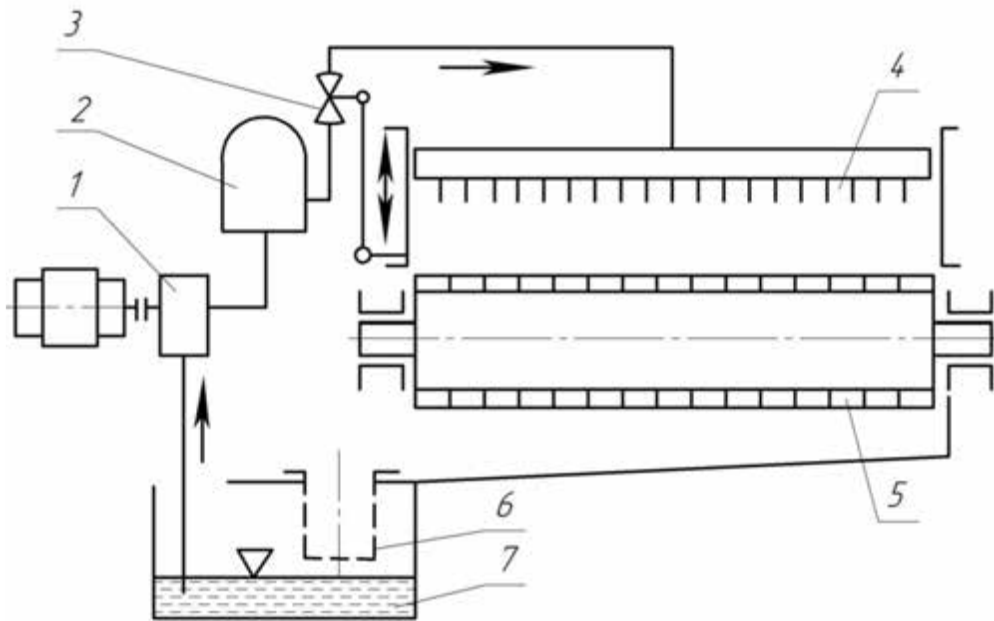


Рис. 14.5. Багатоголкова засолювальна машина: 1 – насос; 2 – напірний резервуар; 3 – клапан; 4 – багатоголковий шприц; 5 – сітчастий конвеєр; 6 – фільтр; 7 – бак для розсолу

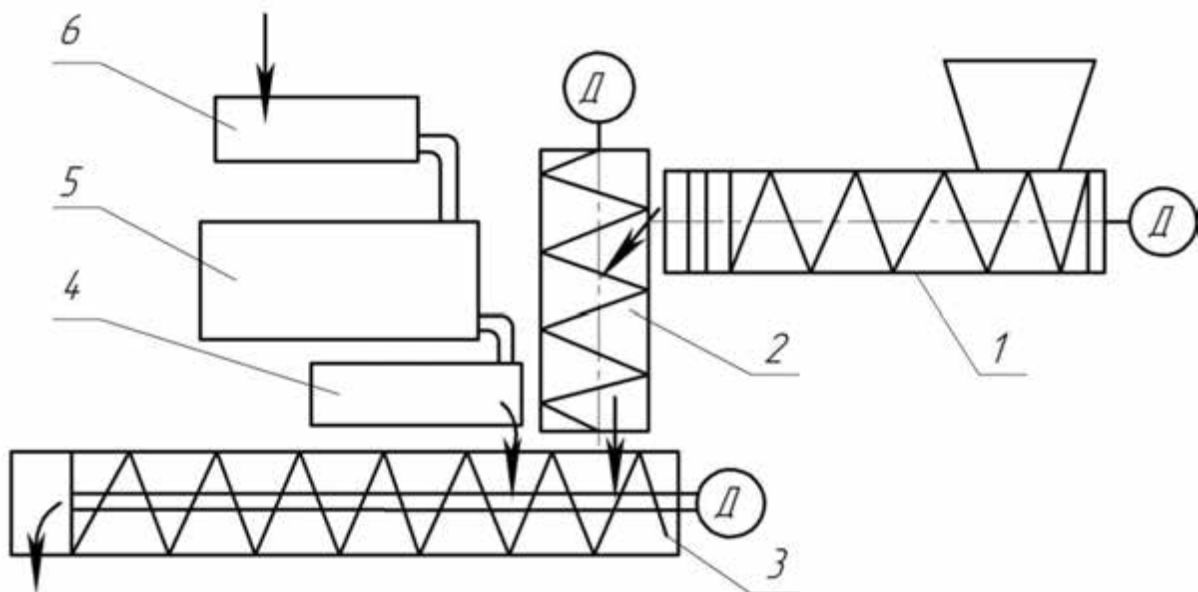


Рис. 14.6. Засолювальний агрегат: 1 – вовчок; 2 – дозатор м'яса (фаршу); 3 – шнековий змішувач; 4 – дозатор розсолу; 5 – ємкість; 6 – розсоловиготовувач

14.2. Обладнання тендеризування м'яса

Машина для тендеризування м'яса MultiCarve компанії GEA (рис. 14.7, а) – це ножовий тендеризатор, який розрізає поверхню безкісткового м'яса за допомогою двох обертових ножових валиків. У результаті площа поверхні продукту збільшується, що призводить до кращого зв'язування (через більш ефективну екстракцію білка) і поліпшеному поглинанню розсолу під час подальшого процесу розминання або масування.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

У тендеризаторі GEA MultiCarve м'ясо проходить між двома валковими ножами (рис. 14.7, б). Валки обертаються в одному і тому ж напрямку, але з різною швидкістю для створення дії розриву. Форма і гострота ножів на різальних дисках і відстань між двома валками визначають різальну дію, глибину різання і ступінь проникнення в структуру м'яса.

Обрізаючи поверхню м'яса і м'язові тканини, машина збільшує площу поверхні і прискорює всмоктування розсолу. Це також сприяє прискоренню активації білка під час масування, що, в свою чергу, збільшує зв'язування між шматочками м'язів в обробленому м'ясі. Це зменшує ймовірність відділення шматочків м'язів під час нарізання і збільшує вихід продукції, а також робить м'ясо ніжнішим за рахунок прорізання жорстких сухожильних тканин.

Тендеризатор оснащений бункером, що дає йому можливість ефективно працювати як разом із машиною для введення розсолу так і як автономна машина періодичної дії.



а



б

Рис. 14.7. Тендеризатор MultiCarve фірми GEA:
а – загальний вигляд; б – робоча камера

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Для різних сфер застосування і типів продуктів існує можливість вибору ножів (рис. 14.8) для дуже динамічного і менш агресивного режиму роботи. Стандартний ніж (рис. 14.8, а) призначений для розрізання сполучної тканини з обмеженим проникненням, при цьому він підпружинений, щоб зберегти природну форму м'язів. Ніж (рис. 14.8, б), призначений для більш агресивного режиму роботи, ріже глибше, щоб розширити площу поверхні, різко відкриваючи структуру. Для продуктів із жиром і шкірою, в яких потрібно розрізати тільки один бік, один ніж може бути замінений суцільним валиком (рис. 14.8, в) чи плоскою поверхнею (рис. 14.8, г).

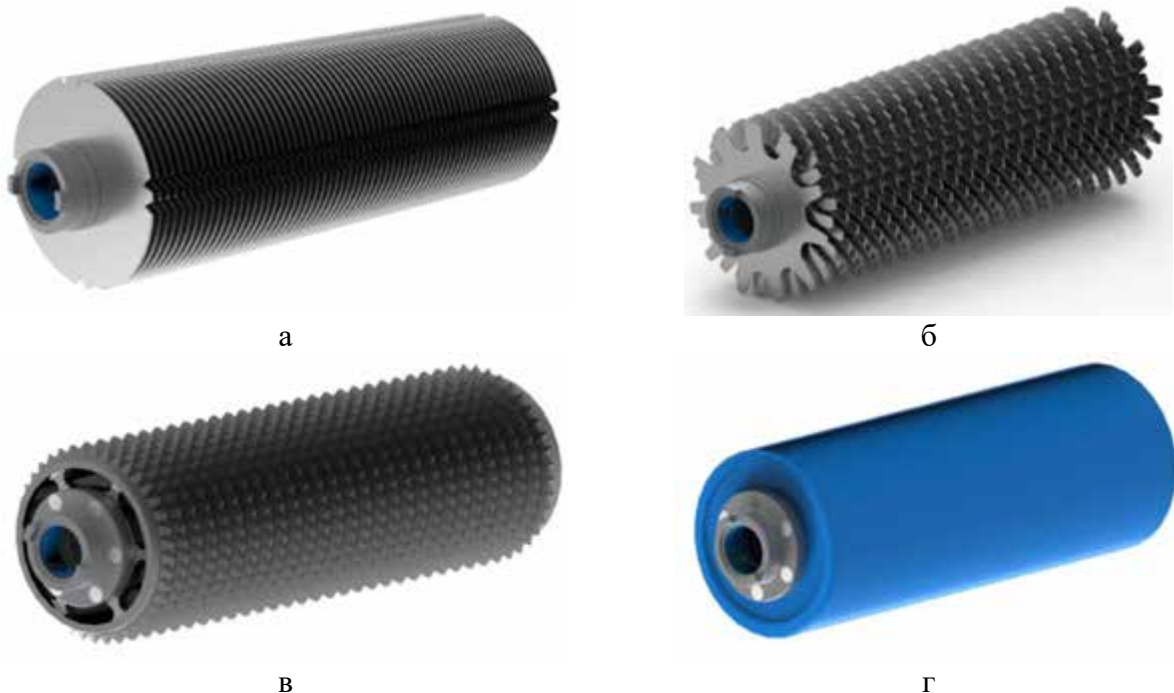


Рис. 14.8. Робочі органи тендеризатора MultiCarve фірми GEA

Тендеризатор D-33106 (рис. 14.9, а) фірми GLASS додатково оснащений підпресовуючим валиком (рис. 14.9, б) над вивідним транспортером.



Рис. 14.9. Тендеризатор D-33106 фірми GLASS:
а – загальний вигляд; б – робоча камера з підпресовуючим валиком

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

14.3. Обладнання для масажування м'яса

Застосовують масажери з вертикальними і горизонтальними корпусами, атмосферні та вакуумні. Атмосферні масажери з вертикальним корпусом бувають з вертикальними і горизонтальними лопатями.

Масажер ДК-82 фірми «Белам» (Голландія) (рис. 14.10, а) відкритого типу з вертикальним корпусом – чаном 1 і двома вертикальними лопатями 2. Чан прямокутної форми має ніжки, висота яких дозволяє піднімати його вилами електрокара. Згори на фланці чана закріплена рама 4, на якій встановлений привід, від якого приводиться в обертання корпус планетарної передачі 5 і внутрішні зубчасті колеса, що забезпечують обертання лопатей валами 3. Частота обертання лопатей змінюється від 0,05 до 0,13 с⁻¹. Потужність електродвигуна приводу 0,74 кВт, місткість чана 0,7 м³, маса установки 335 кг.

Масажер ДК-20 фірми «Белам» (Голландія) (рис. 14.10, б) має такий же прямокутний чан 1, виконаний з нержавіючої сталі, але перемішуючі лопаті 3 горизонтальні і закріплені на вертикальному валу 2. Привід валу 5 встановлений на рамі 4, закріпленою на верхньому фланці чана. Потужність електродвигуна 0,3 кВт, місткість чана 0,45 м³, частота обертання валу 0,22 с⁻¹.

Ці масажери завантажують посоленим на голчастих шприцах м'ясом, заливають посолочною сумішшю і електрокаром транспортують в приміщення з температурою близько 4°C. Приводи лопатей забезпечують пряме і зворотне їх обертання. Загальна тривалість масажування доходить до 18 год.

14.4. Обладнання для тумблерування м'яса

Тумблерування проводять в місткості 1 (рис. 14.11), що обертається. В неї завантажують заздалегідь посолоне на голчастому ін'єкторі м'ясо 2 і розсіл. За рахунок відцентрових сил і сил тертя шматки м'яса піднімаються разом з внутрішньою обичайкою місткості і потім падають вниз. На внутрішній обичайці місткості закріплені лопаті 3, які інтенсифікують процес. За рахунок падіння і взаємного тиску в шматках м'яса відбувається прискорення внутрішнього перенесення інгредієнтів посолів.

Існує декілька видів тумблерів, що відрізняються видом і формою місткості, способами їх обертання, видами завантажувальних і розвантажувальних пристроїв та ін.

Установки для тумблерування можна розділити на дві групи: установки, в яких ємність, що обертається, і стенд з приводом роздільні та установки, в яких місткість закріплена на приводному стенді.

У першому випадку в якості місткості використовують стандартний прямокутний транспортний візок (рис. 14.12) або циліндричний барабан з ходовими роликами на днищі.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

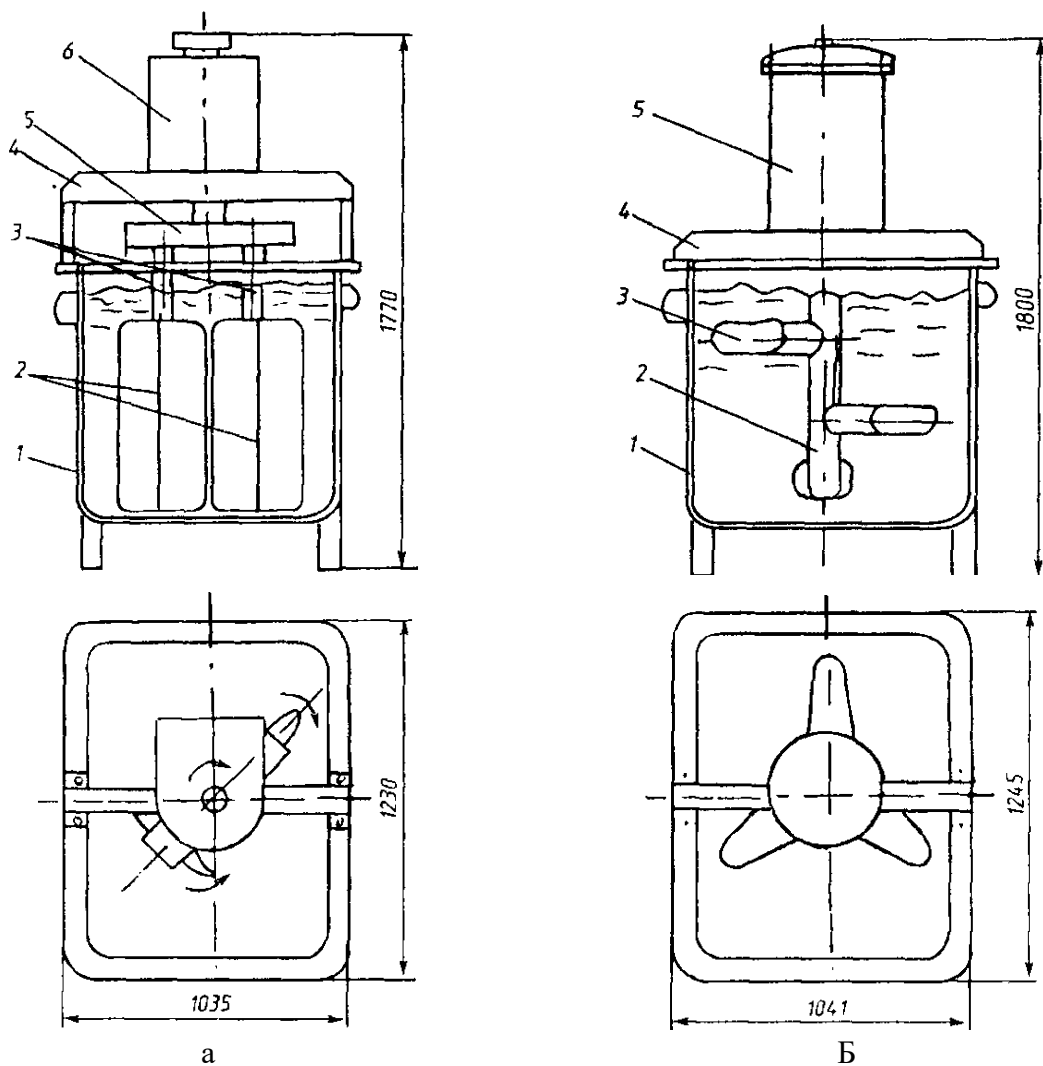


Рис. 14.10. Масажери фірми «Белам» (Голландія): а – масажер ДК-82: 1 – чан; 2 – лопаті; 3 – вали лопатей; 4 – рама; 5 – планетарна передача; 6 – привід лопатей; б – масажер ДК-20: 1 – чан; 2 – вал лопатей; 3 – лопаті; 4 – рама; 5 – привід лопатей

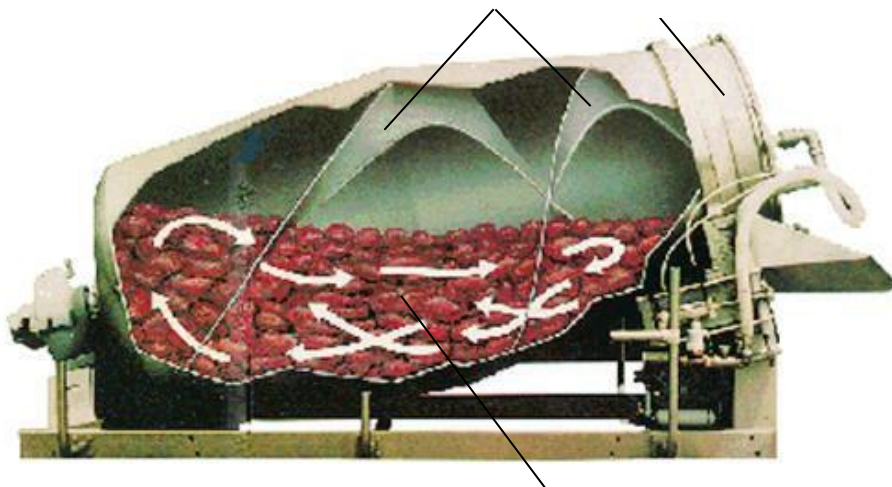


Рис. 14.11. Схема перемішування м'яса в тумблері

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ



Рис. 14.12. Транспортний візок

Установка Я2-ФММ (рис. 14.13) призначена для тумблерування посоленого м'яса. Вона складається із станини 2, встановленої на трьох опорах, в якій розміщені привід корпусу 10 і підшипникова опора 3 та вал 8. Привід має електродвигун 6, клинопову передачу 5, черв'ячний редуктор 7 і відкриту зубчасту передачу 4. Корпус забезпечений кришкою 11 з гумовим ущільненням. До кришки приєднаний вакуумпровід 9, що йде від вакуумного насоса через пастку-розширювач 1.

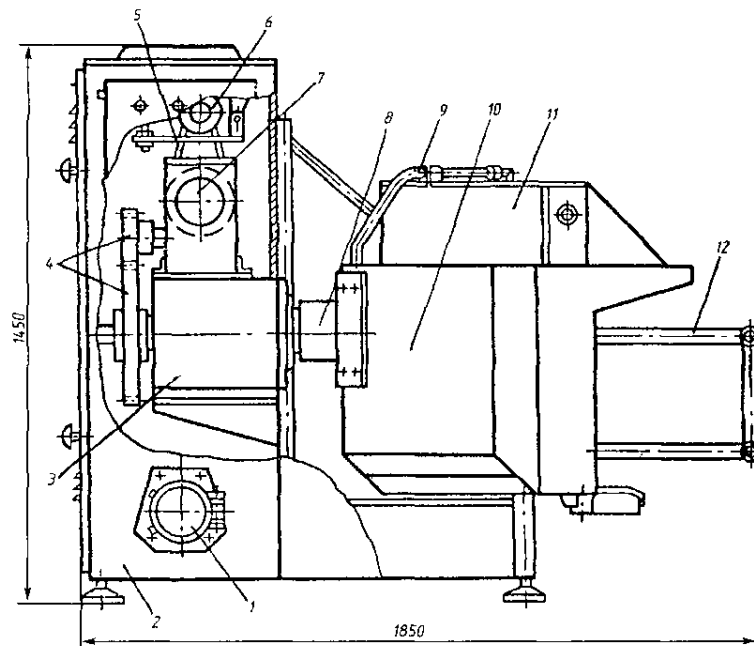


Рис. 14.13. Установка для тумблерування м'яса Я2-ФММ: 1 – пастка-розширювач; 2 – станина; 3 – підшипникова опора; 4 – зубчаста передача; 5 – клинопосова передача; 6 – електродвигун; 7 – черв'ячний редуктор; 8 – вал корпусу; 9 – вакуумпровід; 10 – корпус; 11 – кришка; 12 – напрямні

Кінематична схема машини показана на Рис. 14.14. Вона включає електродвигун 1 приводу, клинопову передачу 2, 3, 4, черв'ячний редуктор 10, шестерню 9 і зубчасте колесо 5 відкритої передачі, приводний вал 7 і підшипникову опору 6.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

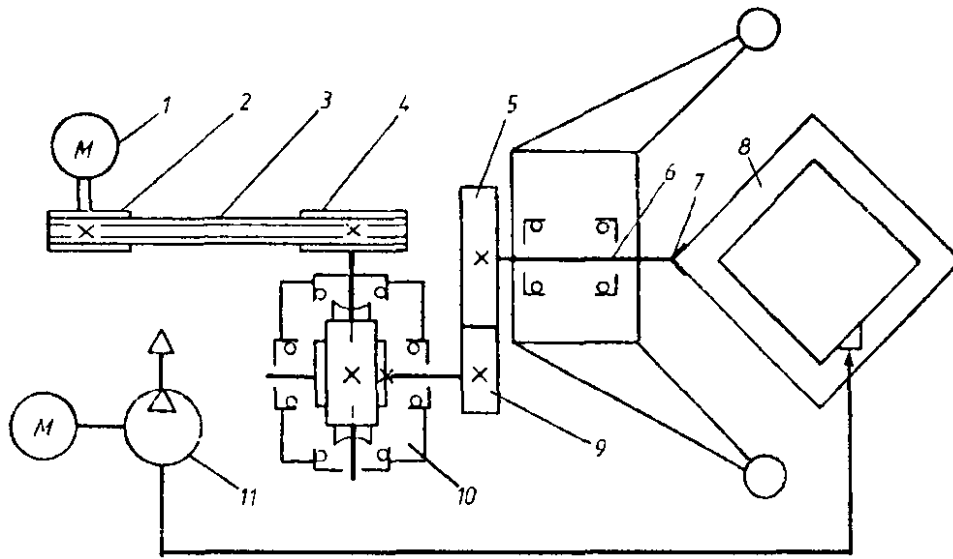


Рис. 14.14. Кінематична схема тумблера Я2-ФММ : 1 – електродвигун; 2, 4 – шківи; 3 – клинові ремені; 5 – зубчасте колесо; 6 – підшипникова опора; 7 – приводний вал; 8 – корпус; 9 – шестерня; 10 – черв'ячний редуктор; 11 – вакуумний насос

Машина працює таким чином. Посолену сировину завантажують в стандартний транспортний візок, який вручну завантажують в корпус 10 (див. рис. 14.13). Потім гвинтовим підйомним механізмом (на рисунку не показаний) візок притискають до гумового ущільнювача кришки 11. Включають вакуумний насос і після досягнення в корпусі тиску 0,7 МПа включають привід обертання. Частота обертання корпусу з візком $0,17\text{с}^{-1}$, тривалість обробки 30...60 хв залежно від виду продукту. Візок вивантажують після зупинки приводу і розгерметизації корпусу. Продуктивність установки 150...530 кг/год, потужність електродвигуна приводу 2,2 кВт.

У другій групі тумблерів ємність-барабан закріплюють: 1 – на двох опорах (рис. 14.15); 2 – консольно на одній опорі-валу (рис. 14.16); 3 – на валу і опорних роликах (рис. 14.17 – 14.19); 4 – на опорних роликах (рис. 14.20). Спосіб кріплення залежить від маси завантаженого продукту.

Спосіб кріплення барабана на двох опорах використаний у вакуумному вібротумблері ЯЗ-ФМС-650 (рис. 14.15).

Його циліндричний барабан 5 місткістю $0,65\text{ м}^3$ забезпечений люком для завантаження-вивантаження. Люк герметично закривають кришкою 4. Осі барабана встановлені на проміжні опори які, у свою чергу, спираються на чотири пружні опори (пружини) 3. Усе це зібрано на рамі 1, до якої з торця приєднаний корпус 7 приводного механізму. На корпусі встановлений пульт управління, що забезпечує програмне управління процесом. В період роботи барабан захищають огорожуванням 2. Максимальне завантаження барабана 300 кг, потужність електродвигуна приводу 4,1 кВт, маса машини 750 кг. Спільне використання вібрації і вакууму у декілька разів скорочує тривалість процесу, істотно підвищує вологосв'язувальну здатність м'яса і, таким чином, вихід готової продукції.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Барабани з малим об'ємом (до 0,4 м³) і масою можна закріплювати консольно на одній цапфі (рис. 14.16).

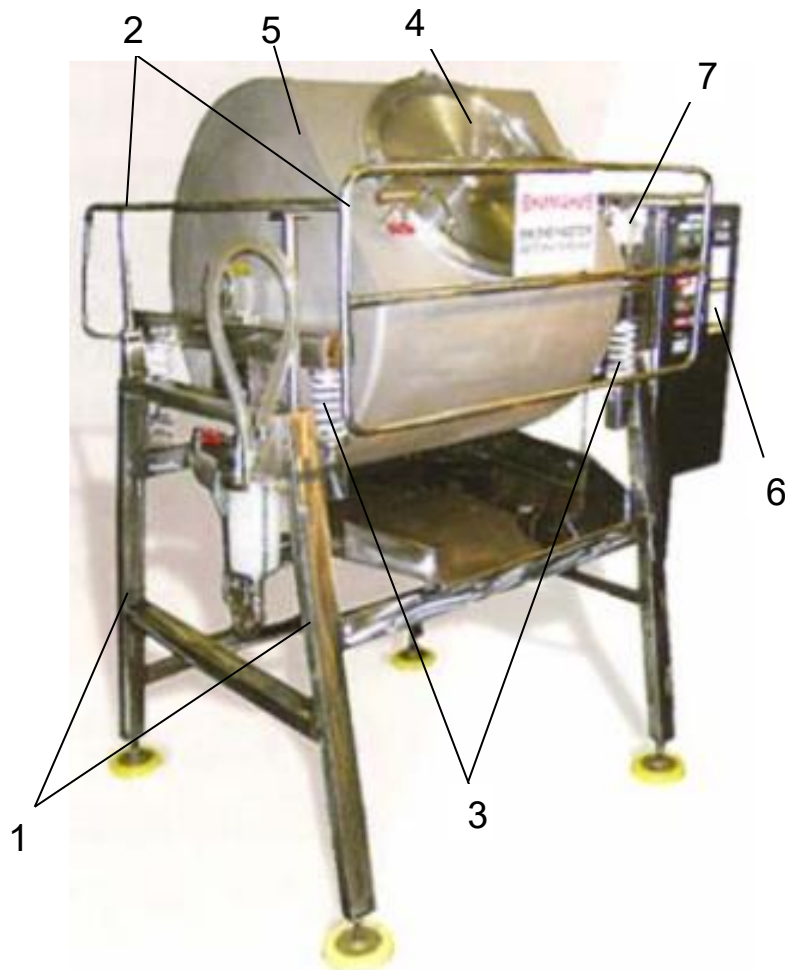


Рис. 14.14. Вакуумний вібротумблер ЯЗ-ФМС-650: 1 – рама; 2 – огорожа; 3 – пружна підвіска; 4 – кришка люка; 5 – барабан; 6 – пульт; 7 – корпус



Рис. 14.16. Вакуумний тумблер з консольним кріпленням барабану на опорі-валу

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Приводний механізм барабана складається з мотор-редуктора потужністю відповідно до 2,4 і 1,5 кВт і ланцюгової передачі. Залежно від виду приводного механізму може бути частота обертання (с^{-1}): одна – 0,18, дві – 0,13 і 0,26, або регульована – від 0 до 0,23. Управління машиною здійснюють в автоматичному режимі по програмах через пульт 7. За подібною схемою випускають тумблери з місткістю барабана до 3 м³.

Барабани великої місткості закріплюють дном на вихідному валу приводу і спирають спереду на два опорні ролики. До таких машин відносяться тумблери типу ПМ-ФМВ. Тумблери ПМ-ФМВ-02 (рис. 14.17) складаються із зварної рами 2, на якій закріплені дві роликові опори 1. Ззаду до рами прикріплений моторний відсік 6, в якому розташовані привід барабана і вакуумна система. Барабан 5 циліндричної форми з еліптичними днищами. До заднього днища приєднують вихідний вал приводного механізму, в передньому зроблений люк, що герметично закривається кришкою 4. У центрі кришки приварений штуцер, до якого через перехідник приєднують вакуумний шланг 3, що з'єднує барабан з вакуумним насосом. Перехідник забезпечує обертання штуцера і ущільнення, тому вакуумування відбувається безперервно.



Рис. 14.17. Вакуумний тумблер типу ПМ-ФМВ: 1 – роликова опора; 2 – рама; 3 – вакуумний шланг; 4 – кришка; 5 – барабан; 6 – моторний відсік; 7 – пульт управління

Для інтенсифікації процесу і вивантаження продукту на внутрішній поверхні барабана тумблера встановлюють похилі лопаті 3 (див. рис. 14.11).

Тумблери м'яса марки GPB компанії «SIVVAS» (рис. 14.18) застосовують для масажування, перемішування і засолювання м'яса в постійному чи пульсуючому вакуумі, згідно розробленої програми. Весь процес масажування проходить автоматично.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

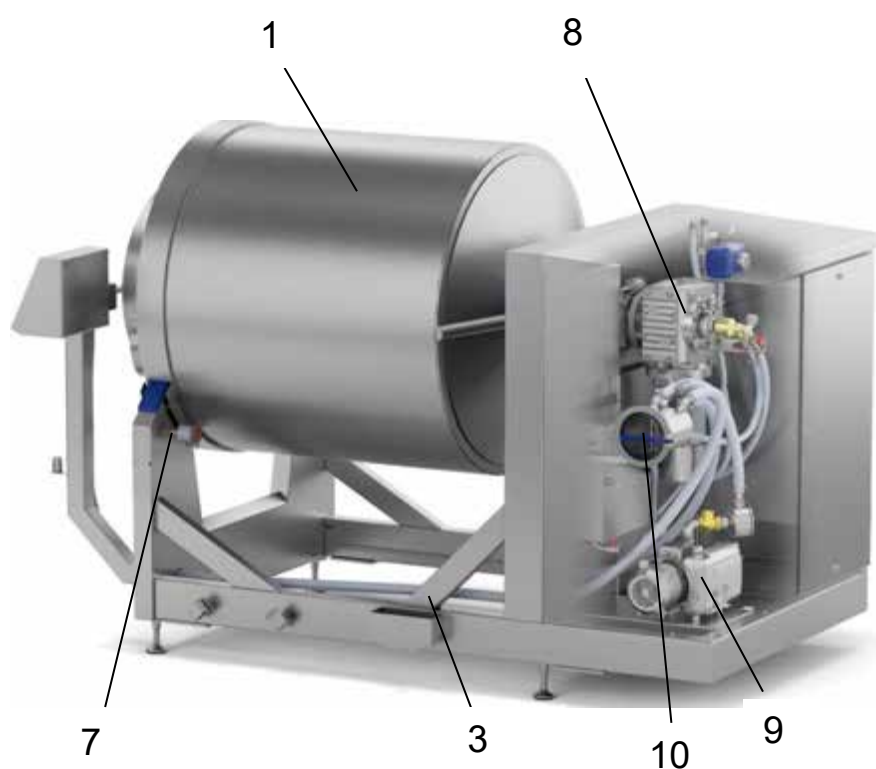


Рис. 14.18. Вакуумний тумблер м'яса марки GPB компанії «SIVVAS»:
1 – барабан; 2 – кришка; 3 – станина; 4 – щиток; 5 – пульт управління; 6 – вакуумна
магістраль; 7 – опорні ролики; 8 – двигун редуктор; 9 – вакуум-насос

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Тумблер (рис. 14.18) – це барабан 1 з кришкою 2, встановлений на станині 3. У щиті 4 за барабаном розташовано привод з електричною частиною та система відкачування повітря. Система управління розміщена в пульта 5 на стійці в передній частині обладнання. Вакуум у барабані 1 створюється вакуум-насосом 9 через відповідний пристрій 10 та трубопровід 6, що з'єднаний з кришкою 2. Приведення барабана в рух відбувається від двигуна-редуктора 8. При обертанні барабан спирається на два опорні ролики 7.

Тумблери марки GPB виготовляють шести типорозмірів з об'ємом барабана від 1,5 до 10 м³. Потужність приводу машини від 4 кВт до 24 кВт.

Тумблери GPS (рис. 14.19) фірми «Gunther» (Німеччина) призначені для використання на м'ясопереробних підприємствах великої потужності. Вони оснащені комп'ютером на 99 програм, за допомогою якого контролюються і програмуються всі параметри процесу: час дії, час перерви, швидкість, температура, кут нахилу тощо. Можуть бути обладнані системою охолодження, що гарантує точний і швидкий контроль температури. Тумблери комплектуються пристроєм перекидання і люком з автоматичним відкриттям.

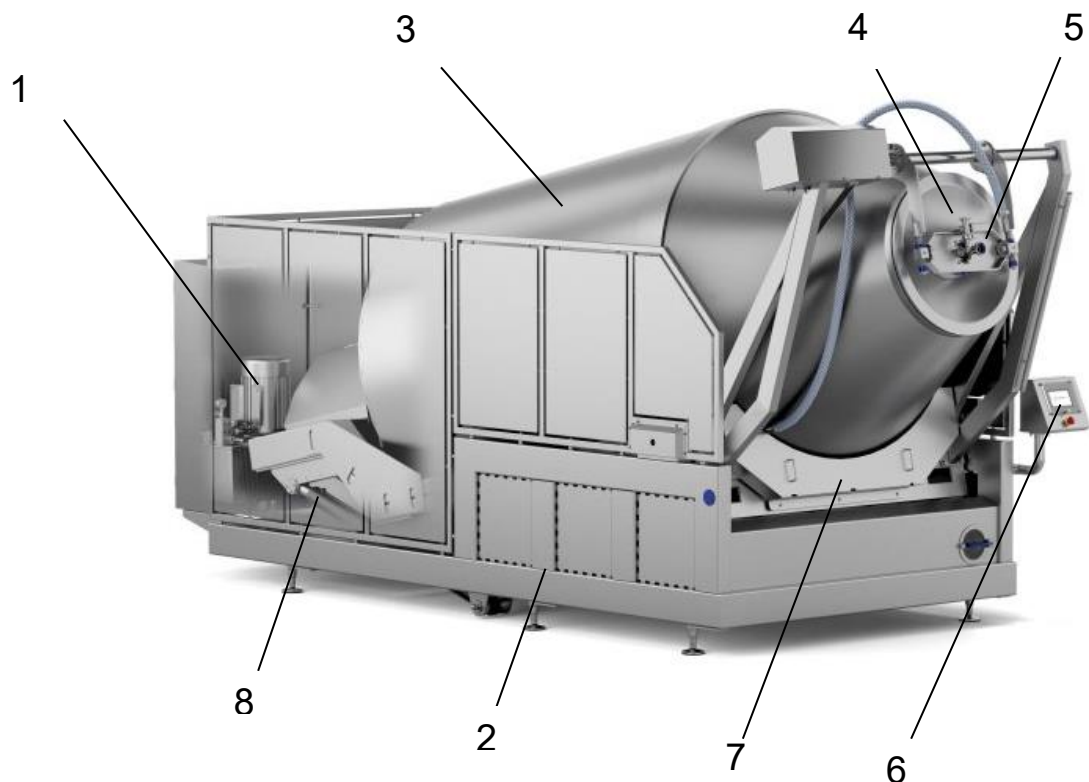


Рис. 14.19. Вакуумний тумблер GPS фірми «Gunther» (Німеччина):
1 – привод; 2 – станина; 3 – барабан; 4 – кришка; 5 – штуцер; 6 – пульт управління;
7 – платформа; 8 – гідропривод

Вакуумний тумблери GPS має дві точки кріплення барабана 3. Він прикріплений дном до вихідного валу приводного механізму 1 і спирається спереду на дві роликові опори, а для завантаження і вивантаження передбачено встановлення барабана на поворотній платформі 7.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

При завантаженні тумблера кришку 4 барабана 3 відкривають і з допомогою гідроциліндра 8 задню частину платформи 7 опускають. Завантаження здійснюють пересувним підйомником-перекидачем (рис. 14.20, а).



Рис. 14.20. Етапи роботи вакуумного тумблера GPS:

а – положення завантаження; б – робоче положення; в – положення вивантаження

Барабан 3 в робочому положенні (рис. 14.20, б) нахилений до горизонту під певним кутом, що забезпечує не тільки поперечну, але і поздовжню циркуляцію продукту. Барабан має конічну горловину, яку закривають герметично кришкою 4. На кришці закріплено штуцер 5, до якого приєднують трубопровід, через який здійснюється вакуумування. В середині на обичайці барабана приварені лопаті, а зовні обичайки може встановлюватись сорочка для циркуляції холодоносія, що підтримує необхідну температуру продукту. Платформа 7 закріплена на передній частині станини 2 віссю, а ззаду спирається на шток гідроциліндра 8. В середині станини розташовані гідро- і вакуумна системи.

Для вивантаження (рис. 14.20, в) барабан 3 разом із платформою 7 гідроприводом 8 опускають горловиною донизу. Барабан обертається, і продукт вивантажується у візок або на конвеєр.

Тумблери марки GPS виготовляють чотирьох типорозмірів з об'ємом барабана від 0,9 до 10 м³ при максимальному завантаженні від 550 кг до 6000 кг. Потужність приводу машини від 7 кВт до 36 кВт.

Ще одну групу тумблерів створюють машини, у яких барабан постійно встановлений на чотирьох ходових роликах. До подібних відноситься вакуумний тумблер (рис. 14.21) фірми «Райсер» (США).

Він складається із станини 1, на якій встановлені дві роликові опори 7, кожна з яких має вал, із закріпленими на ньому двома ходовими роликами, і автономні приводи валів. На роликах встановлюють циліндричний барабан 3 з двома сферичними днищами. Залежно від типу машини в одному або двох днищах роблять люки, що герметично закриваються кришками 4. Одна кришка має штуцер, на який надівають насадку 5, що сполучена вакуумним шлангом 6 з вакуумним насосом. В середині барабана на обичайці приварені спіральні лопаті для перемішування і вивантаження сировини. Якщо барабан забезпечений одним

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

люком, то завантаження і вивантаження роблять з одного боку, а якщо двома – то з протилежних. У другому випадку можлива організація потокової лінії з поданням і відведенням продукції за допомогою конвеєра.

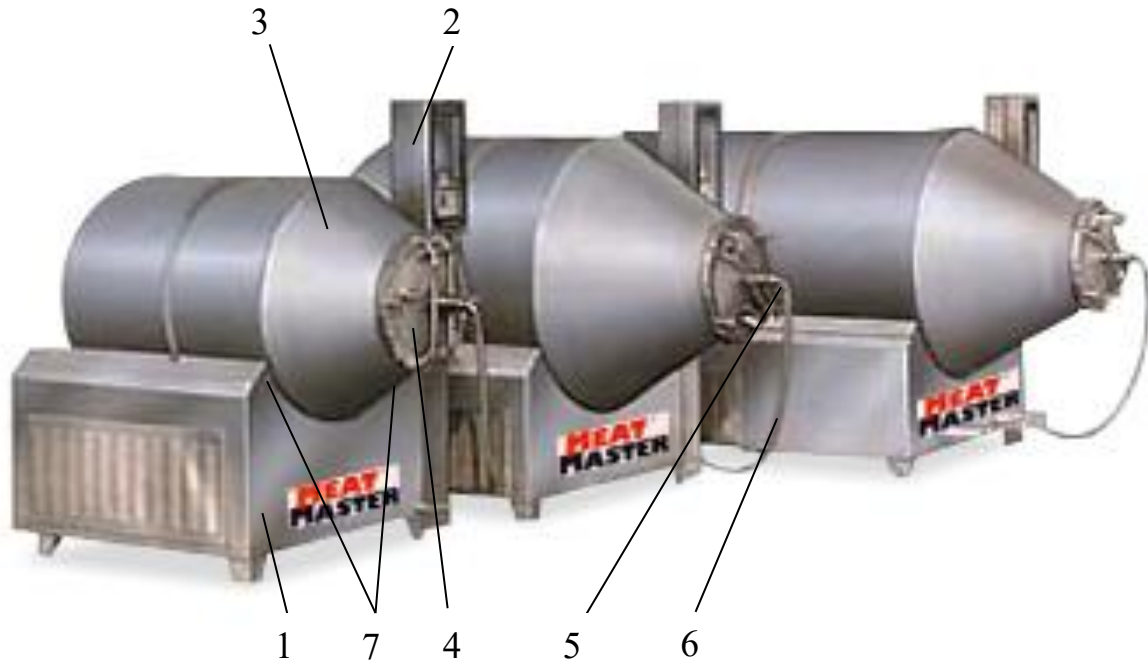


Рис. 14.21. Вакуумний тумблер фірми «Райсер» (США) : 1 – станина; 2 – пульт управління; 3 – барабан; 4 – кришка; 5 – насадка; 6 – вакуумний шланг; 7 – роликові опори

Управління процесом тумблерування ведуть з пульта 2 вручну або в автоматичному режимі за допомогою мікропроцесора, що має до 40 програм. Подібні машини можуть мати одноразове завантаження продукту від 1000 до 4500 кг.

14.5. Інженерні розрахунки

Продуктивність апарату ін'єкційного посолу, кг/год:

$$G = 3600m/\tau, \quad (1)$$

де m – маса одиниці продукції, кг; τ – тривалість посолу однієї одиниці продукції, с.

Тривалість засолу, с:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4, \quad (2)$$

де τ_1 – тривалість подачі продукту в зону ін'єкції, с; τ_2 – тривалість підйому продукту (опускання блоку з голками) для введення голок в продукт, с; τ_3 – тривалість опускання (підймання блоку з голками) продукту для вилучення з нього голок, с; τ_4 – тривалість власне ін'єкційного посолу, с.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Тривалість подачі продукту в зону ін'єкції дорівнює тривалості його видалення. Величини $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ є постійними, їх чисельні значення залежать від обраної транспортуючої системи і не залежать від умов ін'єкції.

Тривалість власне ін'єкційного посолу, с:

$$\tau_4 = \tau_{\text{ін}} + \tau_{\text{с}}, \quad (3)$$

де $\tau_{\text{ін}}$ – тривалість ін'єкції, с (залежить від дози ін'єкції, швидкості витікання струменя і загальної площі закінчення, тобто числа голок і перфорованих отворів в них); $\tau_{\text{с}}$ – тривалість стабілізації (релаксації) структури продукту після ін'єкції, с (залежить від зусилля притиснення продукту до блоку з голками, дози ін'єкції і ступеня неоднорідності k_n), що представляє собою відношення посоленого обсягу продукту до його загального обсягу.

Число голок:

$$Z_{\text{голок}} = \frac{k_n \cdot l \cdot b}{\pi \cdot R^2} \quad (4)$$

де k_n – ступінь неоднорідності, %; l, b – відповідно довжина і ширина продукту, м; R^2 – радіус засоленого простору навколо голки або глибина проникнення струменя тузлуку в продукт, м.

Кут зміщення осей отворів у голці, град:

$$\alpha = 360 / z_{\text{от}}, \quad (5)$$

де $z_{\text{от}}$ – число отворів в голці.

Відстань між отворами по осі голки, м:

$$x = h / \left[\frac{z_{\text{от}}}{2} + 1 \right], \quad (6)$$

де h – товщина продукту, м.

Відстань між перфорованими голками, м:

для рядного розташування:

$$x_p = R \sqrt{\frac{\pi}{k_n}}, \quad (7)$$

для шахового розташування:

$$x_{\text{ш}} = R \sqrt{\frac{\pi}{k_n} \cdot \frac{2\sqrt{3}}{3}} \quad (8)$$

Основні технологічні розрахунки масажерів

Критична частота обертання барабана, об/хв:

$$n_{\text{кр}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$$

де D – внутрішній діаметр барабана, м.

Робоча частота обертання барабана:

$$n = \phi_0 n_{\text{кр}}$$

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

де ϕ_0 – коефіцієнт, який характеризує співвідношення критичної і робочої частоти обертання.

Продуктивність масажера визначається за формулою, кг/год:

$$M = 60 \cdot G_n / \tau,$$

де G_n – маса одноразового завантаження барабана, кг; τ – тривалість циклу оброблення, хв.

Тривалість циклу включає тривалість технологічного оброблення і тривалість підготовчо-заклучних операцій.

Одноразове завантаження визначається за формулою:

$$G_n = \alpha \cdot \rho \cdot V,$$

де α – коефіцієнт завантаження об'єму барабана; ρ – об'ємна маса продукції, кг/м³; V – робочий об'єм барабана, м³.

Потужність, необхідна для роботи масажера, кВт:

$$N = \frac{(N_1 + N_2) \cdot \eta_a}{1000\eta}$$

де N_1 – потужність необхідна для піднімання продукції на висоту H , Вт; N_2 – потужність, що витрачається на подолання тертя в підшипникових опорах, Вт; η_a – коефіцієнт запасу потужності, $\eta_a = 1,2$; η – ККД привода.

$$N_1 = G_n(gH + 0,5v_k^2)/\tau_1,$$

де G_n – маса продукції в барабані, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; H – висота піднімання продукції, м; v_k – колова швидкість, м/с; τ_1 – тривалість піднімання одиниці продукції, с.

Висота піднімання продукції, м:

$$H = 2D \cdot \sin^2 \theta_p \cdot \cos \theta_p.$$

де θ_p – кут відриву продукції в крайній верхній точці:

$$\theta_p = \theta - \Delta\theta,$$

де θ – кут відриву в гладкому барабані, $\cos \theta = \frac{R\omega^2}{g}$; $\Delta\theta$ – додатковий кут підйому, $\Delta\theta = 5^\circ$.

Тривалість піднімання одиниці продукції, с:

$$\tau_1 = \frac{\psi}{\omega} = \frac{2\pi - 4\theta_p}{\omega}$$

де ψ – центральний кут.

В залежності від конструкції масажера потужність N_2 буде складатися з потужності, що втрачається в підшипниковій опорі головного валу і у роликових опорах.

Розділ 14. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СОЛІННЯ ТА ВИЗРІВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Потужність, що витрачається на подолання тертя в роликів опорах масажера:

$$N_2 = (G_n + G_{\delta}) \cdot \frac{g}{D_p} \cdot (2\lambda + \mu d) \cdot \frac{\omega D}{2}$$

де G_{δ} – маса барабана, кг; λ – коефіцієнт тертя кочення; μ – коефіцієнт тертя ковзання; ω – кутова швидкість обертання барабана, с^{-1} .

Потужність двигуна приводу масажера, що витрачається на подолання тертя в підшипникових опорах:

$$N_2 = (R_1 + R_2) \cdot \mu \cdot \omega \cdot \frac{d_y}{2} = (G_n + G_{\delta}) \cdot g \cdot \mu \cdot \omega \cdot \frac{d_y}{2}$$

де G_{δ} – маса барабана, кг; μ – коефіцієнт тертя ковзання в підшипнику; ω – кутова швидкість обертання барабана, с^{-1} ; d_y – діаметр цапфи підшипника, м.

14.6. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Характеристика процесу ін'єктування м'яса.
2. Процес масування м'яса. Визначення та характеристика.
3. Будова та принцип дії обладнання для ін'єктування м'яса.
4. Види обладнання, яке використовується для масування м'яса.
5. Яким чином здійснюється вакуумування ємностей масажерів?
6. Особливості використання різних конструкцій ін'єкторів.
7. Особливості конструкції тендеризатора.
8. Особливості конструкції масажерів.
9. Будова і принцип дії вакуумного масажера.
10. Методика визначення продуктивності і потужності приводу масажерів.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

15.1. Загальні положення

При виготовленні ковбасних виробів термічна і дифузійна обробки є заключними, що формують остаточно органолептичні характеристики продукту: колір, запах, консистенцію і, звичайно, смак. До цих операцій належать: осадження, підсушення, обсмажування, копчення, варіння, запікання, сушіння. Залежно від виду ковбас виробляють всі перераховані операції або тільки їх частину.

Короткочасна (1...6 год) осадження ковбасних виробів зазвичай не вимагає спеціального обладнання і здійснюється в процесі їх переміщення з шприцювального відділення в відділення термообробки. Осадження сиров'ялених і сирокопчених ковбас триває 6...10 діб в спеціальних камерах, обладнаних підвісними шляхами, настінними батареями і повітроохолоджувачами. Обладнання камер дозволяє підтримувати в камерах температуру повітря 2...4°C при відносній вологості 85...95%.

Підсушення – обробка поверхні батона гарячим повітрям з температурою 100°C і вологістю 10%.

Обсмаження проводять повітряно-димовою сумішшю температурою 100°C і вологістю 10%. Це комбінований процес, який поєднує термічну і дифузійну обробку. За час обсмажування поверхню батонів забарвлюється, а фарш прогрівається до температури в центрі батона 50...60°C і насичується коптільними речовинами, що створюють специфічний запах і смак.

Копчення – дифузний процес, при якому продукт обробляється повітряно-димовою сумішшю. Метою копчення є додання стійкості до мікроорганізмів і створення специфічного смаку і запаху готової продукції.

Варіння – процес термічної обробки більшої частини ковбасних виробів, при якому нагрівається вся маса фаршу, за рахунок чого денатурується білок, трансформується колаген, знищується велика частина вегетативної форми мікрофлори. При варінні створюється необхідна консистенція продукту, утворюються специфічний аромат і смак.

Запікання ковбасних і м'ясних виробів проводять гарячим повітрям з температурою до 150°C для досягнення в центрі виробу температури 70°C і скоринки підсушування на поверхні.

Сушінню піддають сирокопчені та сиров'ялені ковбаси. При цьому в фарші відбуваються біохімічні і мікробіологічні процеси. Сушіння створює специфічні властивості продукту і в той же час є способом його консервування. Для виконання перерахованих технологічних процесів застосовують різноманітні апарати періодичної і безперервної дії, одно операційної дії і комбіновані. Істотними факторами, що визначають їх конструкцію, є спосіб підведення теплоти і, особливо, вид обробленого середовища. В якості теплоносіїв застосовують рідкі, газоподібні середовища і пару.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

15.2. Апарати для обробки рідкими теплоносіями

В якості рідкого теплоносія використовують гарячу воду і розплавлені жири. Гарячу воду використовують при варінні зануренням у неї ковбасних виробів, герметично упакованої шинки і консервів. Розплавлений жир застосовують для обробки натуральних і рублених напівфабрикатів.

Найпростішим за виконання і технічним оснащенням є спосіб конвективного обробітку продукту – занурення в попередньо нагріту воду, температуру якої підтримують, нагріваючи стінку варильного котла.

До обладнання для варіння м'яса і м'ясних продуктів відносять чани і варильні котли.

Чани випускають стаціонарними або перекидаються, з паровим або вогневим обігрівом, з вивантаженням вручну або механізовано, шляхом перекидання резервуара або кошика, що розташовується усередині резервуара. Чани бувають відкритими або з відкидною кришкою.

Більш досконалим обладнанням для варіння м'ясних виробів є варильні котли. Герметично закриваючись кришкою, вони дозволяють інтенсифікувати процес варіння та виключити паровиділення в виробниче приміщення.

Варильні котли призначені для варіння продуктів у великій кількості води, але можуть бути використані і для здійснення процесу варіння на пару. Основний їх розподіл проводиться за способом обігріву робочої камери і конструктивного оформлення. При роботі апарату нагріті електронагрівники або стінки посуду для варіння передають свою теплоту оброблюваному продукту, забезпечуючи його теплову обробку.

Котли з безпосереднім обігрівом робочої камери обігріваються тенами або теплообмінником, зануреними в гаряче середовище. Вони характеризуються простотою конструкції, невисокою вартістю, можливістю швидкого розігріву оброблюваного продукту, проте не забезпечують плавного регулювання температурного режиму і рівномірності температури на поверхнях нагріву, що може привести до підгоряння продукту. Наявність локального перегріву по поверхні теплообміну обумовлює неможливість повної автоматизації апаратів даної конструкції, викликає необхідність постійного контролю з боку обслуговуючого персоналу і періодичного перемішування вмісту посуду для варіння.

Більш досконалими по конструкції і особливостям підігріву продукту є котли з непрямым обігрівом робочої камери відрізняються від котлів з безпосереднім обігрівом наявністю спеціального вузла для варіння – сорочки, в яку надходить проміжний теплоносій.

Як проміжний теплоносій використовується вологий насичений водяний пар. При роботі апарату вода надходить в парогенератор, де отримується вологий насичений пар, який далі надходить в парову сорочку. Строго відстежується наявність домішки повітря в паровій сорочці, так як це впливає на величину тепловіддачі від проміжного теплоносія (наявність домішки повітря в кількості

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

5...6% знижує коефіцієнт тепловіддачі від вологої насиченої пари в 5...7 разів). В сорочці підтримується постійний тиск, величина якого регулюється за допомогою приладів автоматики і візуального спостереження. Вологий насичений пар нагріває стінки робочої камери, забезпечуючи, тим самим, проведення процесу теплової обробки харчових продуктів.

Котли з непрямым обігрівом робочої камери забезпечують рівномірний нагрів стінок робочої камери апарату, але характеризуються порівняно високою вартістю, вимагають спеціальної підготовки обслуговуючого персоналу. Крім того, існує необхідність періодичних перевірок і контролю за експлуатацією апаратів з боку спеціальних органів, так як дані апарати відносяться до посудин, що працюють під тиском. Варильний котел може мати прямокутну (рис. 15.1) або циліндричну (рис. 15.2) форми варильної посудини.

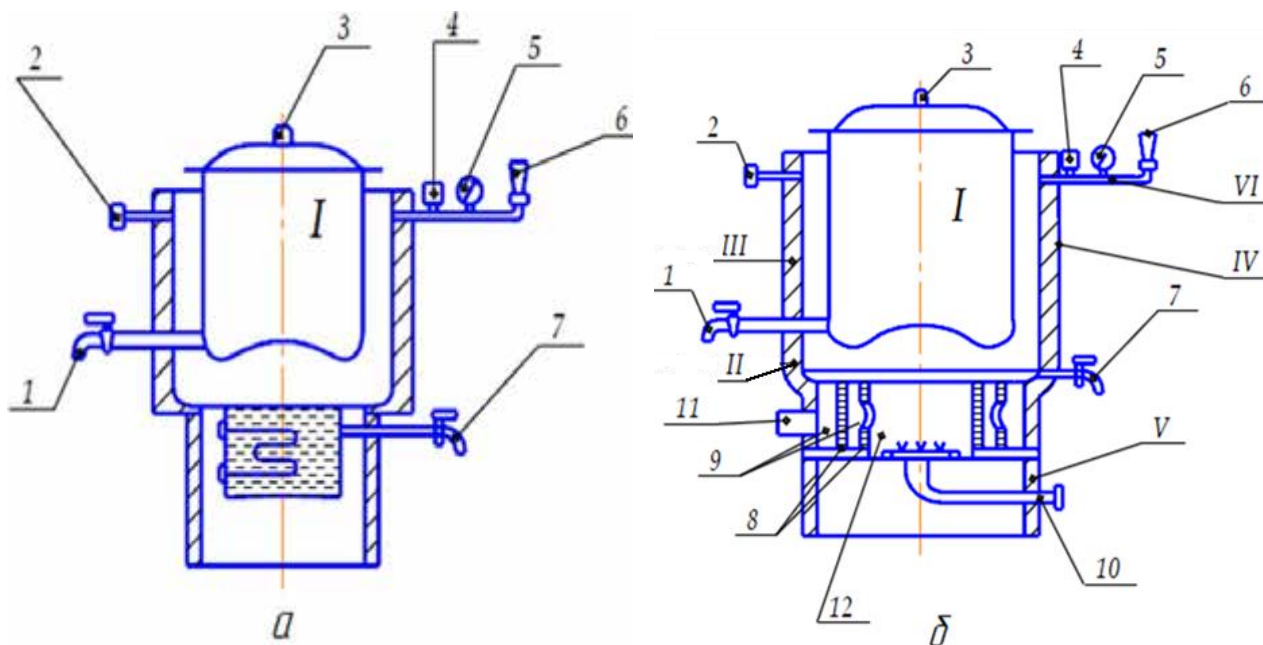


Рис. 15.1. Конструктивна схема котлів з прямокутною формою варильної посудини та непрямым обігрівом: а – електричним; б – газовим; I – варильна посудина; II – корпус котла; III – теплова ізоляція; IV – кожух; V – підставка апарату; VI – арматура і контрольно-вимірювальні прилади: 1 – зливний корковий кран; 2 – повітряний клапан; 3 – клапан-турбіна; 4 – подвійний запобіжний клапан; 5 – манометр; 6 – наповнювальна воронка; 7 – кран рівня; 8 – концентрично розташовані кільцеві кишені; 9 – кільцевий газохід; 10 – газовий пальник; 11 – патрубок для відводу відпрацьованих газів; 12 – камера згоряння

Котли з прямокутною формою варильної посудини (рис. 15.2) дозволяють здійснювати теплову обробку харчових продуктів в перфорованих ємностях. Процес варіння здійснюється шляхом занурення в рідину, зрошення гарячою рідиною, а також обробки паром, пароводяної і пароповітряної сумішами, продуктами горіння, електроенергією та опроміненням. Найбільшого поширення набули перші три способи варіння, які не вимагають складного устаткування і дозволяють обробляти велику кількість продукції.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

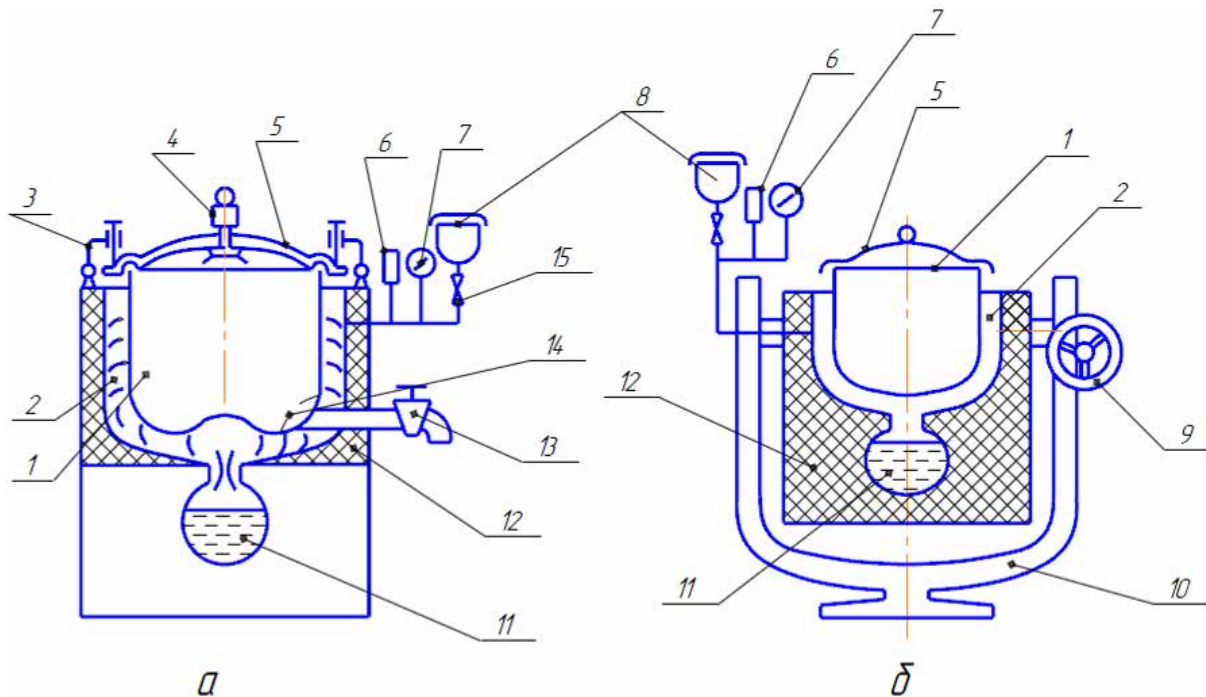


Рис. 15.2. Конструктивна схема котлів з циліндричною формою корпусу та непрямым обігрівом: а – стаціонарних; б – перекидних; 1 – варильна посудина; 2 – сорочка; 3 – відкидні болти; 4 – клапан "турбінка"; 5 – кришка; 6 – подвійний запобіжний клапан; 7 – манометр; 8 – заливальна воронка; 9 – черв'ячний поворотний редуктор; 10 – станина; 11 – парогенератор; 12 – теплова ізоляція; 13 – кран зливу рідини; 14 – захисна сітка; 15 – кран заливальної воронки

Котел К7-ФВА (рис. 15.3) з перекидним резервуаром 5 і паровою сорочкою 7 спирається через цапфи із підшипниками 8 на стійки 2. До цапф приєднані труби для підведення пари в сорочку 7 і відведення конденсату 9. На лівій цапфі встановлений перекидний механізм 3 (черв'як і черв'ячне колесо) за допомогою якого при вивантаженні продукції перевертають резервуар 5.

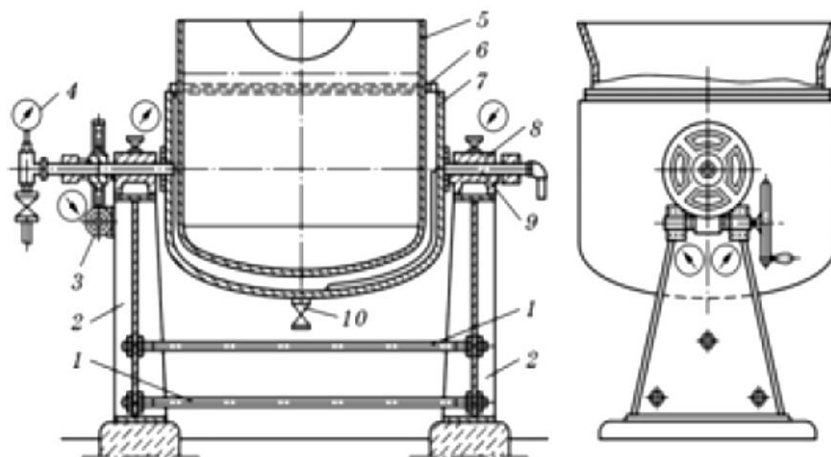
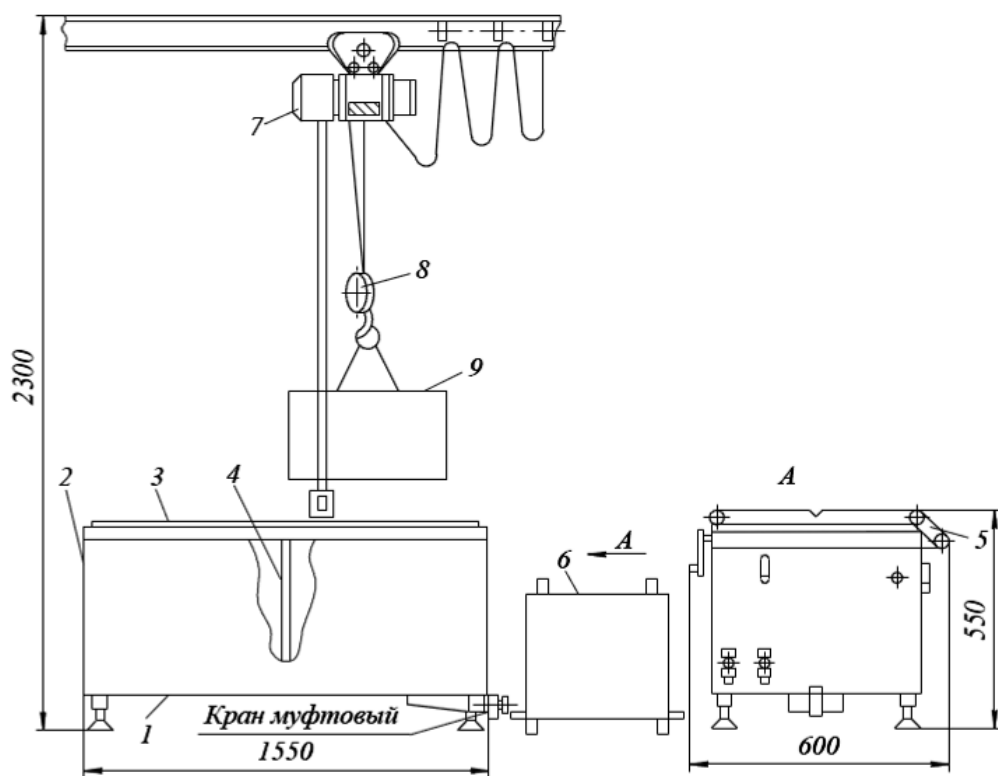


Рис. 15.3. Варильний перекидний котел К7-ФВА: 1 – тяги; 2 – стояки; 3 – перекидний механізм; 4 – манометр на трубі подачі пари; 5 – робоча ємність котла; 6 – герметизуючий фланець; 7 – парова оболонка; 8 – підшипник; 9 – труба для відведення конденсату; 10 – спускний кран

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Котел К7-ФВЗ-Е (рис. 15.4) призначений для варіння і бланшування субпродуктів та варіння окостів в двох кошиках 9 з нержавіючої сталі. Посередині котла на вертикальних внутрішніх стінках закріплена перегородка, що розділяє його на дві частини і служить направляючою для кошиків. Він являє собою безкаркасну прямокутну металоконструкцію – резервуар 2, під якою розташований шар теплоізоляції товщиною 50 мм. Днище 1 і кришка 3 двостулкових конструкції ізоляції не мають. Посередині котла на вертикальних внутрішніх стінках закріплена перегородка 4, що розділяє його на дві частини і служить направляючою для кошиків 9. Кришка 3 відкривається і закривається за допомогою важеля гвинтовий системи 5, змонтованої з правого боку котла.



а



б

Рис. 15.4. Котел К7-ФВЗ-Е: а – схема; б – загальний вигляд

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Збірник бульйону 6 – циліндрична ємність з кришкою, виконана з листової нержавіючої сталі. Для наповнення бульйоном і його зливу в корпусі збірника передбачені отвори з патрубками.

В котел за допомогою електроталі 7 і пристрою захвату 8 встановлюють кошики 9 з субпродуктами, потім заливають воду і подають пар через барботер. При досягненні заданої температури всередині котла починається варіння. Після закінчення процесу бульйон з жиром частково зливають в збірник, відкриваючи вентиль на зливному трубопроводі.

Інший спосіб вивантаження застосований в котлі з перекидним кошиком (рис. 15.5). Він складається з резервуару 1, забезпеченого на дні обігрівуючою сорочкою і термоізоляцією на бічних поверхнях. Резервуар закривається кришкою 4. Продукт завантажують у корзину 2, котра піднімається двома гідроциліндрами 3 при вивантаженні. Опускається корзина під дією власної сили тяжіння.



Рис. 15.5. Котел з перекидним кошиком

Ємність котла $1,15 \text{ м}^3$, кошика – $0,85 \text{ м}^3$. За кордоном випускають широку гаму прямокутних котлів, що завантажуються за допомогою тельфера. Об'єм цих котлів коливається від $0,2$ до $1,2 \text{ м}^3$.

Для варіння у воді ковбасних виробів невеликого діаметру (до 60 мм) застосовують апарати безперервної дії. В апараті В2-ФЛЛ/2 ковбаски діаметром 55 мм завантажують в ящики корзини, які переміщують по двом паралельно встановленим ваннам. У першій ванні циркулює вода із температурою $75\ldots 85^\circ\text{C}$, а в другій – з температурою 6°C . Тривалість процесу варіння-охолодження 24 год . Продуктивність установки до 500 кг/г . Установка працює в автоматичному і ручному режимах управління.

15.3. Обладнання для обсмажування

Для обсмажування рубаних напівфабрикатів використовують апарати з різними видами підведення теплоти: кондуктивним на розігрітих плитах, конвективним від гарячого повітря або нагрітого жиру, променевим від темних або світлих випромінювачів, мікрохвильовий. Апарати, що використовують гаряче повітря, променевий і мікрохвильовий нагрів, застосовують на підприємствах малої продуктивності. Це апарати шафового типу періодичної дії.

Для підприємств великої продуктивності з безперервним циклом роботи використовують апарати для обсмажування в маслі і кондуктивні стрічкові апарати. Апарати для обсмажування в олії називають також фритюрницями. Ці апарати за схемою нагріву масла і організації руху продукту діляться на кілька видів.

Розрізняють апарати з безпосереднім обігрівом масла в масляній ванні без фільтрації або з фільтрацією жиру і з виносними нагрівниками масла і його неперервною фільтрацією. Перший вид апаратів більш дешевий, але він має ряд технологічних вад. Масло в процесі обробки забруднюється, і його доводиться часто замінювати і очищати на додатковому обладнанні. Частково ці недоліки усуваються при установці фільтрів, які безперервно очищають олію, але при цьому збільшується вартість апарату. Цей тип апаратів рекомендують для обробки непанірованих напівфабрикатів.

Другий тип апаратів можна застосовувати для будь-яких видів напівфабрикатів. При цьому термін використання жиру збільшується.

В апараті типу «Скверфейер Е» фірми «Сквер АБ» (Швеція), показаному на рис. 15.6, застосоване безпосереднє нагрівання масла від електричних нагрівників. Він може бути використаний для непанірованих рубаних м'ясних напівфабрикатів, рибних та овочевих (наприклад, картопляних) продуктів. У корпусі 1 апарату закріплена ванна, зварена з листів нержавіючої сталі. Ванна має закруглені кути і зачищені шви, що полегшує її санітарну обробку. Корпус термоізований, і в ньому під ванною встановлені тенти, потужність яких зменшується по ходу руху продукції. Перший блок тенів має потужність (кВт) 38,4, другий – 35,1, третій – 26,7 і четвертий – 20,0. У ванні на осі 7 закріплюють раму 4 пруткового конвеєра 2. Конвеєр приводиться в рух від мотор-варіатора 9 потужністю 0,55 кВт через ланцюгову передачу 6 і привідний вал 5. Стрічка конвеєра натягується натяжним пристроєм 8. На стрічці може бути встановлено перевертальний пристрій 3, що складається з декількох валиків. Цей пристрій застосовують при обсмажуванні плоских виробів з двох поверхонь в невеликій кількості олії. При повному зануренні перевертальний пристрій знімають і полотно натягують.

Наприкінці ванни конвеєр піднімається над рівнем масла, завдяки чому з продукту стікає надлишкове масло. Вироби надходять на конвеєр від проміжного транспортера і, залежно від розміру, на ньому розташовуються від чотирьох (котлети) до дванадцяти штук в ряд (фрикадельки).

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

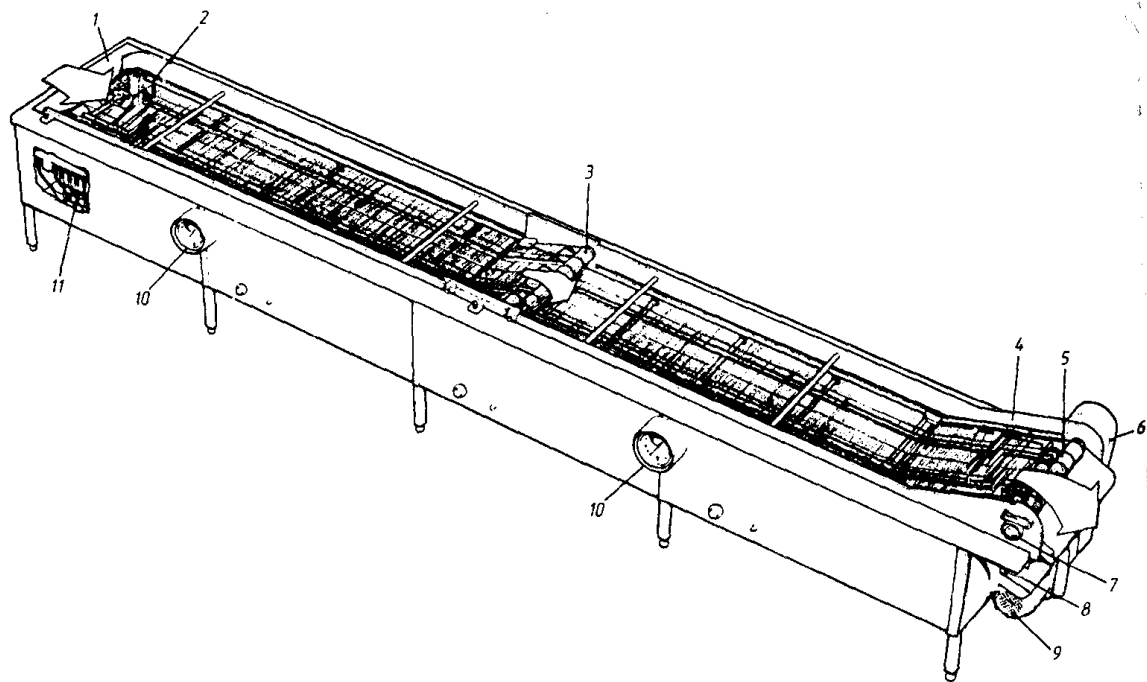


Рис. 15.6. Апарат для обсмажування типу «Скверфейер 500Е» фірми «Сквер АБ» (Швеція):
1 – корпус з ванною, 2 – прутковий конвеєр, 3 – перевертальний пристрій, 4 – рама конвеєра;
5 – привідний вал конвеєра; 6 – ланцюгова передача; 7 – вісь кріплення конвеєра; 8 –
натяжний пристрій; 9 – мотор-варіатор; 10 – датчики температури; 11 – нагрівник

Робоча ширина стрічки 480 мм. Швидкість стрічки встановлюють залежно від необхідної тривалості обсмажування. Масло спочатку заливають у ванну і після закінчення циклу зливають через бічні патрубки, які забезпечені вентилями і висувними жолобами. При очищенні поверхні ванни корпус конвеєра 2 підіймають, повертаючи його на осі 7.

Продуктивність апарату залежить від виду оброблюваної продукції. При обсмажуванні котлет діаметром 90 мм і товщиною 10 мм від початкової температури 10°C до кінцевої – 75°C – час процесу становить 2 хв., а продуктивність – 430 кг/год. При обсмажуванні м'ясних фрикадельок діаметром 16 мм час обсмаження 2,5 хв., а продуктивність 475 кг/год.

Технологічна схема апарата з виносним підігрівачем масла показана на рис. 15.7. У корпусі 10 у ванну наливають жир. Оброблюваний виріб подають під шар жиру прутковим конвеєром 1. Над ним встановлено верхній конвеєр 5, оснащений поперечними пластинами. Він перешкоджає спливанню виробів і пересуває їх уздовж ванни. Завдяки цьому конвеєру можливо обробляти продукти будь-якої щільності. На виході відвідний конвеєр 7 вивантажує обсмажені вироби.

Над корпусом встановлюють кришку 3 з витяжною трубою 6 і перегородку 4, через які з апарату видаляються пари і газу. Відпрацьований жир із забрудненнями по трубопроводу 8 збирається в збірнику 9, де осідають великі забруднення. Далі жир насосом 13 прокачується через здвоєний фільтр, в якому одна секція 12 працює, друга 11 регенерується.

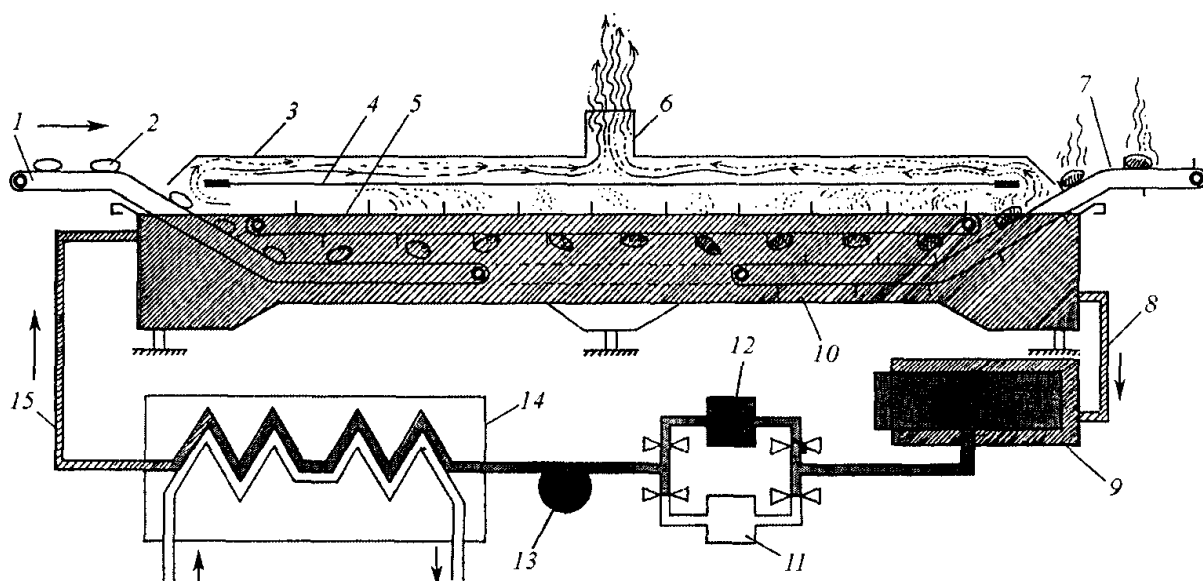


Рис. 15.7. Технологічна схема апарату для обсмажування з виносним нагрівником:
1 – подавальний конвеєр; 2 – виріб; 3 – кришка, 4 – перегородка; 5 – верхній конвеєр;
6 – витяжна труба; 7 – відвідний конвеєр; 8, 15 – трубопроводи; 9 – збірка; 10 – корпус;
11, 12 – двосекційний фільтр; 13 – насос; 14 – теплообмінник

Очищений жир надходить в теплообмінник, де нагрівається електрикою (тенами), паром або маслом. При досягненні робочої температури жир по трубопроводу 15 знову надходить в апарат.

Обсмажувальні апарати випускаються рядом фірм. Вони мають ряд відмінностей, але принципово їх конструкція близька розглянутим вище.

Температура масла при обсмажуванні може досягати 140°C , що призводить до активного випаровування вологи з продукту і вбирання масла. Продукт істотно змінює свої властивості. Масло при обсмажуванні окислюється і стає коричневого кольору, набуває кислого смаку і неприємного запаху. Погіршення якості олії викликає погіршення якості продукції. Тому масло в апараті періодично повністю замінюють.

В апаратах (рис. 15.8) обсмажування проводиться без жиру на стрічкових конвеєрах. На корпусі 1 апарату встановлені нижня 2 і верхня 4 конвеєрні тефлонові стрічки, армовані скляними нитками. Між стрічками утворюється зазор, який дорівнює товщині оброблюваного виробу. Над та під стрічками конвеєра встановлені нагрівальні елементи 7. Апарат закритий зверху кожухом 5 з витяжною трубою 6.

Виріб подається з торця апарату в зазор між стрічками і по ходу руху нагрівається і обсмажується. Через антипригарні властивості тефлону вироби не прилипають до стрічок і вивантажуються з іншого торця апарату.

На холостих ділянках стрічок встановлені мийні механізми 8 і 9. Подібний метод має ряд переваг. Обсмажування відбувається без масла, тому виріб має вигляд домашнього приготування. Скорочується тривалість процесу і збільшується вихід готової продукції.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

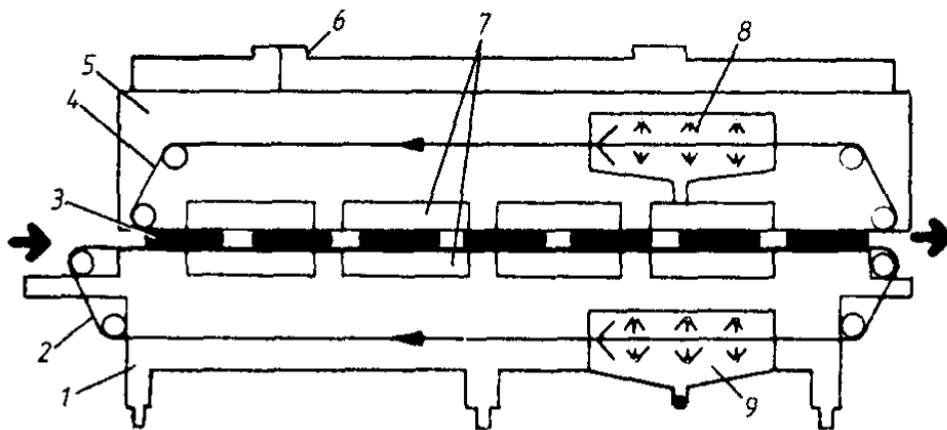


Рис. 15.8. Технологічна схема стрічкового обсмажувального апарату: 1 – корпус; 2, 4 – нижній і верхній стрічкові конвеєри; 3 – виріб; 5 – кожух; 6 – витяжна труба; 7 – нагрівальні елементи; 8, 9 – мийні механізми

Обсмажувальний апарат фірми «Сквер АБ» (Швеція) (рис. 15.9) має три секції: передню, середню і задню. Через ці секції проходять нижній 3 і верхній (не показаний) конвеєри з тefлоновими стрічками. У всіх секціях встановлюють нагрівальні елементи. Крім того, у першій розміщені привідна і натяжна станції 2, а в третій – мийні механізми 9. Всі елементи конструкції зібрані на рамі 1 і закриті зверху трьома кожухами: 4, 6, 8. На рис. 15.9 середній кожух показаний в піднятому вигляді. На кожухах розміщена витяжна труба 5.

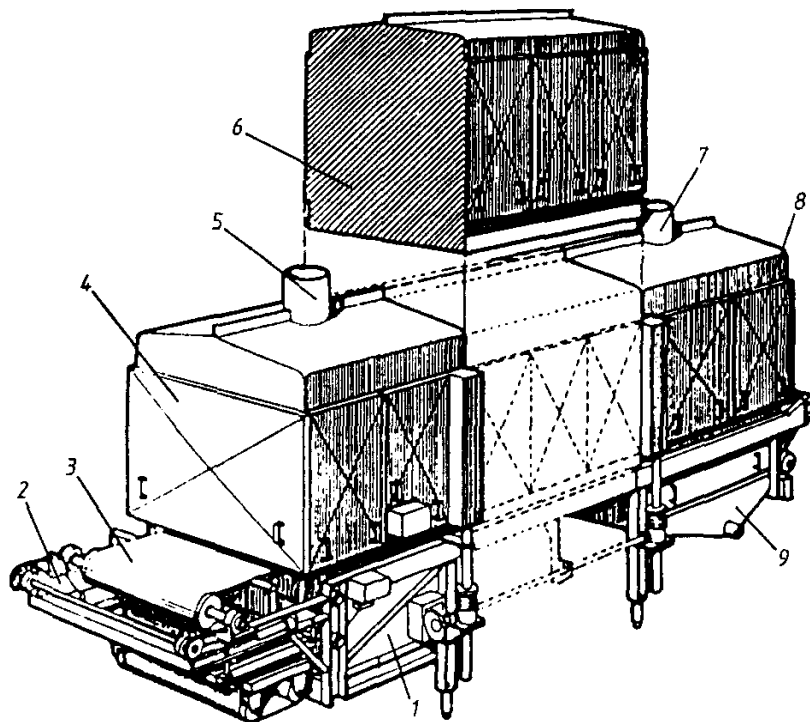


Рис. 15.9. Стрічковий обсмажувальний апарат фірми «Сквер АБ» (Швеція): 1 – рама; 2 – натяжна і привідна станції; 3 – стрічка нижнього конвеєра; 4, 6, 8 – кожухи відповідно першої, другої і третьої секції; 5, 7 – витяжні труби; 9 – мийний механізм

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Апарати цієї конструкції спроектовані як модульні, і між першою і останньою секціями можуть бути змонтовані кілька середніх залежно від потрібної продуктивності. Так, при єдиній ширині стрічки 0,6 м її довжина може бути від 1,8 до 7,2 м, при цьому потужність електричних нагрівників змінюється від 81 до 340 кВт, потужність мотор-варіаторів від 4 до 9 кВт, а продуктивність – від 800 до 1200 кг / год.

15.4. Апарати для обробки газо- і пароподібними теплоносіями

У цих апаратах в якості теплопередавального середовища (агенту) використовують: повітря, димоповітряну суміш, гостру пару і пароповітряну суміш. По виду виконуваних операцій їх розділяють на одноопераційні і комбіновані (універсальні). В одноопераційних апаратах виконується лише одна технологічна операція: обсмажування, копчення, варіння, охолодження або сушіння. Для повної термічної обробки апарати встановлюють послідовно згідно технології.

У комбінованих апаратах всі операції послідовно здійснюють в єдиному просторі камери. При цьому розрізняють термокамери (універсальні камери) і термоагрегати. У термокамерах продукт залишається нерухомим, а процес розгорнутий за часом: технологічні операції виконуються послідовно. У термоагрегатах процес розгорнутий у просторі, і продукт переміщається послідовно через ряд зон, що мають свої складові робочих середовищ і температурно-вологісні режими. За способом транспортування продукту термоагрегати бувають рамними і конвеєрними.

15.4.1. Одноопераційні апарати

Їх виготовляють у вигляді теплоізованих камер, тупикових або прохідних, в які ковбаси завантажують по рейці на підвісних рамах (рис. 15.10) або на підлогових візках (рис. 15.11). Камери оснащують установками для підготовки та подачі термообробного агента, системами його розподілу в об'ємі і виведення назовні.

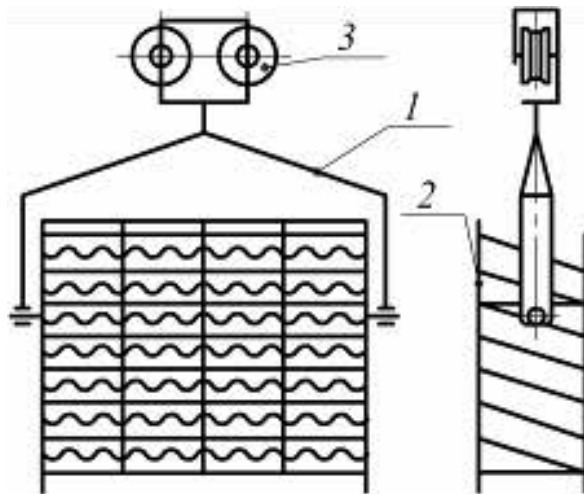


Рис. 15.10. Ковбасна підвісна рама Я2-ФЕА, що переміщується по підвісному шляху:
1 – траверси; 2 – каркас; 3 – ролик

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ



Рис. 15.11. Ковбасні підлогові візки

Обсмажувальні камери призначені для підсушування і обсмаження ковбас. Робочим середовищем при підсушуванні і обсмаженні служить повітря з температурою 100°C і вологістю 10% або повітряно-димовою суміш з тими ж параметрами. Завантаження ковбас в камери здійснюють на рамах або на ковбасних палицях. Перші називають рамними, другі – ярусними, так як, ковбасні палиці укладають на полиці, закріплені в кілька ярусів на стінках камери. Завантаження та розвантаження продукції в ярусних камерах більш трудомістка, ніж у рамних. За кількістю рядів рам розрізняють одно- і дворядні. У ряді може бути від однієї до шести рам. Обсмажувальні камери оснащують вбудованими або виносними димогенераторами.

Обсмажувальна камера (рис. 15.12) з вбудованим димогенератором – горном – складається з прохідної камери 11, що має двоє дверей 3 і 10.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Продукцію завантажують на підлогові візки, які переміщують по рейках 2. Під камерою знаходиться топка 13 (горн) з візком 15, на яку укладають шарами дрова і зверху – тирсу. Дрова горять, а тирса тліє, виділяючи дим. Для регулювання інтенсивності горіння з приямку 1 відкривають отвір в дверцятах 15. Дим проходить через решітчасту підлогу 14, що спирається на балки 15. З камери дим відводиться через зонт 9 в канал 5 а далі вентилятором 7 через трубу 6 в атмосферу. Зонти 4 і 8 видаляють дим із приміщення.

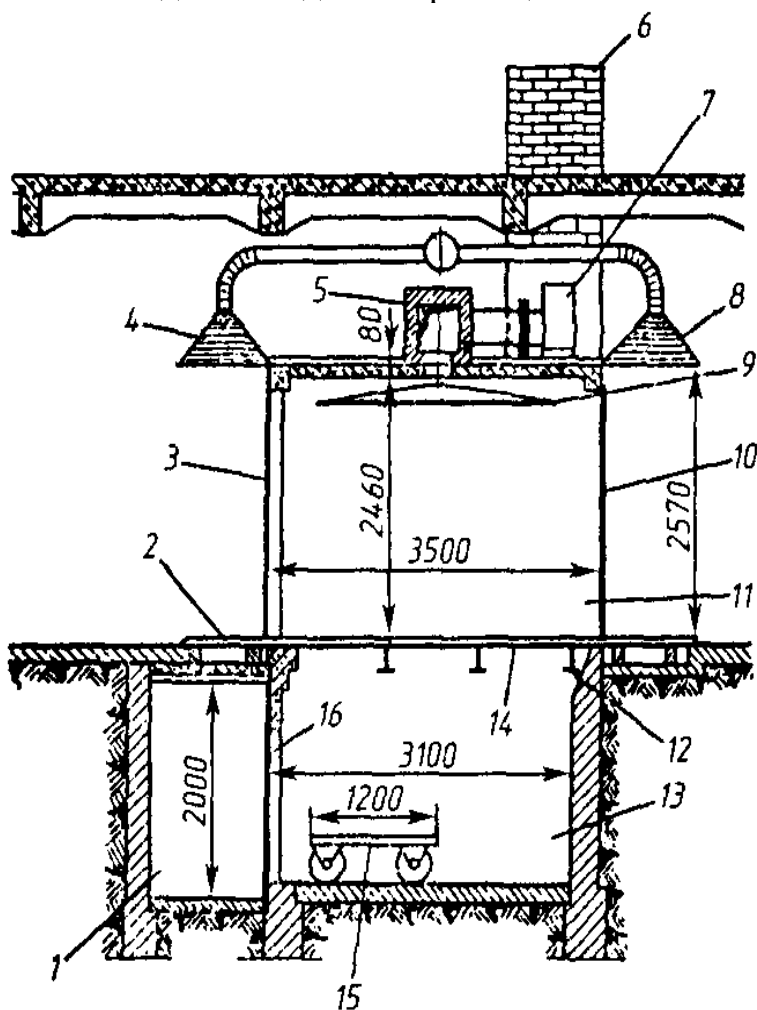


Рис. 15.12. Обсмажувальна камера з вбудованим горном: 1 – приямок; 2 – рейка; 3, 10 – двері; 4, 8, 9 – зонти, 5 – газовідвідний канал; 6 – труба; 7 – вентилятор; 11 – камера; 12 – балки; 13 – топка; 14 – решітка; 15 – візок; 16 – дверцята

За таким же принципом побудовані багатоповерхові обсмажувальні камери. Подібні обсмажувальні камери виготовляють з цегли і залізобетону. Вони прості за використанням, але в них важко підтримувати режими обробки.

Обсмажувальні камери з виносним агрегатом для виробництва і підготовки повітряно-димової суміші виготовляють одно- і дворядні на 3...6 рам. Це прямокутні камери тупикового або прохідного типу з ізольованими стінками і стелею. Подача і відведення оброблювальної суміші проводиться по бічних і

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

центральним коробам. Димогенератор в дворядній шестирамній установці повинен забезпечити подачу 20000 м³/г повітряно-димової суміші.

На рис. 15.13 показана спарена дворядна тупикова обсмажувальна камера з виносним димогенератором. Вона складається з теплоізованого корпусу 1, двох підвісних шляхів 6, 7, по яким завантажують продуктові рами 2, 10. Суміш в камеру подається по бічних коробам 3, 5 і відводиться через центральний короб 4. На бічних панелях встановлюють огороження 8, 9, які оберігають стінки.

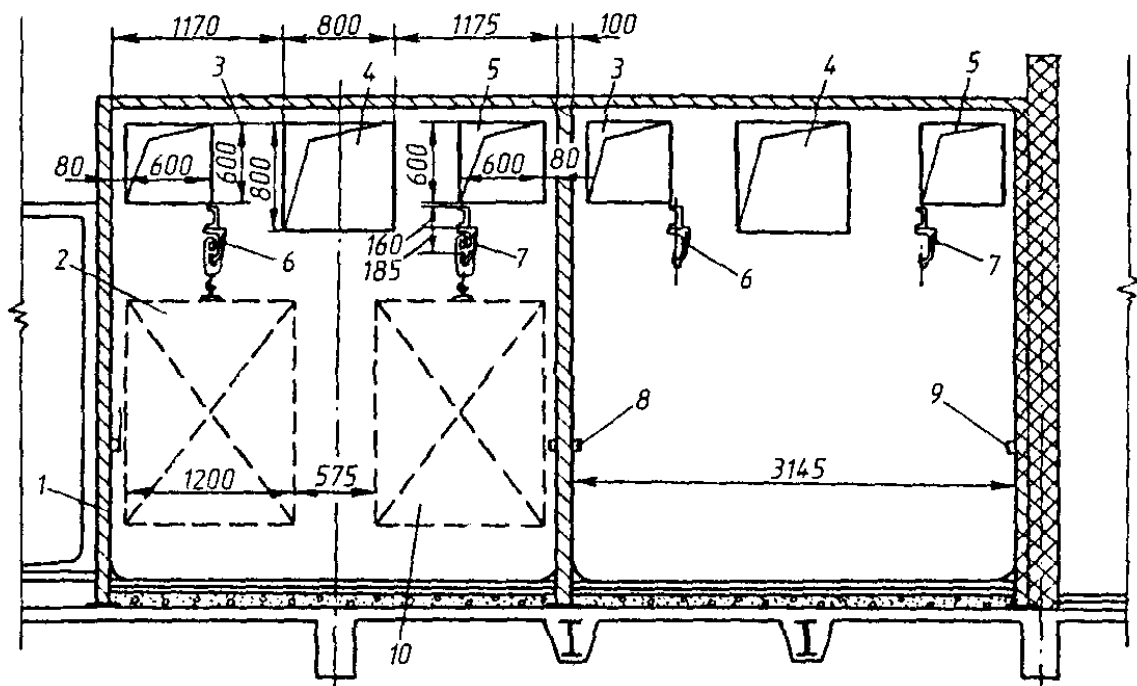


Рис. 15.13. Спарена обсмажувальна камера: 1 – корпус камери; 2, 10 – продуктові рами; 3, 5 – короби подачі димоповітряної суміші; 4 – короб для відводу суміші; 6, 7 – підвісні шляхи; 8, 9 – бічні огороження

Коптильні камери. Технологічну операцію копчення застосовують для обробки широкого кола продуктів: сирокочених, напівкочених і варено-кочених ковбас; сирокочених соленистей (окіст, корейка, грудинка, рулети, тощо); копчено-запечених виробів (окости, грудинка та ін.) Ці процеси істотно відрізняються температурно-вологісними режимами.

Застосовують три режими роботи коптильних камер:

1. Холодне копчення при температурі робочого середовища 18...20°C.
2. Гаряче копчення при температурі середовища 35...50°C.
3. Копчення-запікання при температурі середовища 70...120°C.

Коптилки (рис. 15.14) складаються з термоізованої камери 1, системи генерації диму 2 та підтримки необхідної температури і вологості суміші, системи подачі, розподілу та відведення суміші 3. Застосовують коптилки з природною циркуляцією і вбудованим димогенератором (горном) та з примусовою циркуляцією і виносним димогенератором. Перша схема розглянута вище (див. обсмажувальні камери). Коптилки з примусовою

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

циркуляцією робочої суміші бувають трьох типів: відкриті (рис. 15.15), частково відкриті (рис. 15.17), закриті (рис. 15.18).



Рис. 15.14. Загальний вигляд коптильної камери

Відкрита установка (рис. 15.15) складається з термоізольованої камери 16, в який продукт завантажують на підвісних або підлогових 15 рамах. Установка оснащена виносним димогенератором 1, сполученим трубопроводом 4 із зоною всмоктування І. Трубопровід забезпечений заслінками 2 і 5 з дистанційним управлінням. По трубі 3 в димогенератор надходить свіже повітря.

Вся димоповітряна суміш вентилятором 11 (позиція 1 на рис. 15.16) подається в зону нагнітання ІІ і звідти через сопла 14 (позиція 2 на рис. 15.16) в бічні зазори між стінками камери і рамою.

Суміш проходить через продукт і надходить через перфоровану стелю 13 в зону всмоктування І і звідти в повному обсязі викидається через трубу 7, що має заслінку 9. Через трубу 8 в камеру подається свіже повітря. Залежно від виду оброблювальної продукції на одну раму в камеру подають 200...400 м³/г диму і стільки ж викидають в атмосферу. Сумарний вміст окису вуглецю у вивідній суміші становить 400...500 мг/м³. На один візок в камері повинно проходити 1500...2500 м³/г повітря.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

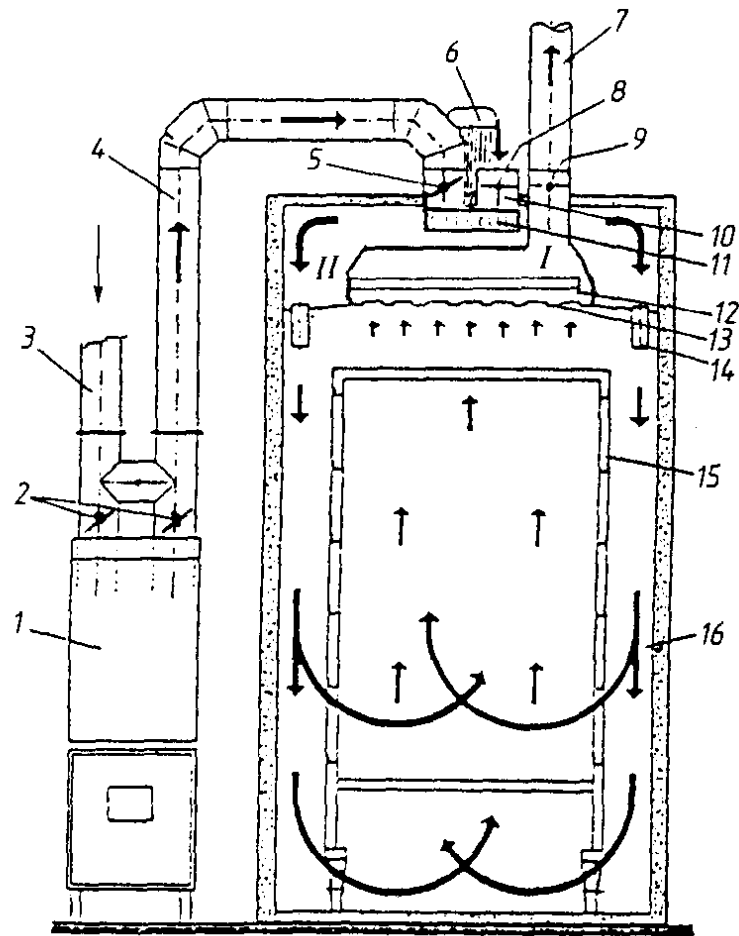


Рис. 15.15. Технологічна схема копильної установки відкритого типу:

1 – димогенератор; 2, 5, 8, 9 – заслінки; 3, 10 – труби для подачі повітря в димогенератор і камеру, 4 – труба для подачі диму; 6 – електродвигун, 7 – труба для відведення в атмосферу; 11 – вентилятор; 12 – нагрівник; 13 – перфорована стеля; 14 – сопло; 15 – підлогова рама; 16 – камера; I – зона всмоктування; II – зона нагнітання

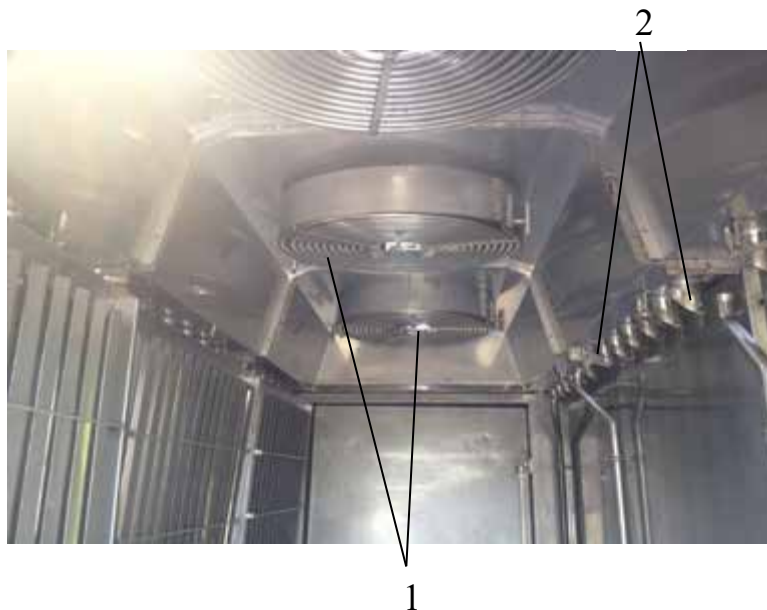


Рис. 15.15. Робоча камера зсередини

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Сучасні вимоги забороняють подібні викиди із коптильних установок, крім того, подібна схема неекономічна по енергетичним показникам. Більш досконалі частково відкриті установки (рис. 15.17), в яких велика частина газової суміші циркулює усередині контуру і тільки частина відводиться в атмосферу. Для цього зона всмоктування I установки з'єднана рециркуляційною (байпасною) трубою 3 з всмоктувальною системою димогенератора 1.

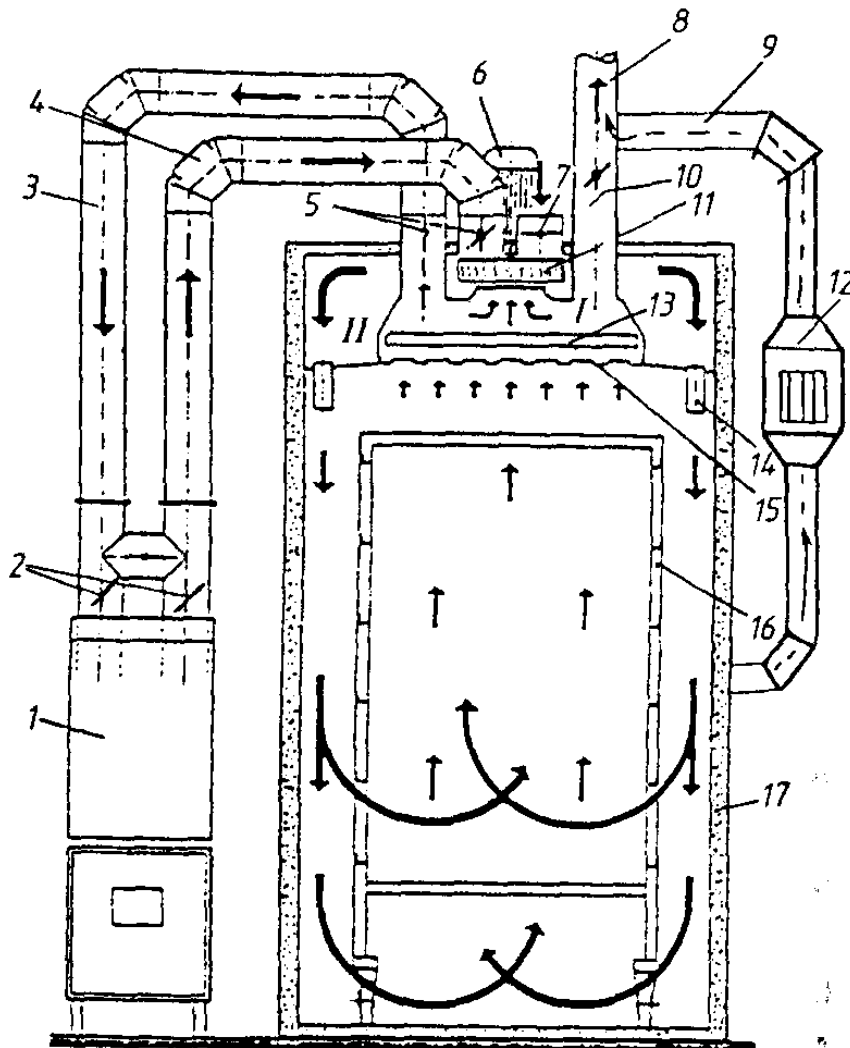


Рис. 15.17. Технологічна схема коптильної установки напівзакритого типу:

- 1 – димогенератор; 2, 5, 7, 10 – заслінки; 3 – рециркуляційна труба; 4 – труба для подачі диму; 6 – електродвигун; 8 – труба для відведення в атмосферу; 9 – відвідна труба; 11 – вентилятор; 12 – очищувач диму; 13 – нагрівник; 14 – сопло; 15 – перфорована стеля; 16 – візок з продуктом; 17 – камера;
I – зона всмоктування; II – зона нагнітання

Дим з димогенератора по трубі 4 надходить до зони нагнітання II, де змішується зі свіжим повітрям, яке подається по трубі із заслінкою 7, і з сумішшю, що пройшла через продукт. Вентилятором 11 вся робоча суміш через сопла 14 нагнітається в камеру, проходить через продукт і відсмоктується через перфоровану стелю 15. Над стелею встановлений нагрівник 13, який підтримує

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

необхідну температуру суміші. Далі суміш розділяється на два потоки: перший надходить з вентилятора в камеру, другий – на рециркуляцію в димогенератор, де збагачується димом. Частина суміші відводиться в атмосферу по трубі 9, попередньо пройшовши через очищувач диму 15. Для повного виведення суміші в атмосферу служить труба 8. Напрямок, швидкість і кількість суміші регулюють заслінками 2, 5, 7, 10. При цьому викидається 10...50 м³/г суміші, але при дуже високій концентрації окису вуглецю: 1500...2000 мг/м³. Очищувач диму повинен знизити цю концентрацію до допустимої норми – 50 мг/м³.

У закритих (циркуляційних) установках (рис. 15.18) за весь період обробки в атмосферу не виводиться повітряно-димово суміш, а знов одержаний дим надходить в циркуляційний потік. Тому заслінку 9 на відповідній трубі 8 закривають, а заслінкою 7 регулюють приплив свіжого повітря, компенсуючого втрати. Рештою заслінок (2 і 5) регулюють інтенсивність циркуляційних потоків.

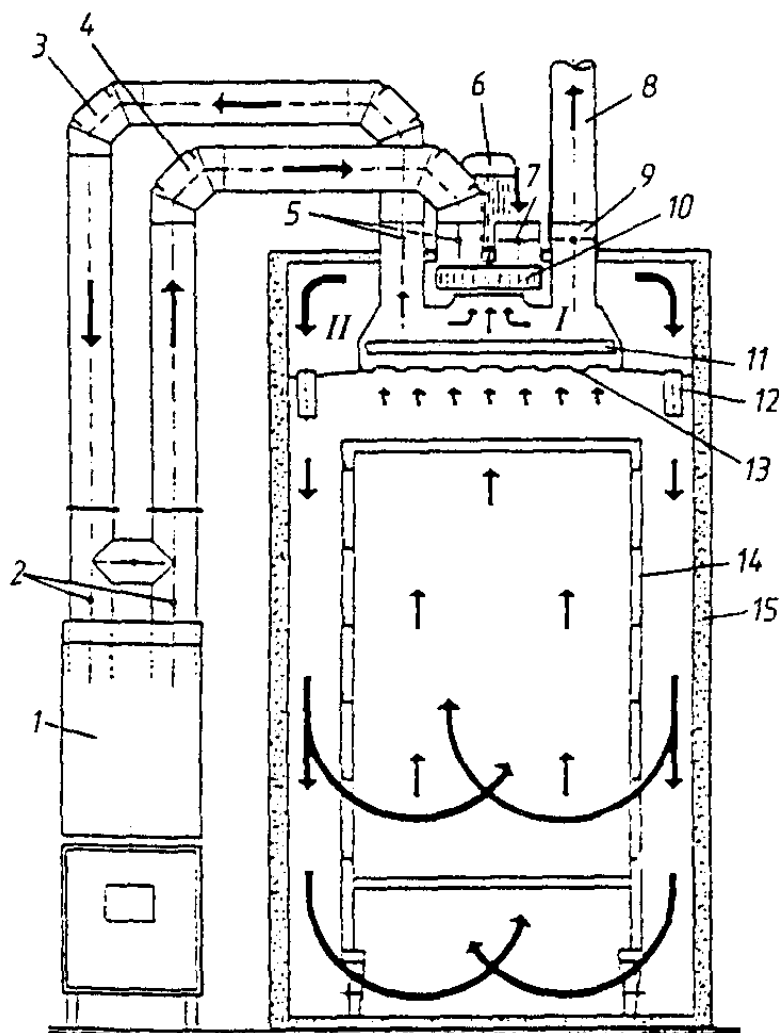


Рис. 15.18. Технологічна схема коптильної установки закритого типу:

- 1 – димогенератор; 2, 5, 7, 9 – заслінки; 3 – рециркуляційна труба; 4 – труба для подачі диму;
6 – електродвигун, 8 – труба для відведення в атмосферу; 10 – вентилятор; 11 – нагрівник;
12 – сопло; 13 – перфорована стеля; 14 – візок з продуктом; 15 – камера;
I – зона всмоктування; II – зона нагнітання

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Коптильна установка типу АФОС (рис. 15.19) призначена для копчення м'ясопродуктів, птиці та риби. Основними елементами установки є коптильна камера з циркуляційним 5 і витяжним вентиляторами, теплообмінники (основний 4 і додатковий 10), димопроводи 2 і 6, димарі, прилади контролю та управління 3. Установка може бути з однією, двома і чотирма одностулковими дверима. Коптильна камера містить входну 8 і вихідну 11 диморозподільні решітки. Залежно від виду продукт на рамах підвішують або нанизують на шомполи і встановлюють на візках 9. Число візків відповідає числу дверей в камері. Всі основні елементи установки виготовлені з нержавіючої сталі.

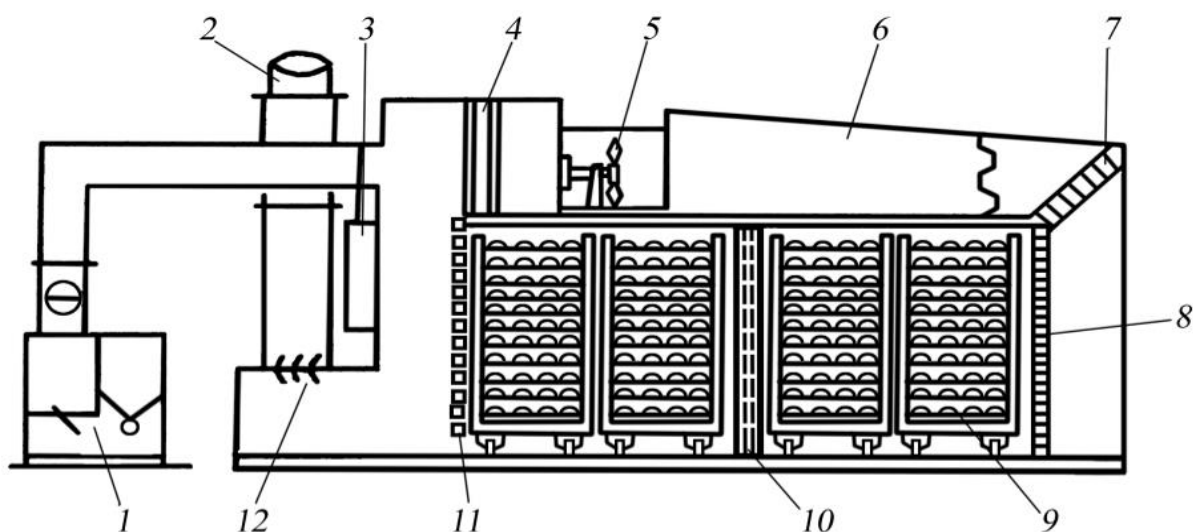


Рис. 15.19. Коптильна установка фірми «AFOS» (Англія): 1 – димогенератор; 2 – димар виходу диму; 3 – шафа управління; 4 – основний теплообмінник; 5 – циркуляційний вентилятор; 6 – димопровід; 7, 12 – шибері; 8, 11 – диморозподільчі ґрати; 9 – коптильний візок; 10 – додатковий теплообмінник

Задана температура циркулюючої в установці димоповітряної суміші підтримується за допомогою основного теплообмінника у верхній частині установки, а при необхідності і додаткового теплообмінника, розташованого в середній частині коптильної камери. Теплообмінники можуть нагріватися пором, електронагрівниками, а також гарячою водою температурою 75°C (тільки для холодного копчення). Витрата пари при тиску 0,02 МПа залежно від моделі установки становить 32,4...288 кг/год. Обсяг димоповітряної суміші, що подається в коптильну камеру, а також її вологість регулюються відкриттям і закриттям шиберів 7 і 12, розташованих в повітроводах. Температура, вологість і витрата димоповітряної суміші контролюються автоматично.

Споживана потужність таких установок становить від 29 до 187 кВт. Число димогенераторів 1 в установці (від одного до двох) залежить від її продуктивності. Для підтримки температури палива нижче температури самозаймання, а також охолодження диму перед подачею його в коптильну

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

камеру димогенератор додатково обладнаний охолоджувачем, який охолоджується циркулюючої холодною водою і розташований над решіткою.

Коптильні електрошафи «Димок», «Іжиця» призначені для виробництва копченої м'ясної та рибної продукції, з використанням електростатичного поля високої напруги на підприємствах малого та середнього бізнесу. Температура копчення 18...57°C, тривалість копчення 2...6 год., разове завантаження шафи 45...100 кг. Габаритні розміри не більше 820×1000×1700 мм, необхідна виробнича площа 2×2 м. Витрати енергії 9 кВт год. на тону сировини.

Електрошафа «Димок» (рис. 15.20, 15.22) складається з коптильної камери 3, на якій встановлено блок керування з генератором високої напруги 5, і димогенератора 1 із своїм блоком керування, з'єднаним з шафою димоходом 2. Підвіска продуктів 7 від шафи ізольована керамічною втулкою 6. Між дверцями шафи і підвіскою встановлено вимикач, який спрацьовує при відкриванні дверей і забезпечує зняття з шафи електростатичного заряду.

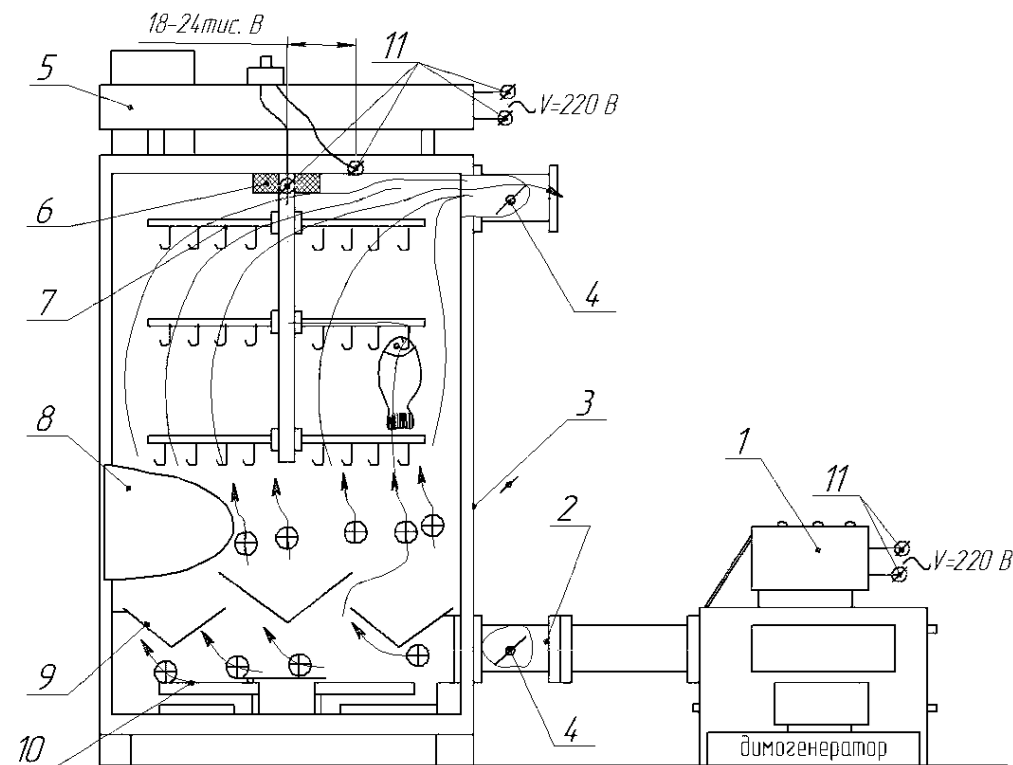


Рис. 15.20. Електродимильна шафа «Димок»:

- 1 – блок керування підігрівом трісок в димогенераторі; 2 – впускний і відвідний патрубки;
3 – шафа; 4 – поворотна заслінка; 5 – електронний блок; 6 – ізолятор; 7 – гачки; 8 – двері;
9 – уловлювачі жиру; 10 – електронагрівник (тени); 11 – клеми

Блоки керування 1, 5 забезпечують живлення напругою 220 В електронагрівників димогенератора і 10 шафи, підтримують необхідну температуру диму 18...35 С° за рахунок періодичного відключення електричних нагрівників. Крім того блок 5 виробляє постійний струм високої напруги 18...24 кВ. Індикація на панелях блоків керування дозволяє визначити чи включені висока напруга та електричні нагрівники шафи і димогенератора.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Під час роботи внутрішня обшивка шафи та підвіски з продуктом перебувають під високою напругою. Тому в шафі утворюється електростатичне поле між її внутрішньою обшивкою і продукцією як в електричному конденсаторі між пластинами. З димогенератора в коптильну камеру надходить дим, який в електростатичному полі іонізується. Заряджені частинки диму в електростатичному полі розганяються, їх швидкість руху збільшується в десятки разів в порівнянні з рухом димових частинок в природному середовищі коптильної камери. Заряджені позитивно частки диму притягуються до продукту, осідають на ньому і проникають всередину. Вони більш рівномірно розподіляються та глибше проникають у вироби копчення. Надлишки диму виводяться через відвідний патрубок до димовідводу. Густину диму в шафі регулюють поворотними заслінками 4.



Рис. 15.21. Загальний вигляд електрокоптильної шафи «Димок»:

1 – димогенератор; 2 – впускний патрубок; 3 – підвіски; 4 – заслінки; 5 – електронний блок; 6 – ізолятор; 7 – гачки; 8 – двері; 9 – уловлювачі жиру; 10 – електронагрівники

В залежності від розмірів м'ясних продуктів і риби тривалість копчення становить 2...6 год. За технологією без використання електростатичного поля при інших рівних умовах процес копчення триває 2...7 діб. Тому електростатичний спосіб інтенсифікує процес копчення. Крім того, дим при холодному копченні в поєднанні з електростатикою створює середовище з бактерицидними властивостями. За експериментальними даними через 3 хв. обробки гинуть біля 63 % мікроорганізмів, через 10 хв – 68 % і 75 % через 45 хв. Після 55 хв. обробки практично всі мікроорганізми втрачають життєздатність, що і передбачено санітарними вимогами.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Коптильна електрошафа «Іжиця» (рис. 15.22) має аналогічну будову та принцип дії з шафою «Димок» вітчизняного виробництва. Відрізняється конструкцією корпусу, який виготовлено з нержавіючої сталі, і компоновкою основних вузлів.



а б
Рис. 15.22. Електрокоптильна шафа «Іжиця»:
а – загальний вигляд шафи: б – рама шафи

Періодично діючі коптилки виготовляють у вигляді тупикових чи прохідних камер з однією або декількома продуктовими рамами в ряду. Камери оснащують димогенераторами, підігрівачами повітря, системою циркуляції і системою управління. Камери для холодного копчення крім димогенератора оснащують кондиціонером, підтримуючим температуру і вологість робочої суміші. Для підприємств великої продуктивності застосовують коптилки безперервної дії – автокоптилки малі і великі.

Мала автокоптилка (рис. 15.23) складається з цегляної або залізобетонної шахти – камери 4, яка проходить через кілька поверхів. Переміщення продукту здійснюється здвоєним ланцюговим вертикальним конвеєром, ланцюги 8 якого змонтовані на бокових стінках камери і з'єднані між собою траверсами 5. Привідна станція конвеєра розташована у нижній частині камери і складається з електродвигуна, черв'ячного редуктора 10, ланцюгової передачі 3. Натяжна станція 6 встановлена у верхній частині камери. Малі автокоптилки оснащують вбудованим або виносним димогенератором. Вбудований димогенератор 1 (горн) розташовують під конвеєром у шахті. Зверху шахти є димова камера і труба 7 з регулюючою заслінкою для відводу повітряно-димової суміші в атмосферу.

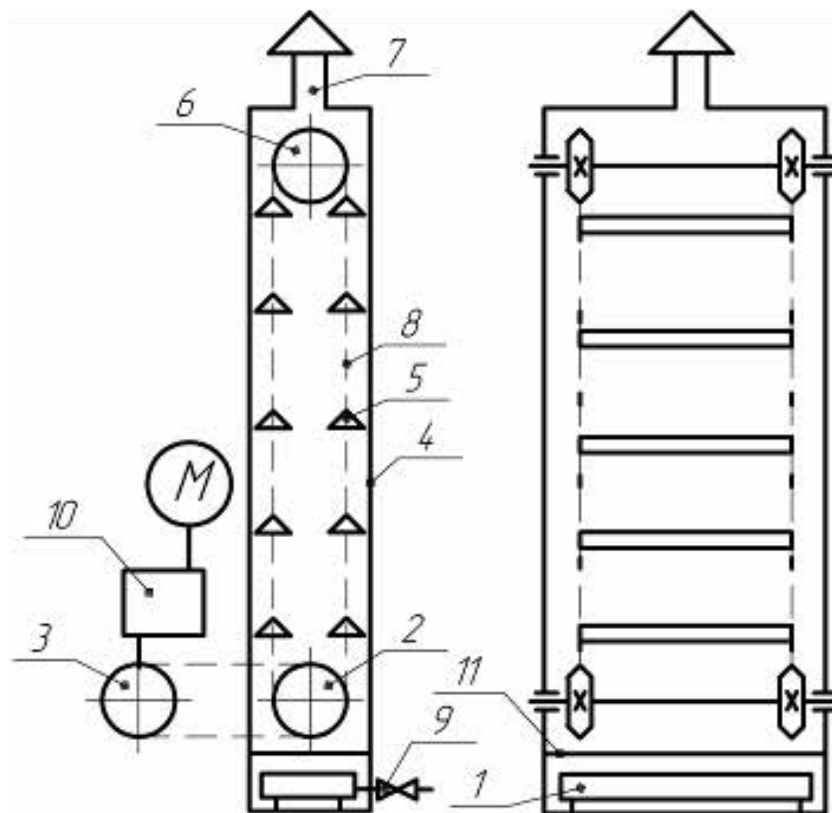


Рис. 15.23. Схема автокоптилки: 1 – димогенератор, 2 – приводна зірочка; 3 – передача; 4 – цегляний корпус димової камери; 5 – траверси; 6 – натяжна зірочка; 7 – димохідна труба; 8 – тяговий ланцюг; 9 – кран; 10 – редуктор; 11 – сталева сітка

Траверси 5 закріплені в ланцюгах шарнірно і завжди розташовуються в горизонтальному положенні. Ковбаси завантажують в камеру на палицях, котрі встановлюють у спеціальні гнізда траверс, інші вироби укладають на гребінки траверс. Число траверс 107, крок між ними 0,9 м. Швидкість руху ланцюгів 1 м/хв. Повне завантаження малої автокоптилки 12420 кг, потужність електродвигуна 5,5 кВт.

Варильні камери. Варіння ковбас і окостів здійснюють гострою парою або пароповітряною сумішшю. Для цих цілей використовують камери тупикового або прохідного типу з ручним або механізованим завантаженням. Камери виготовляють з цегли та бетону з облицюванням глазурованою плиткою. Сучасні камери збирають з теплоізолюваних плит заводського виготовлення. Процес варіння проводиться до температури в центрі батона 68...70°C, що забезпечує денатурацію білка, трансформацію частини колагену, отримання потрібної консистенції, специфічного запаху і смаку. При цьому майже повністю знищується вегетативна мікрофлора.

У варильній камері (рис. 15.24) підведення теплоти до продукту здійснюється повітряно-паровою сумішшю. У цій камері проходить циркуляція і рівномірний розподіл суміші за об'ємом. Корпус 1 камери зібраний з теплоізолюваних щитів, що мають внутрішню, зовнішню облицювання і теплоізоляцію. Камера тупикового типу з одними дверима.

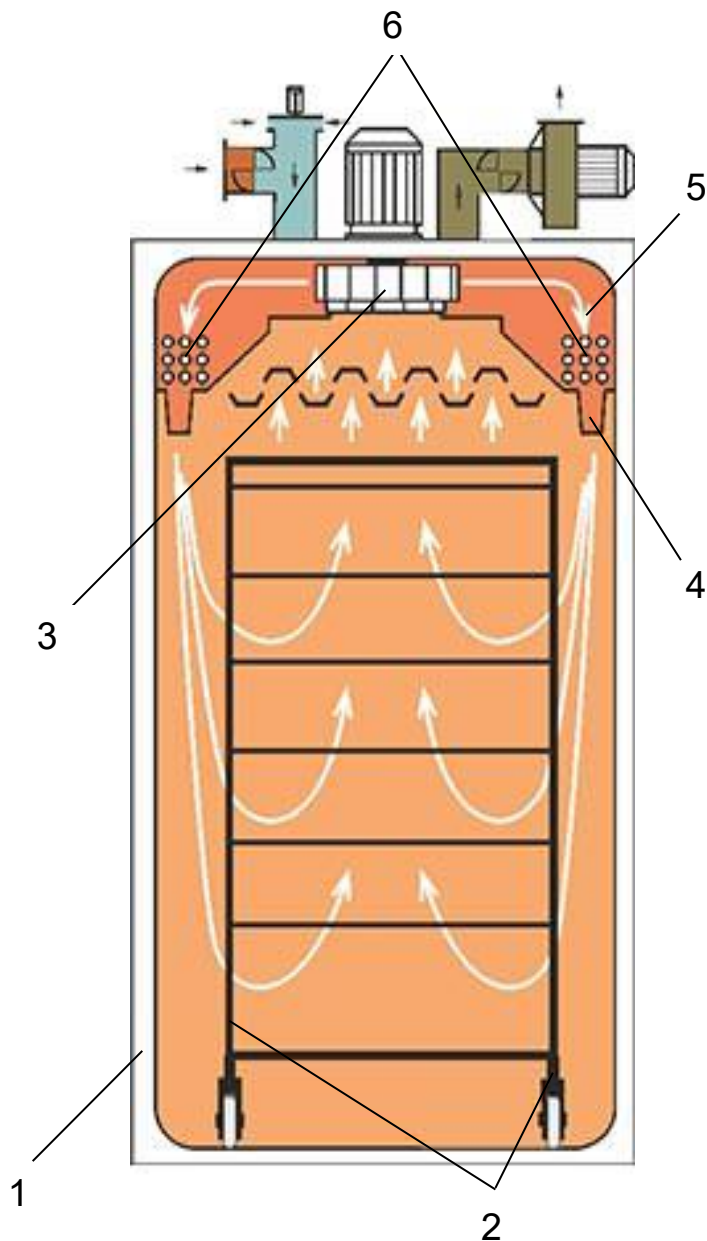


Рис. 15.24. Варильна камера: 1 – корпус; 2 – продуктова рама; 3 – вентилятор; 4 – нагнітальний короб; 5 – зона нагнітання; 6 – калорифер

Продуктові рами 2 завантажують в камеру на ходових колісках, як показано на рисунку, або по підвісним шляхам. Блок підготовки повітряно-парової суміші складається з парового калорифера 6, вентилятора 3, всмоктувального каналу і зони нагнітання 5, пов'язаної з бічними нагнітальними коробами 4. По коробам суміш надходить у нижню частину камери, звідти піднімається, обдуваючи продукт, і надходить на рециркуляцію. Вологість суміші підтримується вприскуванням гострої пари в нагнітальний короб. Кількість гострої пари регулюють вручну за показаннями психрометра. Подібні камери виготовляють на різну кількість рам – від 1 до 5.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Сушильні установки. Установки для сушіння сиркопчених і в'ялених ковбас і соленистей бувають камерного та зального типів. Всі вони складаються із об'єму для розміщення продукту та системи кондиціонування, що забезпечує температуро-вологісний режим сушіння. Зміна температури в різних режимах лежить в межах 11...13°C, відносної вологості повітря – 75...82%, швидкості руху повітря – 0,1...0,2 м/с. При цьому тривалість сушіння в залежності від виду продукції складає 25...30 діб.

Зальні сушильні установки широко використовують на підприємствах, незважаючи на ряд недоліків, притаманних їм. Зальні сушарки бувають площею підлоги 150...800 м² і більше та висотою від 6 до 18 м. У них продукти завантажують на ковбасних палицях чи на рамах. Рами переміщують на коліщатках при завантаженні по висоті в один ярус або електрокаром з установкою в кілька ярусів – від 4 до 6. Між рамами залишають транспортні проходи, що зменшує питоме навантаження по завантажувальній продукції. Для підготовки обробного середовища сушарки оснащують кондиціонером, а для подачі її на продукт – системою повітря розподілу.

Використовують декілька схем організації потоків (рис. 15.25): 1 – подача повітря із стельових коробів і відвід через отвір в боковій стіні; 2 – зустрічна подача повітря через бокові вертикальні короби і відвід через боковий витяжний отвір; 3 – зустрічна подача повітря через короби, встановлені збоку внизу, і відвід через бічний отвір в стіні; 4 – подача через бічні нижні короби і відвід через верхні, стельові бічні короби; 5 – підведення через нижні бічні короби і відвід через боковий верхній отвір.

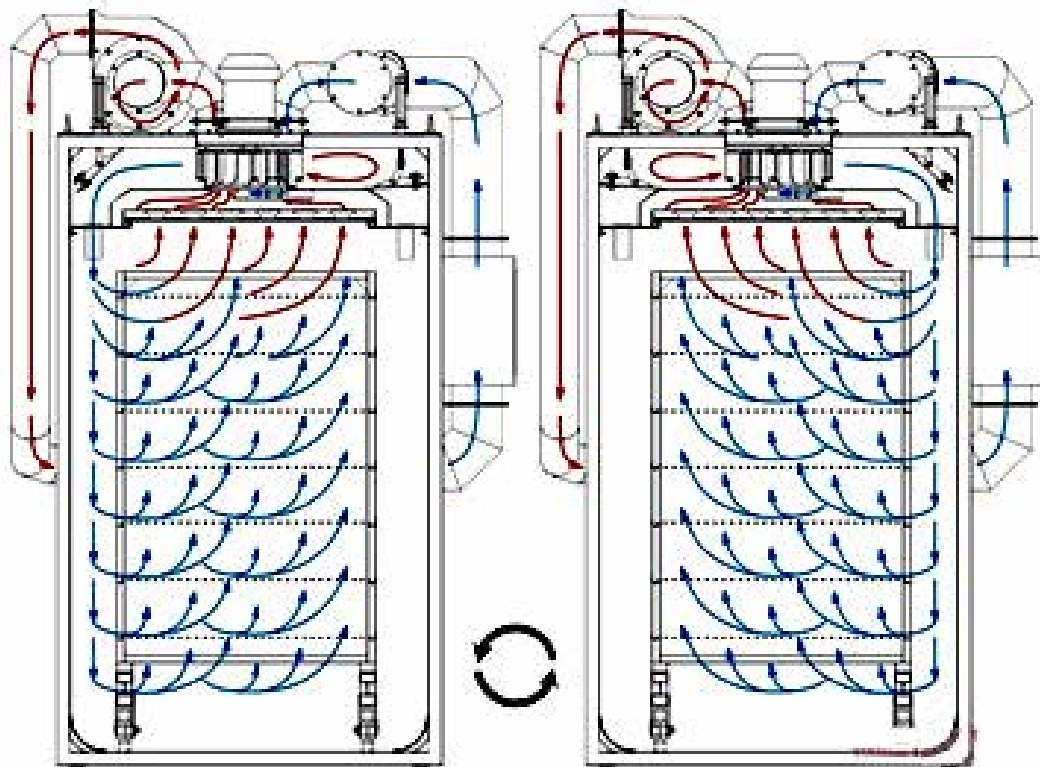


Рис. 15.25. Схеми організації потоків повітря в сушильній камері

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

У цих схемах використані «плоскі» сопла-отвори, котрі не можуть забезпечити рівномірність розподілу потоків повітря в об'ємі камери. Тому збільшується тривалість сушіння, з'являються застійні зони, утворюється цвіль на батонах. Ковбаси або рами з ними доводиться перевішувати або переставляти. Водночас зальні сушарки дозволяють компактно обробляти одноразово великі обсяги продукції при простих технічних засобах.

Камерні сушильні установки мають невеликі об'єми, продукцію завантажують в один ярус на підлогових або підвісних рамах в один, два, три ряди. Кількість рам у камері від 3 до 60. Принципова схема камерної сушарки показана на рис. 15.26.

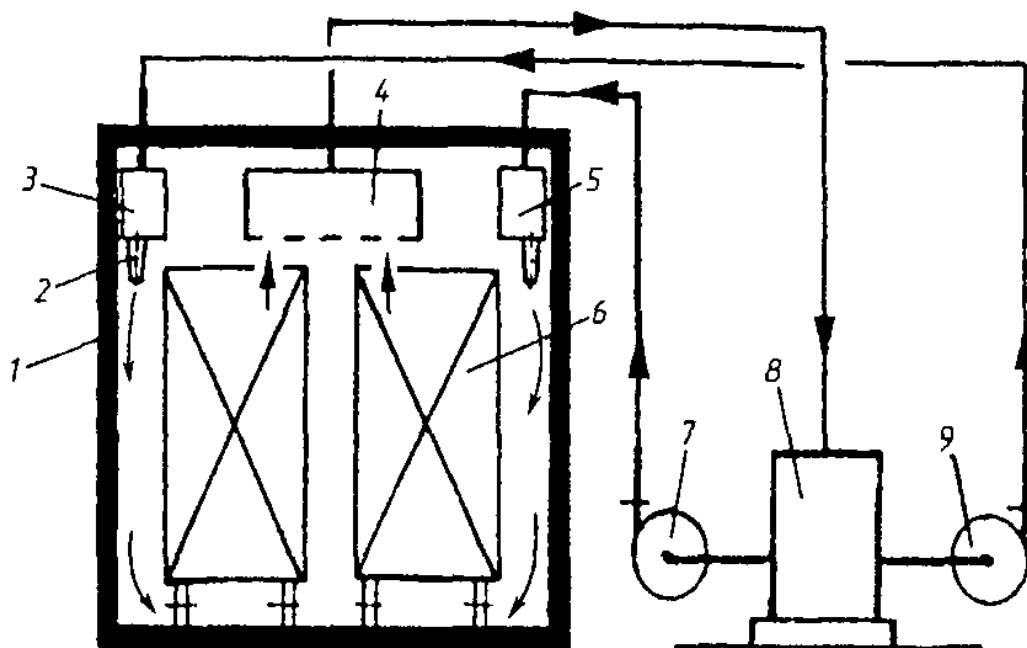


Рис. 15.26. Схема камерної установки для сушіння ковбас: 1 – камера, 2 – сопло; 3,5 – падаючі бічні коробки; 4 – центральний відвідний короб; 6 – продуктивний візок; 7,9 – вентилятори; 8 – кондиціонер

У термоізолювану камеру 1, яка збирається, як правило, з панелей, на підлогових рамах 6 завантажують продукцію. Камера оснащена кондиціонером 8 і вентиляторами 7,9, які забезпечують циркуляцію повітря. Повітря подають через бокові стельові коробки 3,5, забезпечені конічними соплами 2. Сопла утворюють суцільний потік, котрий переміщається уздовж стіни. Далі він втрачає натиск, піднімається вгору через рами і відсмоктується через стельовий короб 4 в кондиціонер.

15.3.2. Комбіновані апарати

У цих апаратах проводиться повна теплова обробка варених ковбас та інших виробів: від підсушування до охолодження. Розрізняють періодично діючі апарати – **термокамери** і безперервно діючі – **термоагрегати**.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Термокамери. У термокамерах може послідовно виконуватися весь цикл термічної обробки варених виробів: підсушення, обсмаження-копчення, варіння, охолодження. Послідовність і конкретні режими обробки і склад обробних середовищ визначають технологією даного продукту. У зв'язку з цим термокамери складаються з власне теплоізолюваної камери, димогенератора, системи подачі гострої пари, калорифера для підтримування температури обробної суміші, душувального або іншого пристрою для подачі охолоджуючої води.

Принципова схема сучасної термокамери, застосовуваної багатьма фірмами, показана на рис. 15.27.

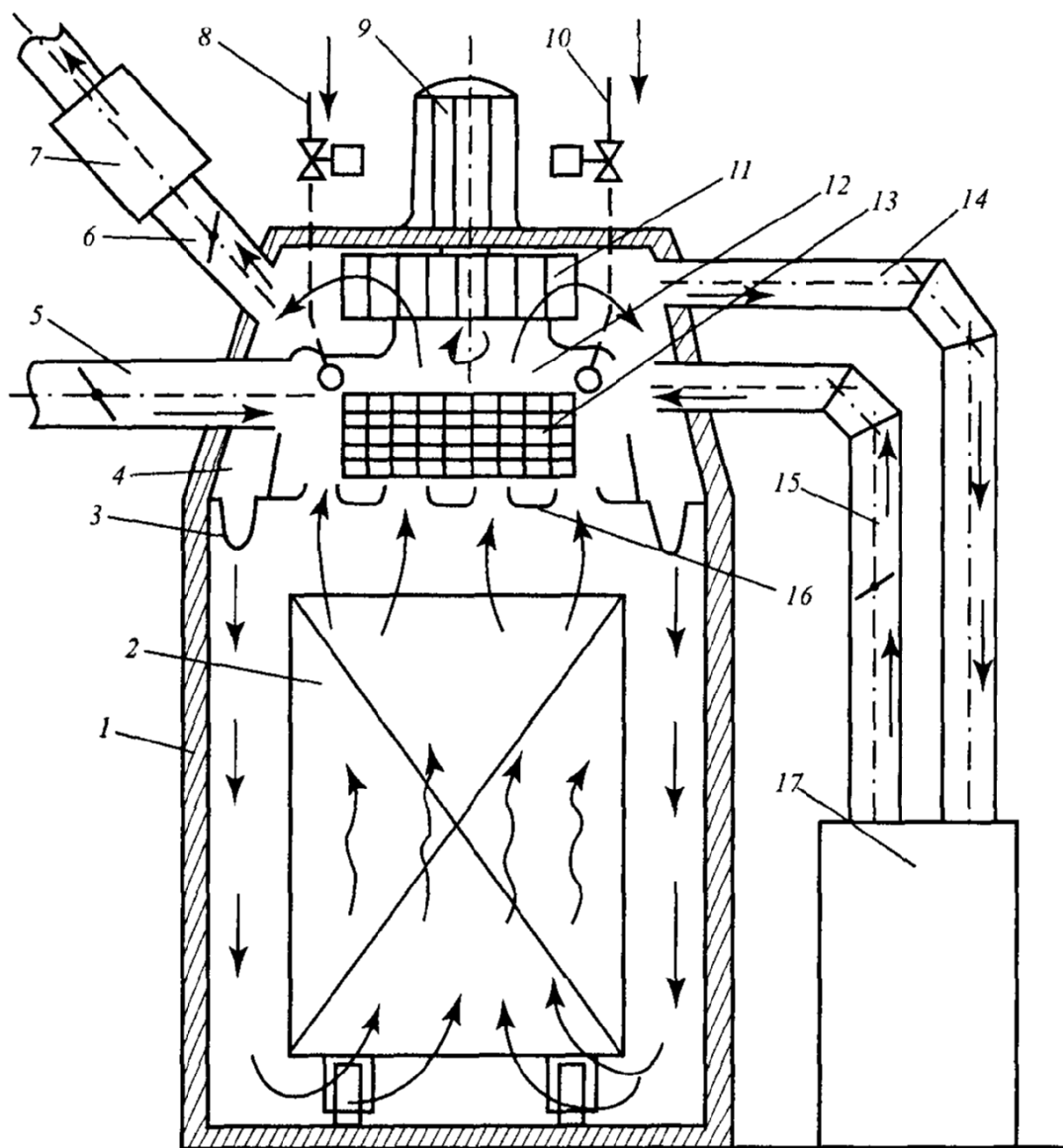


Рис. 15.27. Схема сучасної термокамери: 1 – камера; 2 – підлогова рама; 3 – сопло; 4 – бічні короби; 5 – труба для свіжого повітря; 6 – вихлопний трубопровід; 7 – каталітичний очищувач; 8, 10 – паропроводи; 9 – електродвигун; 11 – вентилятор; 12 – зона всмоктування; 13 – калорифер; 14 – рециркуляційна труба; 15 – труба для подачі диму; 16 – перфорована стеля; 17 – димогенератор

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

У термоізолювану камеру 1 продукт завантажують на підлогових рамах. Бувають одно- і дворядні схеми з одною, чотирма, шістьма і вісьмома рамами. Переробна середа нагнітається вентилятором 11 через бокові коробки і сопла 3 в зазор між стінкою камери і візком, проходить до днища й піднімається вгору, обігріваячи продукт. Потім вентилятором всмоктується через щілини в перфорованій стелі 16 в зону всмоктування 12, де встановлений калорифер 13. У цю зону по трубі 15 надходять дим з димогенератора 17, свіже повітря по трубі 5 і гострий пар для варіння по паропроводах 8,10. Термокамери можуть працювати по відкритій і закритій схемами циркуляції. На шляху повітряно-димової суміші, що видаляється з апарату по трубі 6, встановлюють каталітичні очисники. Для рециркуляції служить труба 14. Зазвичай димогенератор і каталізатор монтують в єдину тумбу, яку встановлюють збоку від камери.

Режими обробки управляються мікропроцесором, які мають до 99 програм. На початок кожного процесу сушіння в установці замкнутого типу проводиться вирівнювання температури (рис. 15.28, а) всіх продуктів, розміщених в камері. При цьому сушіння теплих продуктів відбувається ефективніше і швидше, а на холодних продуктах конденсувалася б волога циркулюючого повітря.

Перед копченням оброблювані продукти мають бути висушені, щоб забезпечити оптимальне осідання диму. При цьому заслінки до димогенератору закриваються, а заслінки подачі свіжого повітря і викиду відпрацьованого повітря відкриваються (рис. 15.28, б).

На стадії копчення (рис. 15.28, в) заслінки подачі свіжого повітря і викиду відпрацьованого повітря закриті, а заслінки до димогенератору відкриті. У такому стані камера герметично ізолювана від зовнішнього середовища. Частина потоку проведеного коптильного диму відбирається в камері, збагачується свіжовиробленим димом і знову прямує в камеру. У результаті на цій стадії копчення суміш коптильно-димового газу не потрапляє в атмосферу.

На стадії осідання диму (рис. 15.28, г) димогенератор зупиняється, всі заслінки закриваються. При цьому димоповітряна суміш, що знаходиться в камері, циркулює з осіданням димових компонентів на оброблюваному продукті. Коптильно-газоподібне середовище стає все більш розрідженим.

Автоматизована термокамера Я5-ФТГ (рис. 15.29) призначена для теплової обробки варених і напівкопчених ковбас, сосисок та сардельок, має одно- та багатосекційну модифікації.

Термокамера Я5-ФТГ-03 складається з трьох секцій, трубопроводів, повітроводів 4 та 8, щитів управління, що забезпечують єдиний технологічний цикл теплової обробки ковбасних виробів. Термокамера являє собою збірну конструкцію, що складається з торцевих панелей 20 з встановленими в них дверима, зовнішніх 3 та внутрішніх 7 бічних панелей, на яких розташовані калорифери 15, напірних повітроводів 16 і розподільників повітря 18. Панелі представляють собою зварену раму 1, заповнену теплоізоляційним матеріалом 2, облицьовані з внутрішнього боку листовим алюмінієм, із зовнішнього – листовою сталлю.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

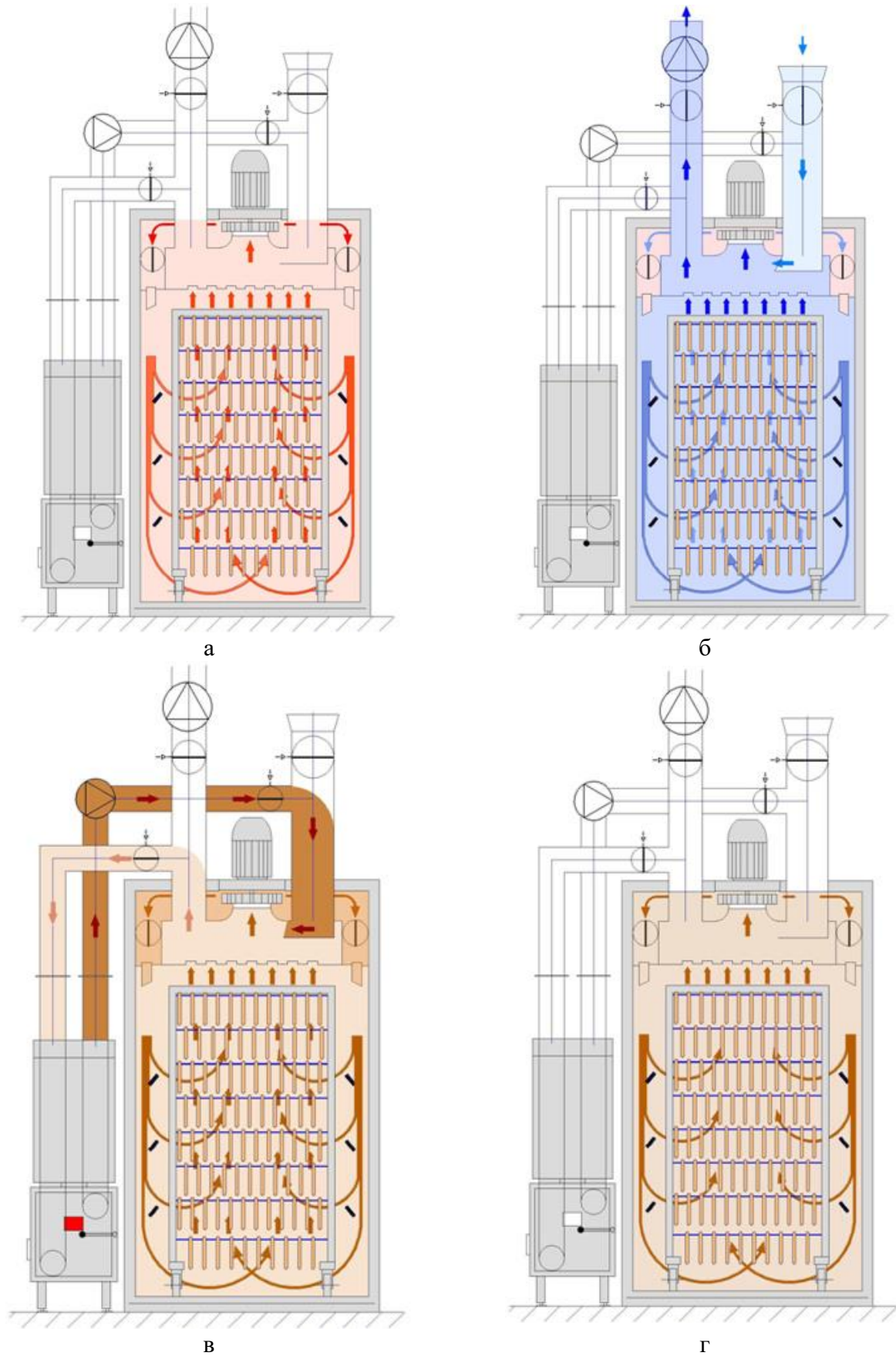


Рис. 15.28. Режими обробки в установці замкнутого типу

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

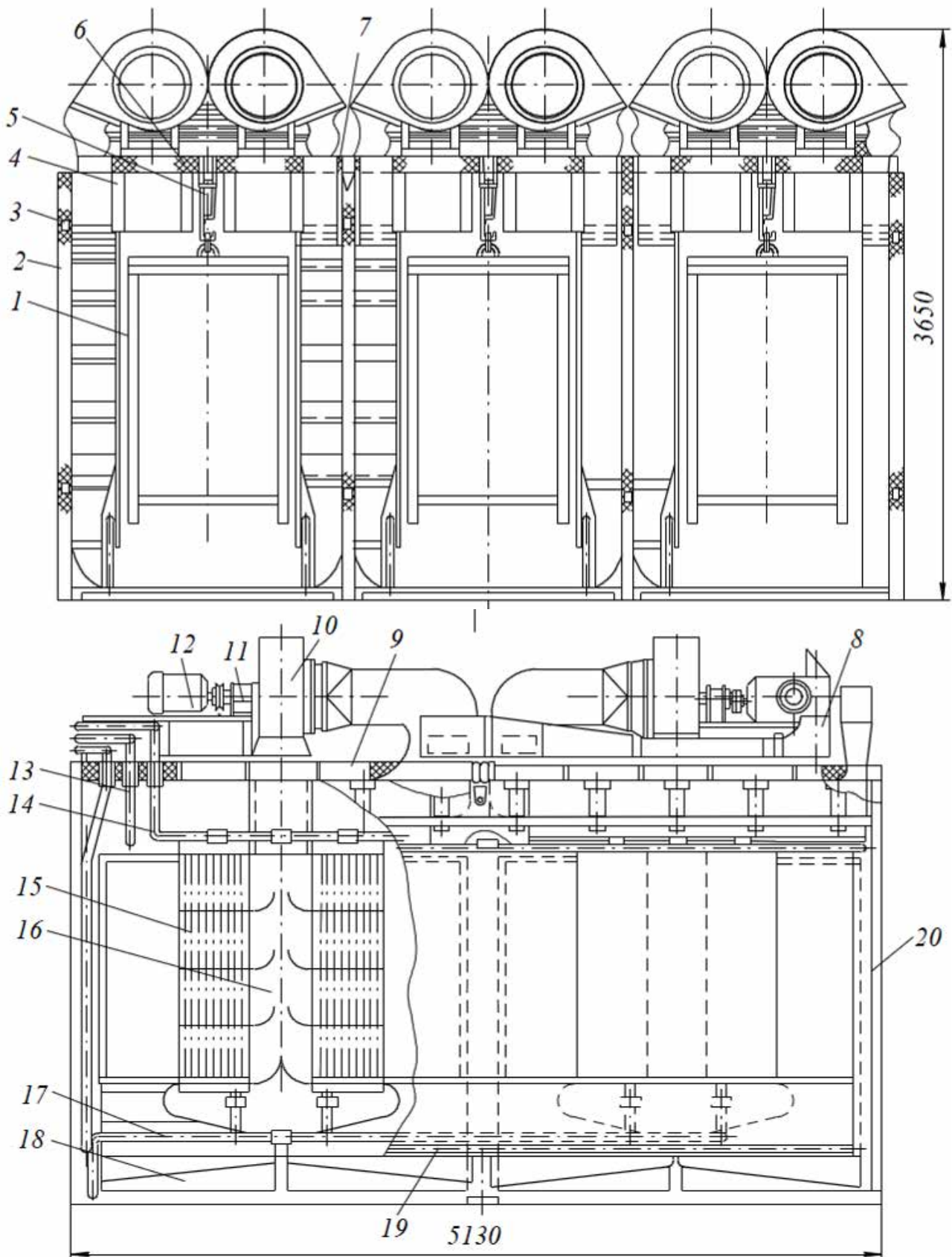


Рис. 15.29. Автоматизована термокамера Я5-ФТГ-03

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

На стельовій панелі 9 змонтовані вентиляторні установки, що складаються з вентилятора 10, електродвигуна 12, підшипникового вузла 11, повітропроводу підсосу повітря, диму і повітропроводу для скидання повітря в атмосферу. На стельовій панелі в камері встановлені повітроводи відсмоктування робочого середовища на рециркуляцію і димарі викиду частини вологою робочого середовища. Для регулювання кількості повітря і диму, а також вологою робочого середовища, яку необхідно видалити, встановлені заслінки. Управління ними дистанційно–пневматичне. Їх положення контролюється за допомогою ламп, встановлених на верхній дверцятах фасаду шафи управління.

За допомогою колекторів 19 пар подається на калорифери і на варіння, конденсат відводиться від калориферів колектором 17. Температуру всередині камери знижують, поливаючи стінки калорифера водою з колектора зрошення 13 і водяного колектора 14. Гребінка являє собою систему трубопроводів, на яких встановлені регулюючі та вимірювальні прилади. Вона розміщена в спеціальній шафі. Гребінка розрахована на роботу однієї секції термокамери. Тут подається пара на калорифер (тиск 400...600 кПа), на варіння (тиск 200 кПа) і вода для зниження температури в камері після обсмажування. Тиск води на вході в гребінку повинен бути не менше 200 кПа. Пара, поступаючи на гребінку, ділиться на два потоки. Перший йде на калорифер, другий – на подачу пари в камеру при режимі «Варіння». У верхній частині встановлено трубопровід подачі води в термокамеру, який має соленоїдний вентиль і манометри.

Ковбасні вироби завантажують у термокамери на підвісних або підлогових рамах. Рами з ковбасними виробами переміщують по підвісному шляху 5, закріпленому на стельовій панелі за допомогою підвісок 6. Робоче середовище при підсушуванні і обжарюванні виходить з напірної частини вентилятора і за повітроводи подається на калорифери, де нагрівається до 100...105°C і надходить на розподільники повітря.

Проходячи через раму з ковбасними виробами, робоче середовище відсмоктується через повітроводи вентилятором для рециркуляції. Частина відпрацьованого робочого середовища відсмоктується вентилятором витяжної системи приміщення. У період підсушування для розігріву термокамери до потрібного теплового режиму працюють всі вентилятори секції. При досягненні необхідної температури в камері два вентилятори відключаються і надалі вони працюють поперемінно. По закінченню режиму «Обжарювання» вентиляторна система секції термокамери відключається і включається подача води на охолодження термокамери до 80...85°C, після досягнення якої включається подача пари на варіння.

Термоагрегати для обробки ковбасних виробів (рис. 15.30) являють собою теплоізований тунель, умовно поділений на три зони (підсушування, обсмажування і варіння). Теплову обробку ковбасних виробів проводять в термоагрегатах при безперервному їх русі у потоках пародимоповітряного середовища.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

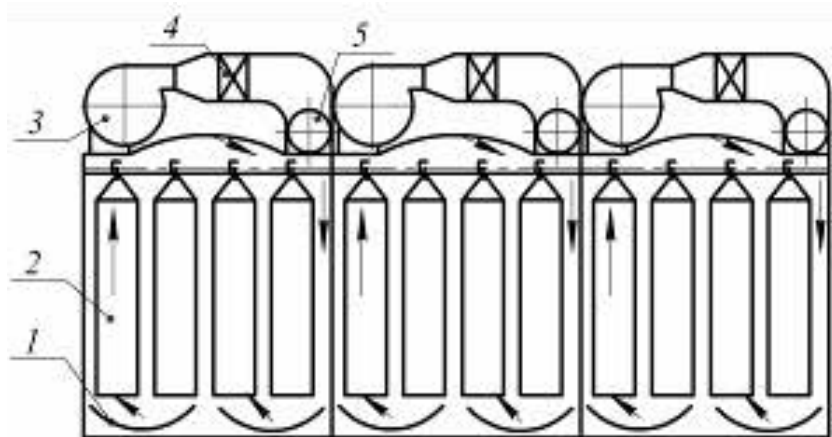


Рис. 15.30. Функціональна схема рамного термоагрегата для обробки ковбасних виробів: 1 – розподільний короб; 2 – рама; 3 – вентилятор; 4 – калорифер; 5 – пристрій для подачі диму

Ковбасні вироби навішені на рами 2, що переміщуються по підвісному шляху всередині термоагрегата за допомогою ланцюгового конвеєра. Привід конвеєра здійснюється від електродвигуна і редуктора з варіатором швидкостей. Зверху термоагрегата над кожною з трьох зон змонтовані вентилятори 3 та калорифери 4 для подачі гарячого повітря в зони обробки. Гаряче повітря направляється за допомогою розподільних коробів 1, розташованих над і під рамами. Дим у термоагрегат надходить від димогенератора. Для завантаження і вивантаження рам термоагрегат на вході і виході забезпечений двостулковими дверима. Для контролю за переміщенням рам і ходом процесу на бічній стінці тунелю розташовані оглядові вікна.

Термоагрегати застосовуються на великих м'ясопереробних заводах і тому не мають широкого поширення в м'ясній промисловості. З вітчизняних термоагрегатів використовують рамні термоагрегати ТАР-9 і ТАР-10 (рис. 15.31).

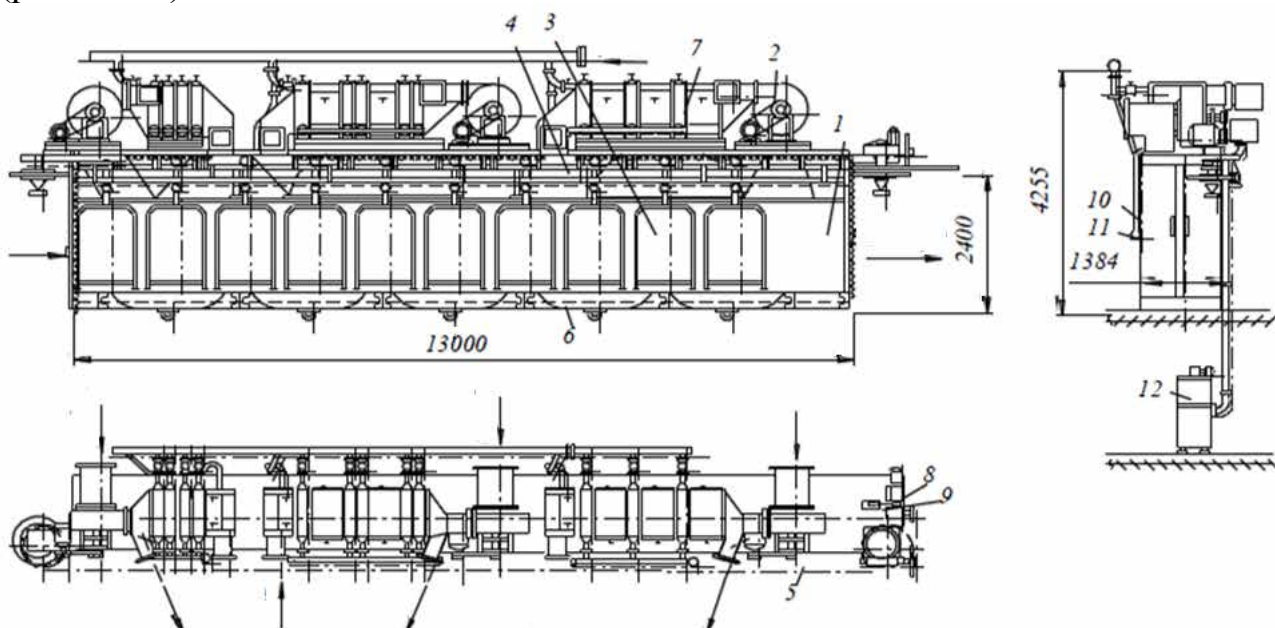


Рис. 15.31. Термоагрегат ТАР-10

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Однотунельний термоагрегат ТАР-10 (рис. 15.31) забезпечений транспортером для переміщення рам, розташованим у верхній частині камери і складається з ланцюга з відкидними пальцями збоку, які при подачі рами в агрегат під натиском скоби ролика відкидаються і пропускають її, а при русі ланцюга штовхають скобу тролів разом з підвішеною на ній рамою. Термоагрегат марки ТАР-10 обслуговується димогенератором марки «Елро» і складається з зварного корпусу 1, заповненого плитами з ізоляцією. Над корпусом змонтовані три теплові блоку з вентиляторами 2.

Продукція, що підлягає обробці, подається до агрегату на рамах 5 і по рейці підвісної дороги 4 за допомогою спеціального ланцюгового транспортера 5 переміщується через камеру. Робочі суміші перекачуються вентиляторами 2, які переміщують їх по коробах 6 і калориферах 7. Пара подається до всіх калориферів. На нагнітальних магістралях вентилятора передбачені патрубки з заслінками, що регулюють викиди відпрацьованої суміші. Для підсосу свіжого повітря у всмоктувальній магістралі кожного вентилятора передбачений патрубок з регулюючою заслінкою. Ланцюговий транспортер 5 забезпечений приводом 8, у складі якого передбачений регулятор 9 марки ПМС. Для підведення пари безпосередньо в секції камери передбачена окрема труба 10 із запірним вентилем 11. Останній при нормальній роботі агрегату служить регулятором подачі пари в робочі зони, а в разі займання смолистих речовин його відкривають повністю. Дим надходить з димогенератора 15.

У цих термоагрегатах можна піддавати тепловій обробці сосиски та варені ковбаси, а також проводити гаряче копчення напівкопчених ковбас.

Ланцюгові термоагрегати працюють у безперервному режимі. Вони бувають трьох видів: з рухом ланцюга у вертикальній площині (рис. 15.32), з рухом ланцюга в горизонтальній (похилій) площині та комбіновані (рис. 15.33).

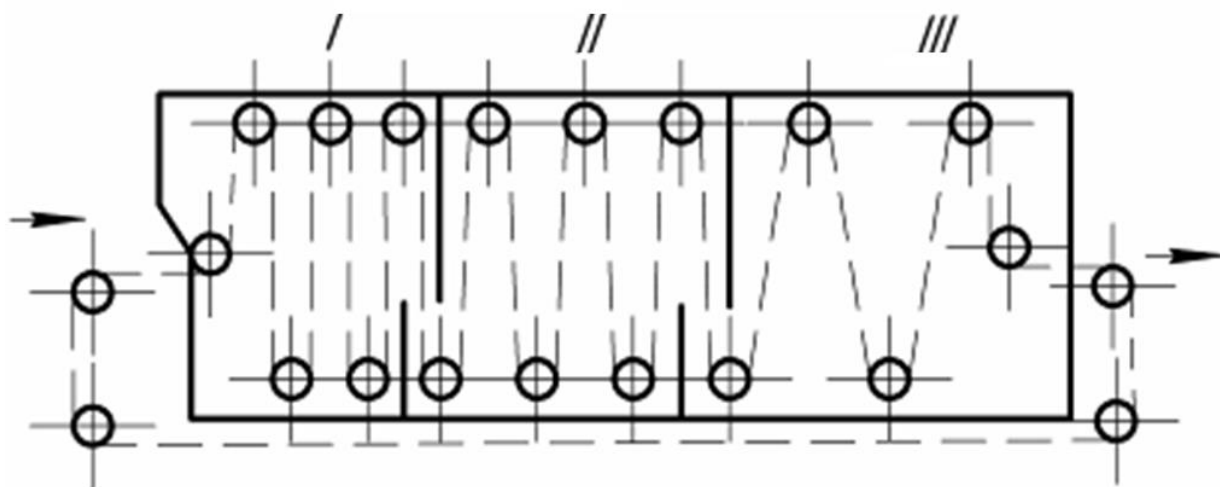


Рис. 15.32. Схема ланцюгового термоагрегата з переміщенням продукту в вертикальній площині: I – підсушування гарячим повітрям; II – обсмаження димоповітряною сумішшю; III – охолодження повітрям

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

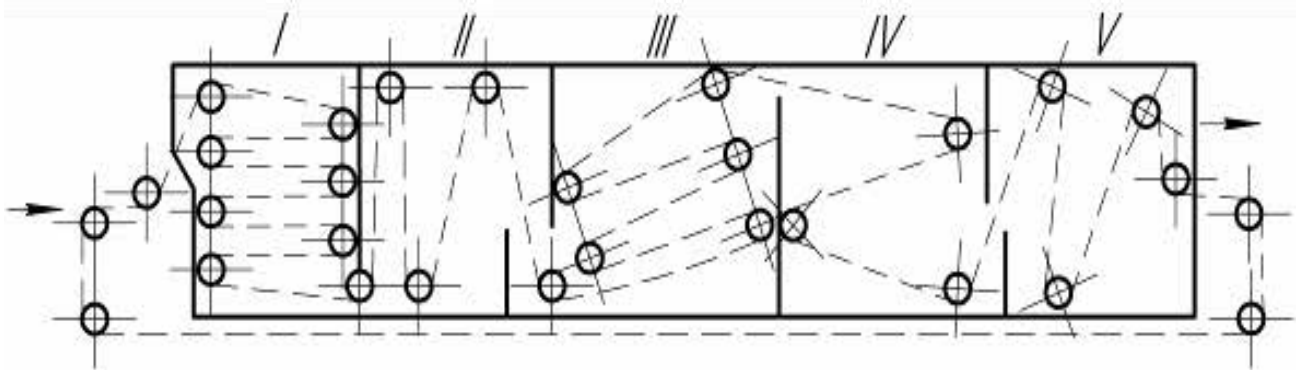


Рис. 15.33. Схема ланцюгового термоагрегата з переміщенням продукту в горизонтальній, вертикальній та похилій площинах: I – підсушування гарячим повітрям; II – обсмаження димоповітряною сумішшю; III – варіння гарячою водою; IV – охолодження водою; V – охолодження повітрям

Термоагрегати з вертикальним рухом ланцюга застосовують для термічної обробки всіх видів варених ковбасних виробів: від сосисок до ковбас діаметром 100 мм і довжиною до 2 м.

Ланцюговий термоагрегат для теплової обробки сосисок (рис. 15.34) має п'ять зон обробки: I – підсушування; II – обсмаження; III – варіння; IV – охолодження водою; V – охолодження і підсушування повітрям. Зони розділені між собою вертикальними перегородками, в яких є вікна для проходу ланцюгів 9 з двоєного конвеєра. Конвеєр приводиться в рух електродвигуном 3 через клинопасову передачу 4 і черв'ячний редуктор 5. Конвеєр має п'ять приводних проміжних валів, установка яких дозволяє зменшити загальний натяг ланцюгів.

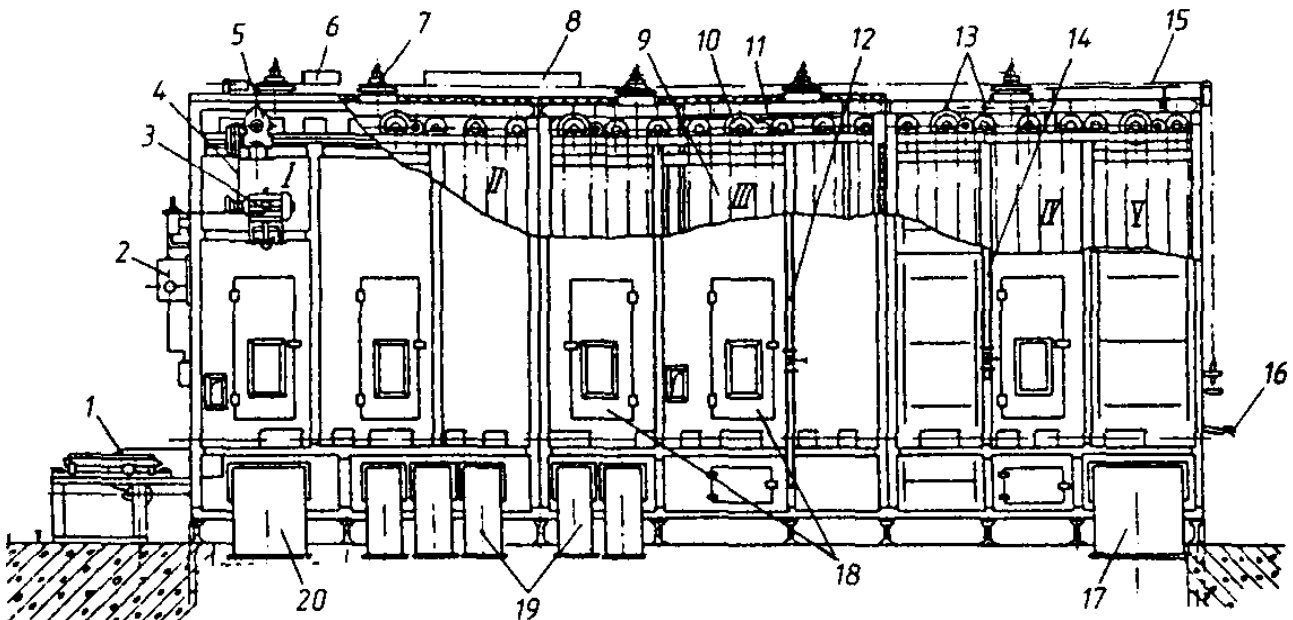


Рис. 15.34. Ланцюговий термоагрегат для теплової обробки сосисок: 1 – вузол завантаження; 2 – привід струшувача; 3 – електродвигун; 4 – клинопасова передача; 5 – черв'ячний редуктор; 6, 8, 15 – димари для подачі гарячого повітря; 7 – ліхтар; 9 – ланцюг; 10 – зірочка; 11 – форсунки для пари; 12 – паропровід; 13 – перфоровані труби; 14 – трубопровід для холодної води; 16 – вузол розвантаження; 17, 19, 20 – патрубки для відводу відпрацьованих газів; 18 – двері

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Палиці з навішеними на них сосисками встановлюють кінцями в люльки, які шарнірно прикріплені до ланцюгів. Завантаження здійснюють у виносній завантажувальній частині 1 конвеєра, а розвантаження – через знімачі вузла розвантаження 15.

Термоагрегат забезпечений калорифером і димогенератором. Гаряче повітря з температурою 50°C через повітропровід 6 надходить у зону підсушування, в зону обсмаження подається повітряно–димовою сумішшю з температурою 85°C через повітропровід 8. У зоні варіння підтримують температуру 85°C подачею гострої пари, що подається по паропроводу 12 до форсунок 11. Охолоджуюча вода з температурою 8°C надходить по трубопроводу 14 до перфорованої труби 13.

Холодне повітря, що надходить по повітропроводу 15, має температуру 10°C . Повітря і повітряно–димову суміш відводяться через патрубки 17, 19 і 20. Для того, щоб сосиски не злипалися, встановлюють струшувачі з приводом 2. Для спостереження за процесами обробки служать оглядові вікна з підсвічувальними ліхтарями 7. Потужність електродвигуна приводу 1,7 кВт, швидкість руху конвеєра: 1,13; 1,69 і 1,91 м/с. Продуктивність термоагрегата до 650 кг/г.

Схема термоагрегата фірми «КСІ» (Канада), в якому несучий ланцюг переміщається в горизонтальній площині, показана на рис. 15.35. Гірлянди сосисок 1 (рис. 15.35, а), отримані на автоматизованих шприцах-перекрутчиках, навішують на ковбасні полиці 3, котрі, у свою чергу, закріплюють в носіях несучого ланцюга 2 просторового одноланцюгового конвеєра.

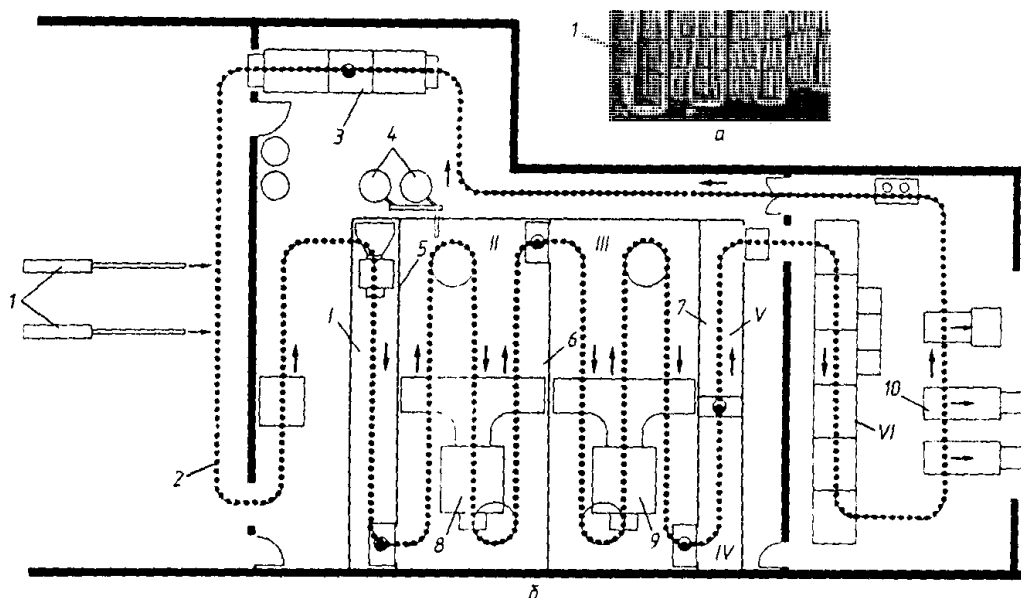


Рис. 15.35. Схема ланцюгового термоагрегата фірми «КСІ» (Канада): а – підвіска сосисок:

- 1 – гірлянди сосисок, 2 – несучий ланцюг, 3 – полиця; б – схема: 1 – шприци – автомати, 2 – ланцюг; 3 – мийний агрегат; 4 – димогенератори; 5, 6, 7 – перегородки; 8, 9 – теплоагрегати; 10 – розвантаження-упаковки; в – зони: I – підсушення; II – обсмаження-копчення; III – варіння пароповітряним середовищем; IV – варіння парою; V – охолодження водою; VI – охолодження розсолем і ополіскування

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Ланцюг 2 (рис. 15.35, б) проходить зигзагоподібно через шість зон, розділених між собою перегородками. У зонах здійснюють: I – підсушку; II – обсмаження; III, IV – варіння; V – охолодження холодною водою; VI – охолодження розсолем і ополіскування. Для підготовки обробних середовищ агрегат забезпечений теплоагрегатами 8, 9 і димогенераторами 4. Гостра пара для варіння подається безпосередньо в камеру. Довжина кожної зони при постійній швидкості конвеєра підбирається так, щоб продукт знаходився: в зоні підсушування – 20 хв., обсмаження і варіння – по 30 хв, в зоні охолодження водою – 4 хв., розсолем – 14 хв.

Сосиски від двох шприців-автоматів 1 навішують на ланцюг 2. Після термічної обробки та охолодження на столах 10 сосиски знімають з палиць, які переносяться далі конвеєром в мийний агрегат 3 та на завантаження. Зняті сосиски поступають на упаковку. Цей ланцюгової агрегат має продуктивність до 2700 кг/г, займана площа 160 м².

15.5. Димогенератори

Димогенератори є невід'ємною частиною коптильних установок і служать для отримання повітряно-димової суміші необхідного складу і температури. Їх застосовують в обсмажувальних камерах, коли обсмаження супроводжується копченням, і в універсальних апаратах.

Дим отримують в результаті сухої перегонки (піролізу) твердих листяних порід деревини. Процес перегонки полягає, як правило, з двох етапів: перший – підсушення деревини і попередній її нагрів до 180°C; другий – власне перегонка – при температурі 295°C. Продукти сухої перегонки містять вуглекислоту, важкі вуглеводні, пари смоли, оцтової кислоти, деревного спирту і вільного водню. Вільний водень може запалюватися при температурі 20°C і концентрації від 4 до 75%. Підвищення температури розширює межі загорання. Для уникнення хлопків і вибухів необхідно це враховувати при проектуванні і експлуатації димогенераторів.

Димогенератори бувають централізовані або локальні, вбудовані в апарати або виносні. Конструкції вбудованих димогенераторів – горнів були розглянуті вище. Виносні димогенератори розділяють за способом підведення теплоти для підсушування і димоутворення на наступні групи: 1 – з самонагріванням за рахунок повного спалювання частини деревини; 2 – із спалюванням газу; 3 – з електропідігрівом; 4 – з підігріванням гарячим повітрям або перегрітою парою; 5 – з фрикційним нагрівом (рис. 15.36).

Димогенератори з самонагріванням складаються як правило, з бункера для тирси або тріски, колосникових решіток, вузла очищення диму і вентилятора. Тирса і тріска можуть розпалюватися сірниками або електронагрівом.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

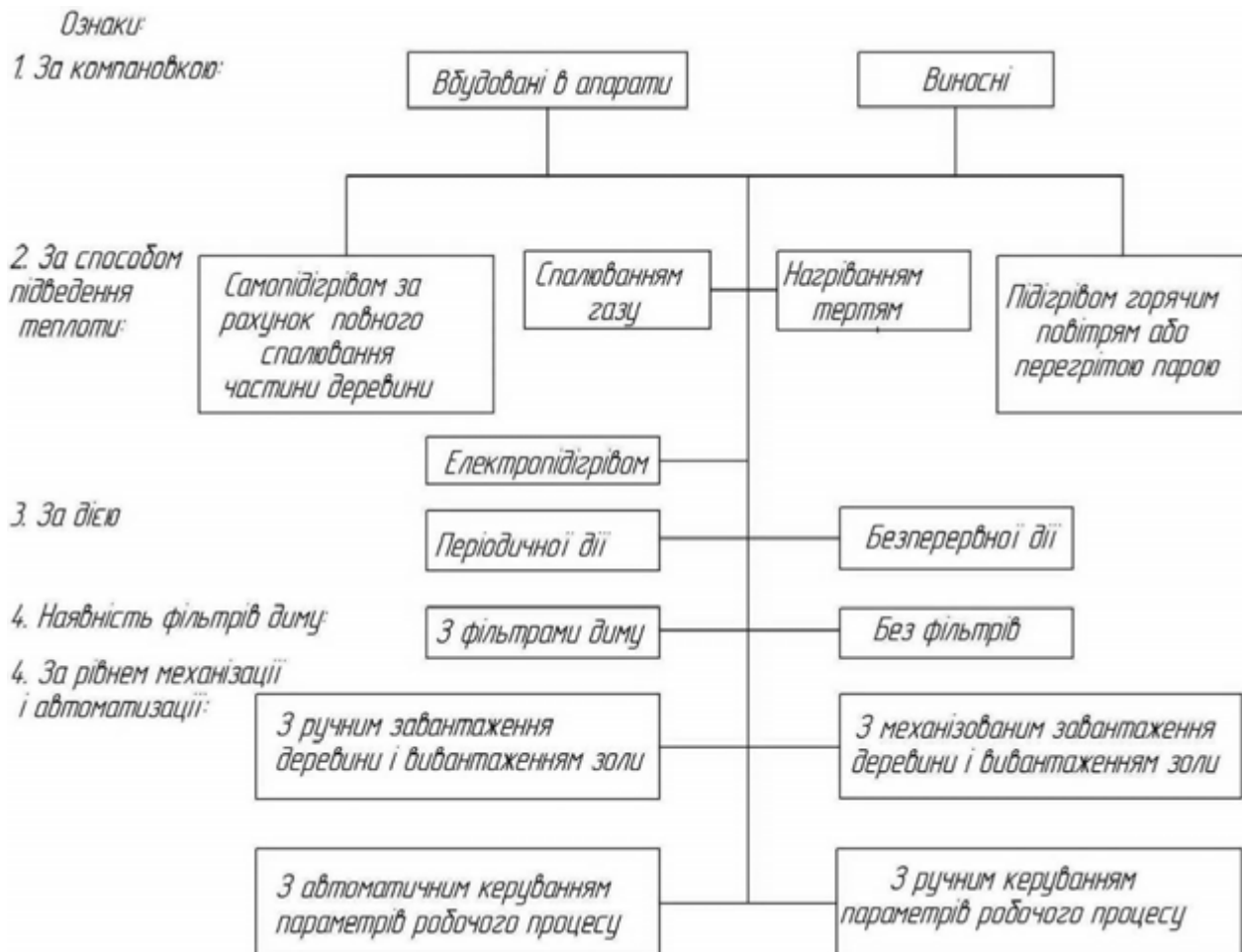


Рис. 15.36. Класифікація димогенераторів

Димогенератор ЕЛРО (рис. 15.37) складається з вузлів перегонки деревини і очищення диму. Перший складається з циліндричного бункера для тирси 10 з конічним дном. Тирса перемішується перетрушувачем 7, закріпленим на валу 9. Вал нижнім кінцем встановлений в радіально-опорному підшипнику 16, верхнім – сполучений муфтою з вихідним валом приводу 8. Привід складається з електродвигуна потужністю 0,4 кВт і черв'ячного редуктора. З бункера через регулюючий конус 12 тирси потрапляють на колосникові решітки 2. Кількість тирси, що поступає, регулює циліндром 4, який маховиком, виведеним назовні, переміщують вгору і вниз, змінюючи проміжок до колосників. На колосникових решітках тирса розрівнюється лопатевою мішалкою 3. Через засувку 1 поступає повітря, кількість якого регулює інтенсивність і температуру горіння. Через засувку 5 підпалюють тирсу при запуску димогенератора. Інтенсивність горіння регулюють і поданням води через отвори в кільцевій трубці 11. Дим із зони горіння поступає в другий корпус, де відбувається двостадійне очищення диму. Фільтр 15 складається з кошика, заповненого фарфоровими кільцями Рашига, які періодично зрошуються водою. З димогенератора дим відводиться вентилятором 13. Продуктивність димогенератора до 400 м³/год повітряно-димової суміші при витраті тирси 10...15 кг/год.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

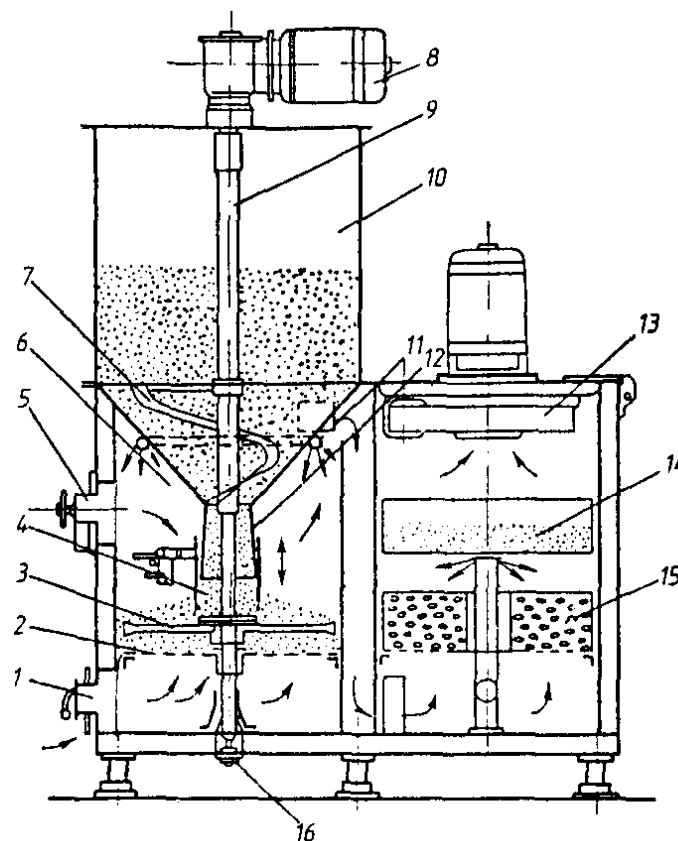


Рис. 15.37. Димогенератор ЕЛРО: 1,5 – повітряні засувки; 2 – колосникова решітка; 3 – лопатева мішалка; 4 – циліндр; 6 – камера горіння; 7 – перетрушувач; 8 – привід; 9 – вал; 10 – бункер для тирси; 11 – труба для води; 12 – регулюючий конус; 13 – вентилятор; 14 – фільтр-поглинач; 15 – фільтр; 16 – радіально-опорному підшипник

Димогенератори з електропідігрівом не отримали широкого поширення, так як на піроліз 1 кг тирси потрібно 0,7 кВт·год електроенергії.

Конструктивно апарат (рис. 15.38) складаються з електронагрівників 3, зібраних з тенів 2 у вигляді плит, через які механічно переміщують тирсу за допомогою спеціального транспортеру 1. Температуру на поверхні нагрівників підтримують в межах 290...310°C. Тирса подається із бункера 6 та вирівнюється на поверхні транспортера за допомогою пристрою 5. Дим виходить із конуса 4.

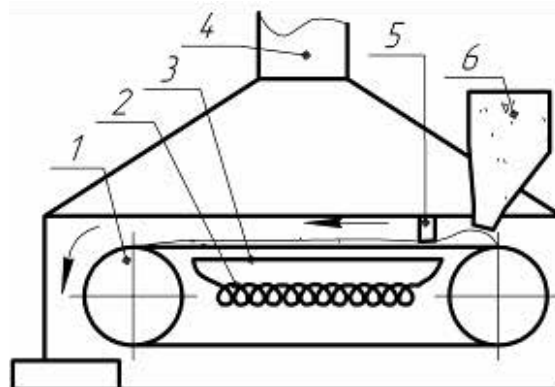


Рис. 15.38. Димогенератор з електропідігрівом

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Димогенератор «Димок» з електропідігрівом тирси (рис. 15.39) складається з корпусу 1 з дверима 2, електронагрівника (плити) 3, сталюї чаші 4, чавунного вантажу 5, порцелянового фільтра 6, димової труби 7 та блока курування 8. Для герметизації дверей застосовано термостійке еластичне ущільнення. Короб фільтра 6 приблизно наполовину заповнюють порцеляновими втулками з зовнішнім діаметром $\varnothing 12$, товщиною стінки 2 і висотою 10 мм.

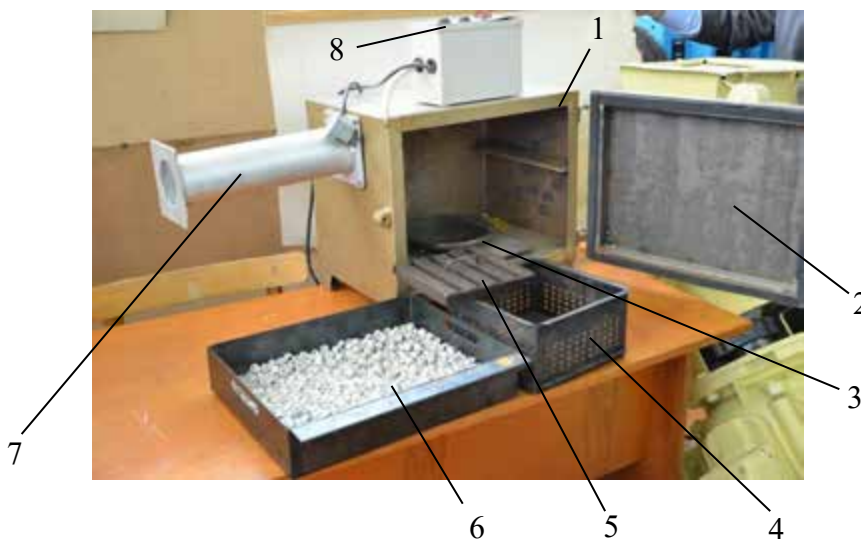


Рис 15.39. Димогенератор з електропідігрівом трісок «Димок»: 1 – корпус; 2 – двері; 3 – електрична плита; 4 – чаша; 5 – вантаж; 6 – порцеляновий фільтр; 7 – вивідна труба; 8 – блок керування

В чашу 4 засипають тирсу і зверху притискають вантажем 5. Тирса в чаші нагрівається на плиті 3, відбувається димоутворення. Дим проходить через перфороване дно короба фільтра 6, проміжками між порцеляновими втулками і очищується від сажі. Очищений дим виводиться з димогенератора трубою 7.

Димогенератори з паровим підігріванням. У цих апаратах димоутворення з деревної тирси відбувається в середовищі перегрітого до 300...400°C водяної пари, що створює ряд конструктивних і технологічних вигод. Апарати абсолютно пожежобезпечні, легко механізуються і автоматизуються. Дим, пов'язаний з паром, конденсується на поверхні ковбас, міцніше зв'язується і створює хороший колір і запах. Зменшуються втрати маси.

Схема парового димогенератора типу АД-54 фірми «Аутотерм» (Німеччина) показана на рис. 15.40. Він складається з термоізовованого корпусу 1, в якому встановлений герметичний вузол генерації диму А і вузол подання тирси Б. Пара в апарат поступає по трубі 6 і потрапляє на електричні нагрівники 7, де перегрівається до температури 300°C. Тирсу подають у бункер 9, звідки вони зсипаються в сталеву трубу 11, усередині якої обертається шнек 15. Привід шнека складається з електродвигуна 14 і зубчастої передачі 13. Для рівномірного подання тирси служить шнек 10. Тирса переміщається шнеком з холодної зони в зону димоутворення, де через перфорацію в трубі 11 вони входять в контакт з перегрітою паром.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

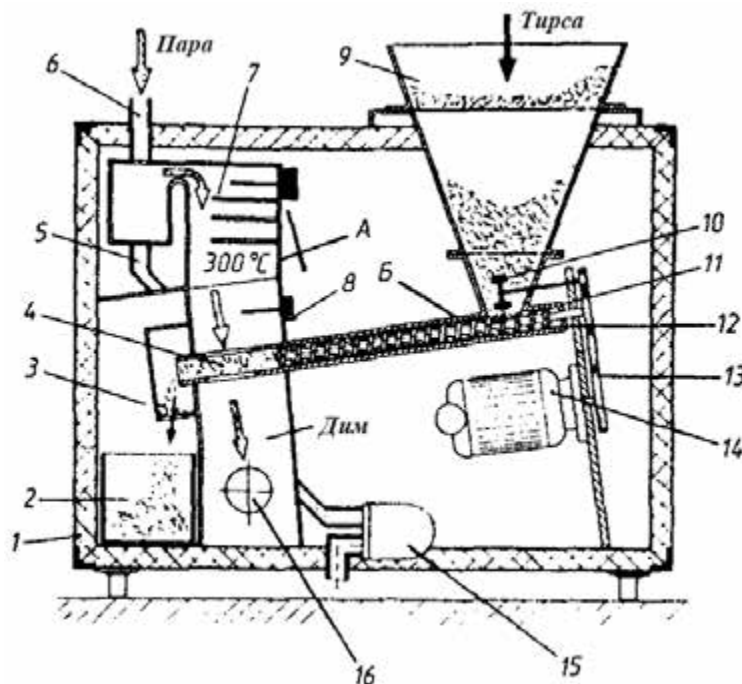


Рис. 15.40. Схема парового димогенератора типу АД-54 фірми «Аутотерм» (Німеччина):
1 – корпус; 2 – піддон для золи; 3 – шлюз; 4 – зона димоутворення; 5 – конденсатовідвідник;
6 – паропровід; 7 – перегрівник пари; 8 – термометр; 9 – бункер; 10 – перетрушувач; 11 –
труба; 12 – шнек; 13 – зубчаста передача; 14 – електродвигун; 15 – конденсатовідвідник;
16 – отвір для виходу диму; А – вузол генерації диму; Б – вузол подання тирси

Відбувається перегонка деревини, дим відводиться через трубу 16, а зола вивантажується в піддон 3. Пара, що несконденсувалася, і конденсат відводяться з установки. На шляху до камери дим охолоджується приблизно до 80°C і у нього значно зростає вологість. Тому його називають паровим, або конденсатним димом. Його використовують переважно для гарячого копчення.

Установка споживає в 1 год 20 кг пари і 7 кВт електроенергії при переробці 10 кг тирси. Маса установки 370 кг.

Фрикційні димогенератори. В них димоутворення відбувається за рахунок тертя бруска дерева по металевій поверхні, що обертається. Брусок притискають за допомогою вантажу або пневматичного пристосування, і на контактній поверхні відбувається підвищення температури до $350\ldots 400^{\circ}\text{C}$.

Поверхню тертя виготовляють у вигляді барабанів, що обертаються, або дисків. Для підвищення коефіцієнта тертя на їх поверхні наносять рифлення або ребра. Для уникнення перегрівання поверхонь тертя димогенератори працюють в циклічному режимі: робочий час 20 с і пауза 1...2 хв. Регулюється процес за допомогою реле часу. При запуску димогенерація відбувається практично миттєво, дим має низький вміст бензопірену.

Дисковий фрикційний димогенератор (рис. 15.41) складається з корпусу 1, в нижній частині якого встановлений диск, що обертається, 12 діаметром 250...270 мм. На поверхні диска виготовляють радіальні ребра заввишки 2...3 мм. Диск встановлюють в підшипниках 14 і муфтою 15 сполучають з валом електродвигуна 2. Частота обертання диска 24 с^{-1} .

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

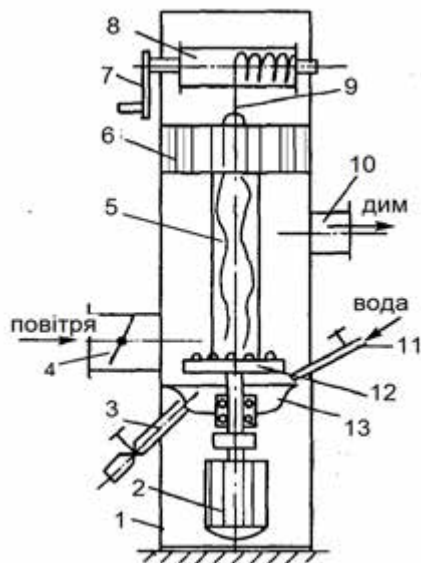


Рис. 15.41. Дисківий фрикційний димогенератор: 1 – корпус; 2 – електродвигун; 3 – відвідна труба; 4, 10 – патрубки для повітря і диму; 5 – дерев'яний брусок; 6 – вантаж; 7 – ручка; 8 – лебідка; 9 – трос; 11 – труба для води; 12 – диск; 13 – піддон; 14 – підшипникова опора; 15 – муфта;

Підшипникова опора і електродвигун закріплені на литому піддоні 13, в який по трубі 11 подається вода, що охолоджує диск і виходить по трубі 3 золу. До диска вантажем 6 притискається брусок 5 з твердих листяних порід. Розміри поперечного перерізу бруса 150 x 150 мм, довжина близько 1 м. Брус притискає до диска вантаж 6, маса якого повинна забезпечити тиск контакту 15...15 кПа. У початкове положення вантаж піднімають ручною лебідкою 8 з ручкою 7. Дим відводять в камеру через трубу 10, а через трубу 4 подають свіже повітря.

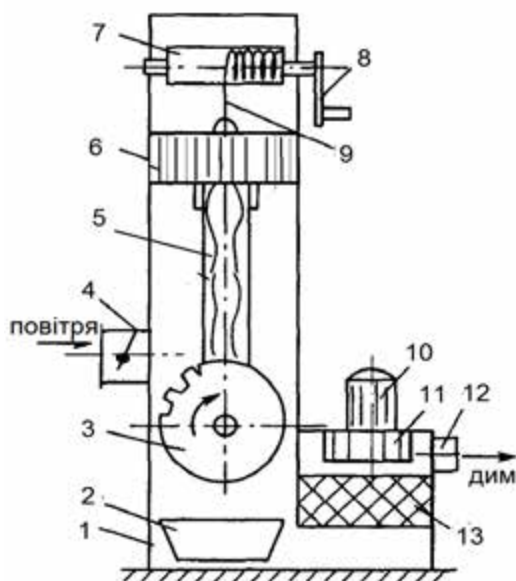


Рис. 15.42. Дисківий фрикційний димогенератор: 1 – корпус; 2 – піддон для золи; 3 – барабан; 4, 12 – патрубки для повітря і диму; 5 – дерев'яний брусок; 6 – вантаж; 7 – лебідка; 8 – ручка; 9 – трос; 10 – електродвигун; 11 – вентилятор; 12 – патрубок для відведення диму; 13 – фільтр

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

У барабанному димогенераторі (рис. 15.42) в корпусі 1 встановлений барабан 3 діаметром 0,3...0,35 м, приведений в обертання електродвигуном. На поверхні барабана виготовляють осьові ребра або рифлення. До барабана вантажем 6 притискається дерев'яний брусок 5. Для підйому вантажу служить лебідка 7. Зола збирається в піддон 2. Дим з генератора відводять безпосередньо з корпусу через фільтр 13 і далі вентилятором 11 через патрубок 15.

15.6. Інженерні розрахунки апаратів для термічної обробки

При технологічному розрахунку апаратів для термічної обробки ковбасних виробів визначають їх продуктивність M (кг/с) і витрату теплоти на процес Q (Дж). При заданій продуктивності визначають одноразову масу завантаження G (кг) і габарити установки.

Продуктивність M (кг/с) апаратів періодичної дії знаходять по загальноприйнятій формулі:

$$M = G/\tau_{\text{ц}}, \quad (15.1)$$

де G – одноразове завантаження продукції, кг; $\tau_{\text{ц}}$ – тривалість циклу обробки, с.

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{тех}} + \tau_{\text{п.з}}, \quad (15.2)$$

де $\tau_{\text{тех}}$ – тривалість технологічної обробки, с; $\tau_{\text{п.з}}$ – тривалість підготовчо-завершальних операцій.

Тривалість технологічної обробки залежить від виду апаратів (одноопераційний, комбінований), виду процесу і характеристик оброблюваного продукту: його розмірів і фізичних властивостей. У загальному вигляді для термокамер:

$$\tau_{\text{тех}} = \tau_{\text{під}} + \tau_{\text{об}} + \tau_{\text{вар}} + \tau_{\text{охл}} \quad (15.3)$$

де тривалість (с): $\tau_{\text{під}}$ – підсушування; $\tau_{\text{об}}$ – обжарювання; $\tau_{\text{вар}}$ – варіння; $\tau_{\text{охл}}$ – охолодження.

Для одноопераційних апаратів визначають тривалість відповідного технологічного процесу. При розрахунку процесів термічної обробки ковбас взаємно розглядають дві задачі: зовнішню, пов'язану з підведенням теплоти від оброблювального середовища до продукту, і внутрішню, пов'язану з перенесенням теплоти усередині продукту. У відомих, вживаних на практиці процесах, підведення теплоти здійснюється від рідких або газоподібних середовищ, і його розрахунок пов'язаний з розглядом закону теплообміну Ньютона:

$$Q = \alpha F \tau \Delta t, \quad (15.4)$$

або

$$q = Q/F\tau = \alpha \Delta t = \alpha(t_{\text{ср}} - t_{\text{пов}}), \quad (15.5)$$

де Q – тепловий потік, Дж; q – питомий тепловий потік, Вт/м²; α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К); F – поверхня продукту, м²; τ – тривалість нагріву, °С; Δt – різниця між температурою середовища $t_{\text{ср}}$ і поверхнею продукту $t_{\text{пов}}$, К.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Внутрішнє перенесення теплоти описується законом Фур'є:

$$q = -\lambda \operatorname{grad} t, \quad (15.6)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м²·К); $\operatorname{grad} t$ – градієнт температури по нормалі до ізотермічної поверхні, К/м.

Стосовно обробки м'ясопродуктів рівняння теплового балансу (по А.І Пелєєву) має вигляд:

$$\alpha F(t_{\text{ср}} - t_{\text{пов}}) = (gc_{\text{ж}} + b \cdot c + 0,01c_{\text{в}}\omega + a_{\text{б}})(dt/d\tau) + r(dM_{\text{в}}/d\tau), \quad (15.7)$$

де g, b – масова доля жиру і сухого залишку; $c_{\text{ж}}, c, c_{\text{в}}$ – питома теплоємність жиру, сухого залишку, води, Дж/(кг·К); ω – вологість продукту, %; $a_{\text{б}}$ – енергія, необхідна для коагуляції білку (при варінні ковбас $a_{\text{б}}=840\ldots1260$ Дж/(кг·К)); r – прихована теплота випаровування води, Дж/кг; $dM_{\text{в}}$ – кількість води, що випарувалася з продукту, кг

У рівнянні (15.7) пов'язані швидкість прогрівання $dt/d\tau$ і швидкість випаровування води $dM_{\text{в}}/d\tau$.

Суму в дужках можна позначити як приведену теплоємність продукції. Тоді рівняння матиме вигляд:

$$\alpha F(t_{\text{ср}} - t_{\text{пов}}) = c_{\text{п}}(dt/d\tau) + r(dM_{\text{в}}/d\tau) \quad (15.8)$$

Тривалість процесу теплової обробки визначають по емпіричних або аналітичних залежностях. При постійній температурі і вологості оброблювального середовища рекомендовані наступні режими: підсушування – температура повітря 100°C, вологість 10%; обсмаження – температура повітряно-димового середовища 100°C, вологість 10...20%; варіння – температура середовища 85°C, вологість 90%. Швидкість руху середовища до 2 м/с. При цих параметрах визначені тривалість процесу і середня швидкість прогрівання центру батона. У таблиці 1 приведені ці значення для батонів діаметром 30, 65, 100 мм.

Таблиця 15.1. Параметри теплової обробки ковбасних батонів

Параметри процесу	Діаметр батона, мм		
	30	65	100
Тривалість (хв):			
при підсушці і обжарюванні	22	51	78
при варінні	11	32	64
Швидкість прогрівання центру батона (К/хв):			
при обжарюванні і підсушуванні	1,8	0,78	0,51
при варінні	2,0	0,64	0,35

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Швидкість прогрівання v_{np} (К/хв) можна знайти і по емпіричних формулах:

$$v_{np} = A/d^n, \quad (15.9)$$

де A – постійна; d – діаметр батона, 10^{-1} м; n – показник ступеня.

При вказаних вище параметрах процесів для підсушування і обжарювання: $A = 6,5$ (фарш без шпика) і $A = 5,2$ (за наявності шпика), $n = 1,14$; для варіння: $A = 10,2$, $n = 19,47$. Діапазони зміни температур в центрі батона: початкова 10°C , у кінці обсмаження 50°C , у кінці варіння 72°C .

Знаючи середню за процес швидкість прогрівання, визначаємо його тривалість (хв):

$$\tau = \Delta t / v_{np}, \quad (15.10)$$

де Δt – приріст температури в центрі батона в окремому процесі, К; v_{np} – відповідна швидкість, К/хв.

Тривалість процесу можна визначити по темпу нагріву m (с^{-1}) – відносній швидкості процесу при регулярному режимі, що встановився. При цьому увесь процес розділяють на три фази: фазу з несталим режимом тривалістю τ_0 , фази з режимом, що встановився, до плавлення жиру τ_1 , і після плавлення τ_2 . Чисельне значення темпу визначають за формулою:

$$m = \psi \alpha F / (c_p \rho V), \quad (15.11)$$

де ψ – емпіричний коефіцієнт; α – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; F – площа поверхні тіла, м^2 ; c_p – приведена теплоємність, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; ρ – щільність матеріалу, $\text{кг}/\text{м}^3$; V – об'єм тіла, м^3 .

Коефіцієнт ψ залежить від критерію Bi : при $Bi = 0$; $\psi = 1$; $Bi = 2$, $\psi = 0,7$; $Bi = 15$; $\psi = 0,2$ і т.д.

Для циліндра радіусом R і довжиною L темп нагріву:

$$m = [2\psi\alpha / (c_p \rho V)] [1 + (R/L)] \quad (15.12)$$

Тривалість встановлених фаз: $\tau_i = m_i^{-1} \ln T_i$, де T_i – відносна температура для даного періоду.

Приведена теплоємність фаршу c_p ($\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$) в інтервалі температур від 20 до 50°C рівна $0,8 \dots 1,1$.

При визначенні продуктивності з наближеного аналітичного рішення допускають, що фарш є однорідною, ізотропною системою; перенесення теплоти здійснюється молекулярною дифузією; теплофізичні характеристики постійні в певних інтервалах температур; ковбасний батон розглядається як нескінченний циліндр; впливом масообміну на теплообмін нехтують. Тоді завдання

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

аналітичного опису пов'язане з рішенням рівняння теплопровідності в циліндричній системі координат:

$$dt/d\tau = a[(d^2t/dr^2) + (1/r)(dt/dr)], \quad (15.13)$$

де t – поточне значення температури, °C; a – коефіцієнт температуропровідності фаршу, м²/с; r – поточне значення радіусу ковбасного батона, м.

Початкові умови:

$$t(r, 0) = t_0 = \text{const}, \quad (15.14)$$

де t_0 – початкова температура батона, °C.

Приймають граничні умови третього роду, виходячи з того, що підвід теплоти конвективний:

$$\lambda_k(dt/dr) + \alpha(t_{cp} - t_{нов}) = 0 \quad (15.15)$$

де λ_k – коефіцієнт теплопровідності ковбасного фаршу, Вт/(м·K); α – коефіцієнт тепловіддачі від середовища до поверхні батона, Вт/(м²·K); t_{cp} – температура середовища, °C; $t_{нов}$ – температура поверхні батона, °C; r – радіус батона, м.

При рішенні цієї задачі приймаємо фізичну модель (по А.М. Бражникову) зміни температури усередині батона з наявністю температурного фронту, тобто лінії чи поверхні, що розділяє не обурену зону і зону з температурою, що змінилася.

При цьому процес прогрівання або охолодження розділяють на дві фази. Перша фаза розпочинається з рівномірного поля початкової температури t_0 і закінчується досягненням фронту центру батона. Друга фаза починається з моменту досягнення температурним фронтом центру батона і триває до закінчення процесу.

Рішення рівняння (15.13) для другої фази у безрозмірному вигляді:

$$T^{(2)}(\xi Fo) = 1 - \left(1 + \frac{Bi}{Bi + 2} \cdot \xi^2\right) \exp \left[\frac{8Bi}{Bi + 4} (Fo - Fo^{(1)}) \right], \quad (15.16)$$

де $T^{(2)}$ – безрозмірна температура в другій фазі; ξ – безрозмірна координата;

Fo – критерій Фур'є; Bi – критерій Біо; $Fo^{(1)}$ – критерій Фур'є для першого періоду.

Безрозмірну температуру для усіх періодів визначаємо за формулою:

$$T = (t - t_0)/(t_{cp} - t_0), \quad (15.17)$$

де t – поточна температура періоду, °C; t_0 – початкова температура періоду, °C; t_{cp} – температура середовища, °C.

Критерій Фур'є називають «безрозмірним часом» і з нього визначають тривалість процесу τ .

$$Fo = a\tau/L^2 \quad (15.18)$$

де a – коефіцієнт температуропровідності, м²/с; τ – час, с; L – характерний розмір, м.

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Безрозмірна координата $\xi = x/L$, де x – поточна координата.

Критерій Біо $Bi = \alpha \cdot L/\lambda$ зв'язує інтенсивність зовнішнього теплообміну через який коефіцієнт тепловіддачі α і внутрішнього – через коефіцієнт теплопровідності λ .

Для чисельного вирішення необхідно визначити величини коефіцієнтів перенесення. Оброблювальні середовища – повітря, повітряно–димово, пароповітряна суміш – розрізняються вологістю від 10 до 90%.

Для пароповітряної суміші:

$$\alpha = \alpha_c (1 + 1,9 \cdot x), \quad (15.19)$$

де α_c – коефіцієнт тепловіддачі від сухого повітря, x – вологовміст повітря в кг на 1 кг сухого повітря.

При зміні вологості повітря від 10 до 100% при $t_{cp}=100^\circ\text{C}$ величина x (кг/кг) змінюється від 0,07 до 5,75.

При швидкості (м/с) руху пароповітряної суміші від 1 до 5 коефіцієнт тепловіддачі можна визначити за емпіричною формулою А.І. Пелєєва:

$$\alpha = 1,167 \cdot B k v^{0.8} D^{-0.4} (1 + 1,9 \cdot x), \quad (15.20)$$

де B – постійна, залежна від температури середовища (при: $t_{cp}=80^\circ\text{C}$, $B = 3,87$; $t_{cp} = 100^\circ\text{C}$, $B = 3,85$); k – геометричний коефіцієнт (при $L/d \leq 50$ $k = 1$; $L/d \leq 5$ $k > 1$). Тут L – довжина батона, м); v – швидкість руху середовища, м/с; d – діаметр батона, м/с.

Теплопровідність фаршу в діапазоні теплової обробки складає 0,465...0,5 Вт/(м·К); температуропровідність для деяких видів ковбасних фаршів приведена в таблиці 15.2.

Таблиця 15.2. Коефіцієнт температуропровідності для м'ясних фаршів

Вид фаршу ковбаси	Коефіцієнт температуропровідності 10^4 (м ² /год)	
	до плавлення жиру	після плавлення жиру
Столова	2,1...2,3	5,4...5,6
Любительська	1,9...2,0	4,5...4,9
Сосиски	3,2...3,3	5,6...5,9

З формули (15.16) з урахуванням експериментальних поправок можна аналітично визначити тривалість процесу. Час досягнення кінцевої температури в центрі осьової симетрії батона $t_{цен}$ визначаємо за формулою:

$$Fo_k = \frac{Bi + 4}{8 \cdot Bi} \left[\ln\left(\frac{t_{cp} - t_0}{t_{cp} - t_{цен}}\right) + Fo^{(1)} \right]. \quad (15.21)$$

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Величина Fo_k , отримана по формулі (15.21), аналітична, не враховуючи експериментальних поправок. З урахуванням поправок розмірний кінцевий час процесу (с):

$$\tau_k = (Fo_k \cdot r_i^2 / a) + 60\tau_{\text{кон}}, \quad (15.22)$$

де r_i – реальний радіус ковбасного батона, м; $\tau_{\text{кон}}$ – тривалість випаровування конденсату з поверхні батона, с.

Експериментально встановлено, що при тепловій обробці радіус батона збільшується:

$$r_i = k_i r_0, \quad (15.23)$$

де r_i – радіус батона в i -й стадії обробки (1 – підсушування, 2 – обжарювання, 3 – варіння), м; k_i – емпіричний коефіцієнт ($k_1 = 1$; $k_2 = 1,023$, $k_3 = 1,045$); r_0 – початковий радіус батона, м.

Тривалість випаровування конденсату (с) знаходять по емпіричній формулі:

$$\tau_{\text{кон}} = (2 - 0,46Bi)(21T_n - 8), \quad (15.24)$$

де $T_n = (t_{\text{пов}} - t_0) / (t_{\text{сер}} - t_0)$ – безрозмірна температура поверхні. Тут $t_{\text{пов}}$, $t_{\text{сер}}$, t_0 – температура відповідно до поверхні, середовища і початкова батона, °С.

Режими обробки приймають згідно таблиці 15.1 і для кожного режиму визначають α , a , Bi . Значення $Fo^{(1)}$ – час проходження «температурного фронту» – визначають по номограмі (рис. 15.43).

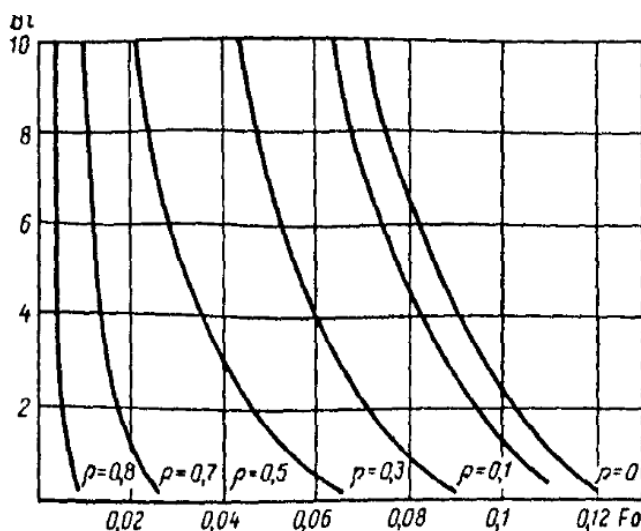


Рис. 15.43. Номограма для визначення часу проходження стадії нагрівання циліндра

При малих значеннях Fo (у нашому випадку $Fo \cong 1$) поширення температурного фронту в матеріалі можна визначати по формулах для необмеженої пластини:

$$T(1; Fo) = Bi(1 - \rho) / [Bi(1 - \rho) + 2], \quad (15.25)$$

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

звідки визначаємо безрозмірну координату температурного фронту:

$$\rho = [Bi - T(Bi + 2)]/[Bi(1 - T)] \quad (15.26)$$

По номограмі (рис. 15.39) для поверхневих Bi і ρ знаходимо Fo і через нього з урахуванням експериментальних поправок знаходимо розмірний час (формула (15.22)).

Так само визначаємо тривалість при обжарюванні і варінні. Так, для обжарювання:

$$Fo_{об} = \frac{Bi_{об} + 4}{8 \cdot Bi_{об}} \cdot \left[\ln \left(\frac{t_{cp} - t_0}{t_{cp} - t_{об}} \right) + Fo^{(1)} - Fo_{нод} \right]. \quad (15.27)$$

Температуру обсмаження $t_{об}$ приймаємо рівною 45°C – температурі в центрі батона у кінці обжарювання.

Для процесу варіння:

$$Fo_{в} = \frac{Bi_{в} + 4}{8 \cdot Bi_{в}} \cdot \left[\ln \left(\frac{t_{cp} - t_{в.о}}{t_{cp} - t_{в.к}} \right) + Fo^{(1)} + Fo_{нод} \right], \quad (15.28)$$

де $t_{в.0}$ і $t_{в.к}$ – відповідно температура фаршу на початку і у кінці процесу, $^\circ\text{C}$.

Тривалість обробки м'ясних виробів зануренням у воду визначаємо по темпу нагріву (формула (15.12), в якій коефіцієнт тепловіддачі α визначаємо за критерієм Нусельта). При ламінарному русі рідини $10^3 \leq (Gr \cdot Pr) < 10^9$ при вертикальному розташуванні продукції:

$$Nu = \alpha d / \lambda = 0,76(Gr \cdot Pr)^{0,25} (Pr / Pr_{нов}')^{0,25}, \quad (15.29)$$

де d – діаметр батона, м; λ – коефіцієнт теплопровідності обігрівуючого середовища, Вт/(м·К); Gr – критерій Грасгофа; $Pr, Pr_{нов}'$ – критерій Прандтля при температурі гріючого середовища і поверхні продукту.

Кількість теплоти Q (Дж), необхідну для здійснення процесу, визначають з теплового балансу:

$$Q = Q_{np} + Q_{кін} + \sum Q_{вит}, \quad (15.30)$$

де Q_{np} – теплота, необхідна для обробки продукту, Дж; $Q_{кін}$ – теплота, необхідна для нагріву технологічних конструкцій, Дж; $\sum Q_{вит}$ – сума втрат теплоти крізь огорожувальні конструкції (Дж):

$$Q_{np} = Gc_p \Delta t + rM, \quad (15.31)$$

де G – маса оброблюваної продукції, кг; c_p – приведена теплоємність (див. формулу (15.7)), Дж/(кг·К); $\Delta t = t_{кін} - t_{поч}$ різниця між середньою кінцевою $t_{кін}$ і початковою $t_{поч}$ температурами продукту, К; r – прихована теплота випаровування, Дж/кг; M – кількість води, що випарувалося за процес, кг.

Кількість води, що випарувалася, приведену до 1 кг продукту, визначають для кожної фази обробки:

$$M_i = A \cdot \psi \cdot \tau_1 \cdot d^{-1}, \quad (15.32)$$

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

де A – постійна випаровування (для фаз підсушування $A=2 \cdot 10^{-3}$, обсмаження $A=4 \cdot 10^{-3}$); ψ – коефіцієнт, залежний від діаметру оболонки (для $d=65$ мм $\psi=1,25$).

$$Q_{\text{кон}} = G_{\text{кін}} \cdot c(t_{\text{кін}} - t_{\text{поч}}), \quad (15.33)$$

де $G_{\text{кін}}$ – маса конструкцій (візки, тролей і т.д.), кг; c – теплоємність їх матеріалу, Дж/(кг·К); $t_{\text{кін}}$ і $t_{\text{поч}}$ – кінцева і початкова температури конструкцій.

Втрати через конструкції $\sum Q_{\text{вум}}$ визначають по загальноприйнятих формулах теплопередачі.

Для визначення поперечних розмірів і об'єму камери приймають нормовану масу сирової продукції, що завантажується на одну раму (табл. 15.3).

Таблиця 15.3. Норми завантаження продукції на одну раму

Вид продукції	Маса завантаження
ковбаси:	
варені	180...250
напівкопчені	125
копчені	135...145
сосиски	100
копченості	165...200

Кількість рам z , що знаходяться в рамному термоагрегаті:

$$z = M(\tau_{\text{об}} + \tau_{\text{п.з}})/G, \quad (15.34)$$

де M – продуктивність агрегату, кг/год; $\tau_{\text{об}}$ – тривалість процесу обробки, год; $\tau_{\text{п.з}}$ – втрати часу при завантаженні–вивантаженні, год; G – маса продукції на одній рамі, кг

Продуктивність M (кг/с) ланцюгового термоагрегата:

$$M = \varphi v G_{\text{уд}}, \quad (15.35)$$

де $\varphi < 1$ – коефіцієнт завантаження; v – швидкість руху ланцюга, м/с; $G_{\text{уд}}$ – питоме погонне навантаження на ланцюг, кг/м.

$$G_{\text{уд}} = z \cdot G_1, \quad (15.36)$$

де z – число підвісок, що доводяться на 1 м довжини ланцюга, м⁻¹; G_1 – маса продукції, що закріплюється на одній підвісці, кг.

Питоме навантаження (кг/м) може змінюватися в широкому діапазоні: від 50 до 100. Загальна робоча довжина конвеєра (м):

$$L = v \cdot \tau_{\text{об}} = M \tau_{\text{об}} / (\varphi \cdot G_{\text{уд}}), \quad (15.37)$$

де $\tau_{\text{об}}$ – тривалість термічної обробки продукції, с.

$$\tau_{\text{об}} = \tau_{\text{под}} + \tau_{\text{об}} + \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{ох}} + \tau_{\text{п.з}}, \quad (15.38)$$

де $\tau_{\text{п.з}}$ – тривалість завантаження і вивантаження продукції, с.

15.7. Розрахунок димогенератора

При розрахунку димогенераторів визначають кількість енергії, необхідної для піролізу деревини, розміри колосникових решіток і продуктивність вентилятора. При цьому приймають, що температура сухої перегонки дорівнює 300 °С

У димогенераторах з нагрівом тирси за рахунок часткового їх згорання кількість згорілого палива, необхідного для отримання диму з 1 кг тирси, визначаємо по формулі:

$$\beta = q / [(Q - I)\eta], \quad (15.39)$$

де q – витрата палива, віднесена до 1 кг генерованої тирси, кг/кг; Q – нижча теплота згорання палива, Дж/кг; I – кількість теплоти, що відноситься продуктами повного згорання 1 кг палива, Дж/кг; $\eta \cong 0,75$ – коефіцієнт корисного використання теплоти.

Для деревини $Q = (10,5 \dots 14,7) \cdot 10^3$ кДж/кг. Цю теплоту можна визначити по формулі Д.Н. Менделєєва:

$$Q = 4,2 [81 C + 300 H - 26 O - 6 (W - 9H)], \quad (15.40)$$

де C, H, O, W – відповідно вміст в паливі вуглецю, водню, кисню і води, %. Орієнтовний вміст цих речовин (%): $C = 33$; $H = 4$; $O = 27$; $W = 35$. Тоді $Q = 11,1 \cdot 10^3$ кДж/кг.

Величину I (кДж/кг) визначаємо по формулі:

$$I = 4,2 \cdot (\alpha L_0 + 1) \cdot [0,24t_1 + 0,001(595 + 0,47t_1)d], \quad (15.41)$$

де α – коефіцієнт надлишку повітря; L_0 – теоретична кількість повітря, необхідна для згорання 1 кг палива, кг/кг; $t_1 = 300^\circ\text{C}$ – температура газів, що відходять; d – вологовміст продуктів повного згорання 1 кг палива, приведене до 1 кг сухого повітря, г/кг.

$$\begin{aligned} L_0 &= 0,115C + 0,345H + 0,043O; \\ d &= [d_0 + 10(9H - W)] / (\alpha L_0 + 1), \end{aligned} \quad (15.42)$$

де d_0 – вологовміст сухого повітря, г/кг.

При початковій температурі повітря $t_0 = 22^\circ\text{C}$ і вологості 65% величина $d_0 = 10$ г/кг. При $\alpha = 1,1$; $L_0 = 4,04$ і $I = 4,0 \cdot 10^3$ кДж/кг. При цих значеннях $\beta = 0,392 \approx 0,4$.

Повна витрата M_τ (кг/год) димоутворюваного палива:

$$M_\tau = M_\tau^0 \cdot (I + \beta), \quad (15.43)$$

де M_τ^0 – витрата димоутворюваного палива, кг/год.

Площу колосникових решіток F (м²) визначають за питомим завантаженням тирси q (кг/(м²·год)):

$$F = M_\tau \cdot q, \quad (15.44)$$

де $q = 6 \dots 12$ кг/(м²·год).

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Маса димоповітряної суміші L_D (кг/кг), що отримується від перегонки 1 кг палива і покидає димогенератор:

$$L_D = W_D + L'_0(1 + 0,001d) + \beta, \quad (15.45)$$

де $W_D = 0,51$ – маса димових речовин, отриманих після сухої перегонки 1 кг палива, кг/кг; L'_0 – витрата свіжого повітря на згорання β кг/кг палива, приведений до 1 кг палива, кг/кг:

$$L'_0 = \beta \cdot \alpha \cdot L_0, \quad (15.46)$$

Маса водяної пари W_n в димоповітряній суміші складає приблизно 40% або $W_n = 0,2$ кг/кг.

Об'єм суміші ($\text{м}^3/\text{кг}$), що покидає димогенератор, віднесений до 1 кг палива:

$$V_D = \rho_n \cdot L_0, \quad (15.47)$$

де ρ_n – питомий об'єм вологого повітря, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Об'єм суміші з урахуванням продуктів повного згорання палива, віднесений до 1 кг усього палива ($\text{м}^3/\text{кг}$):

$$V'_D = V_D \cdot (1 + \beta)^{-1}. \quad (15.48)$$

Продуктивність вентилятора $M_{\text{вен}}$ (кг/год), що відсмоктує суміші з димогенератора:

$$M_{\text{вен}} = V'_D \cdot M_T, \quad (15.49)$$

Схема розрахунку фрикційних димогенераторів приведена на рис. 15.40.

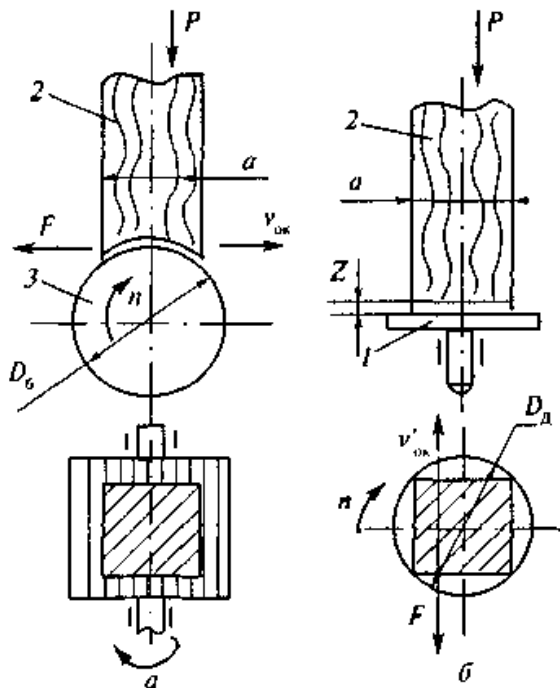


Рис. 15.44. Схема розрахунку фрикційних димогенераторів: а – барабанного; б – дискового; F – сила тертя; $v_{\text{ок}}$, $v'_{\text{ок}}$ – швидкості колова і середня колова; $D_{\text{б}}$, $D_{\text{д}}$ – діаметри барабана і диска; a – розмір бруска; P – сила притиснення

Розділ 15. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ І ДИФУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

У барабанному димогенераторі (рис. 15.40, а) дерев'яний брусок 2 із стороною квадрата в перерізі, рівною a , притиснутий до поверхні барабана 3 силою $P(H)$. Величина цієї сили:

$$P = p \cdot S, \quad (15.50)$$

де p – тиск притиснення, Па; $S = a^2$ – площа поперечного перерізу бруска, m^2 .

Залежно від вологості деревини p лежить в межах 9,8...39,0 кПа, причому менше значення відноситься до сухішої деревини.

На поверхні барабана, який обертається з частотою n (s^{-1}) виникає сила тертя $F = \mu \cdot P$ (де $\mu = 0,6...0,65$ – коефіцієнт тертя ковзання деревини об чавунний барабан). Коефіцієнт тертя може бути збільшений за рахунок рифлень або ребер на поверхні барабана і диска. Потужність, необхідна для подолання сил тертя (Вт):

$$N_0 = F \cdot v_{ок} = F \cdot \pi \cdot D_б \cdot n$$

При використанні горизонтального диска 1 (рис. 15.44, б) потужність $N_d = F v_{ок}^c$, де $v_{ок}^c$ – середня колова швидкість, рівна $v_{ок}^c = 0,25\pi \cdot D_d \cdot n$.

При заданій витраті диму M_d (кг/год), знаючи питому масу диму $W_d = 0,51$ кг/кг, вироблену з 1 кг деревини, визначаємо кількість деревини (кг/год), що витрачається:

$$M_\tau = M_d / W_d = M_d / 0,51, \quad (15.51)$$

З геометричних характеристик апарату отримуємо:

$$M_T = F \cdot z \cdot n \cdot \rho_d, \quad (15.52)$$

де z – товщина шару деревини, що переходить в дим за один оборот барабана або ротора, м; ρ_d – щільність деревини, kg/m^3 .

15.6. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Які технологічні операції входять в поняття теплової і дифузійної обробки?
2. Як класифікують апарати для теплової обробки ковбас?
3. Які апарати застосовують для варіння ковбас в рідких середовищах?
4. Які схеми організації потоків газо– і пароподібних середовищ використовують в апаратах?
5. Які одноопераційні апарати застосовують для обробки ковбас і інших виробів?
6. Що таке термокамера і термоагрегат?
7. Які використовують види термоагрегатів? Як розрізняються ланцюгові термоагрегати?
8. Що таке димогенерація?
9. Які бувають схеми димогенераторів?
10. Як влаштовані димогенератори з частковим спалюванням палива?
11. Що таке фрикційні димогенератори і як вони влаштовані?

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Тривале зберігання консервів забезпечується знищенням в них патогенних (хвороботворних) мікроорганізмів, тобто таких, що викликають псування продукту, і спор. Для цих цілей використовують теплову обробку продукту, обробку струмами високої і надвисокої частоти, іонізуючим випромінюванням. У м'ясоконсервному виробництві застосовують теплову обробку.

16.1. Теорія теплової обробки консервів

Використовують три види теплової обробки консервованих продуктів: стерилізацію, пастеризацію і тиндалізацію.

Стерилізація – теплова обробка при температурі 100°C і вище, пастеризація – при температурі нижче 100°C. Тиндалізація – дробова або повторна стерилізація, при якій консерви стерилізуються двічі з витримкою між циклами 20...28 год.

При пастеризації не відбувається повного знищення мікрофлори, але більш м'які режими обробки створюють високі органолептичні показники продукту. Такі продукти не є продуктами тривалого зберігання. Вони повинні зберігатися при знижених температурах середовища.

Режими стерилізації (температура і витримка при цій температурі) повинні забезпечити припинення життєдіяльності мікроорганізмів і спор, які розвиваються за звичайних умов зберігання і викликають псування консервів або створюють небезпечні для здоров'я людини продукти своєї життєдіяльності. В процесі стерилізації намагаються отримати не абсолютну, а промислову стерильність, при якій мікроорганізми не знищуються, не здатні розвиватися і викликати псування консервів.

Процес стерилізації проходить в три фази: 1 – нагрівання апаратів і консервних банок до температури стерилізації; 2 – власне стерилізація при постійній температурі в апараті; 3 – зниження температури продукту. Режими стерилізації для кожного виду консервів умовно записують у вигляді формули стерилізації:

$$(A - B - C) / T, \quad (16.1)$$

де A – тривалість підвищення температури в апараті до температури стерилізації, с; B – тривалість власне стерилізації, с; C – тривалість зниження температури до температури охолодження апарату; T – температура стерилізації, °C.

Температуру стерилізації T вибирають як найбільш допустиму, тобто таку, що робить найменший вплив на якість продукту. Значення величин A і B є функцією виду продукту, розміру банок і конструкції автоклава. Для вертикальних автоклавів користуються постійними значеннями величини A : для бляшаних банок місткістю до 1 кг $A = 20...25$ хв, при більшій місткості – 30 хв, для скляних банок місткістю 0,5 кг – 25 хв, місткістю 1 кг – 30 хв.

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Тривалість періоду B пов'язана з поступовим вирівнюванням тиску в автоклаві і банці, що виключає деформацію бляшаних банок і зрив кришок зі скляних. Значення величини B лежить в межах 20...60 хв залежно від об'єму банки.

Тривалість власне стерилізації B залежить від ряду чинників: температури стерилізації, початкового і кінцевого числа мікроорганізмів в продукті, виду продукту, розміру банки та ін.

На рис. 16.1 приведена умовна термограма процесу стерилізації в координатах τ – час, T – температура.

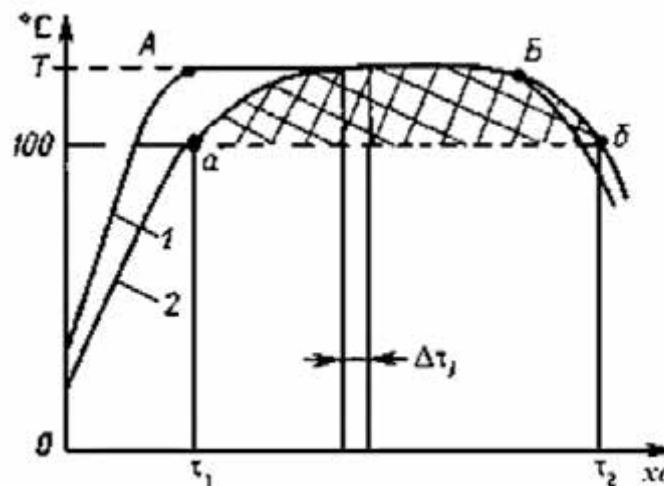


Рис. 16.1. Умовна термограма процесу стерилізації: 1 – температура в автоклаві; 2 – температура в центрі банки

Крива 1 показує зміни температури в автоклаві, крива 2 – у банці. Ділянка до точки A – розігрівання автоклава, AB – власне стерилізація при постійній температурі T і далі після точки B – охолодження. Оскільки спори відмирають при температурах вище 100°C , загальний ефект режиму стерилізації визначають геометричною інтеграцією фігури, обмеженої прямою, проведеною через точку 100°C і ділянкою ab кривої 2.

При нагріванні в процесі стерилізації в консервній банці через повітря, що залишилося при закятці, створюється надмірний тиск, який може зірвати кришки із скляних банок або порушити щільність закатувального шва в металевих. Цей надмірний тиск компенсують в апаратах додатковим тиском повітря або води – так званим протитиском. Для визначення рівня протитиску необхідно знати величину $P_{\text{над}}$ (Па) надмірного тиску:

$$P_{\text{над}} = \frac{(P_0 - P_{\text{вн}})T_{\text{ст}}}{T_0(1 + p)}, \quad (16.2)$$

де P_0 – загальний тиск у банці після закятки, Па; $P_{\text{вн}}$ – парціальний тиск водяної пари в закятаній банці, Па; $T_{\text{ст}}$ – температура стерилізації, К; T_0 – температура продукту при закриванні, К; p – коефіцієнт:

$$p = (V_{\text{ст}} - V_0)/V_0, \quad (16.3)$$

де V_0 – незаповнений об'єм у банці (5...10% від загального об'єму) перед стерилізацією; $V_{ст}$ – те ж у кінці стерилізації.

Середня величина коефіцієнта $p = 0,1...0,15$.

Для зменшення $P_{над}$ слід зменшити тиск P_0 за рахунок вakuування при закриванні і зменшити незаповнений об'єм V_0 . Бажано підвищувати температуру продукту при закятці.

Стерилізацію і пастеризацію проводять в апаратах періодичної і безперервної дії при атмосферному або підвищеному тиску нагрівного середовища. В якості останньої використовують гостру пару і воду.

16.2. Стерилізатори періодичної дії

Стерилізатори періодичної дії – автоклави – бувають вертикальні і горизонтальні. Вертикальні автоклави найбільш універсальні, в них можна обробляти консерви в металевій, скляній і полімерній тарі, як при атмосферному тиску, так і при підвищеному. У решті випадків в апараті створюють протитиск. В якості нагрівного середовища використовують пару або воду.

За способом завантаження бувають автоклави з кошиками (сітками) і без кошиків, по кількості кошиків – від одного до чотирьох.

Вертикальний автоклав (рис. 16.2), що являє собою сталевий циліндр 2 з верхньою кришкою 4, яка щільно закривається гвинтовими затискачами (притискними гайками).

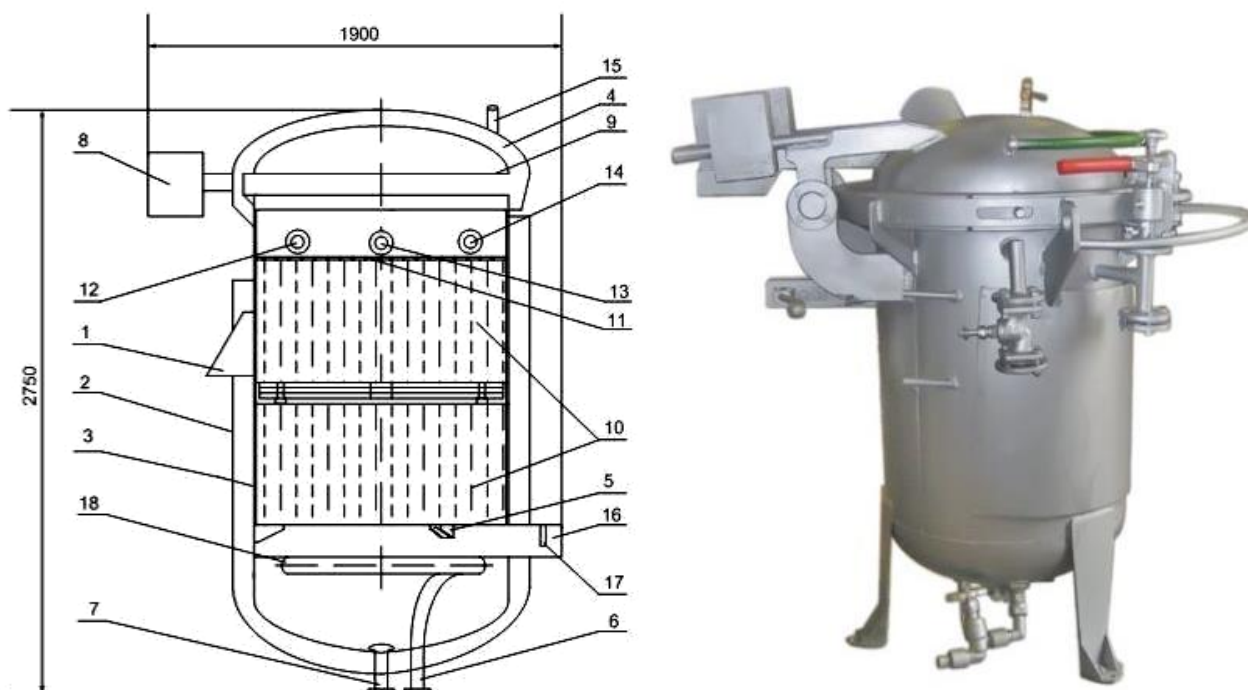


Рис. 16.2. Вертикальний автоклав Б6-КА2-В-2: 1 – опора; 2 – корпус; 3 – теплоізоляція; 4 – кришка; 5 – кронштейни; 6 – патрубок; 7 – зливний патрубок; 8 – противага; 9 – фланцевий затвор; 10 – автоклавні корзини; 11 – розпилювач; 12 – подача стисненого повітря; 13 – злив зверху; 14 – подача холодної води; 15 – запобіжний клапан; 16 – коробка; 17 – місця підключення датчиків; 18 – барботер

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

У нижній частині автоклава передбачено введення пари через хрестоподібний барботер 18 і зливання води, а над ним прикріплене до стінок опорне кільце, на яке ставлять одна на одну сітки з банками 10. Сітки виготовляють за формою автоклава з листової сталі з отворами на боковій поверхні. На кришці автоклава встановлено запобіжний клапан 15 і продувний кран. У верхній частині корпусу розміщено труби: наливна – 14, зливна – 13 та повітряна – 12. Тут же, в центрі, приєднана спускна труба. З боку автоклава приварена коробка 16, де містяться термометр і манометр.

Технологія стерилізації в автоклаві така. Наповнені герметично закупореними банками корзини за допомогою електротельфера опускають в автоклав. У цей час температура води в ньому повинна бути на $(15...20)^{\circ}\text{C}$ вищою температури банок (за таких умов банки не тріскаються). Води в автоклаві повинно бути стільки, щоб вона покрила всі банки. Після завантаження автоклав закривають кришкою, міцно закріплюють відкидними болтами і відкривають паровий вентиль. Кран на кришці залишають відкритим доти, доки повітря не буде витіснено парою. Потім кран закривають і продовжують нагрівати до одержання необхідної температури в автоклаві і банках. У цей час треба постійно стежити за манометром і термометром, суворо дотримуватись формули стерилізації для даного виду консервів. Стерилізують консерви з протитиском, який створюють за допомогою води. Витискують водою все повітря і створюють необхідний протитиск (вказаний у формулі). Якщо тиск недостатньо підвищується, то впускають в автоклав ще воду, збільшуючи подачу пари.

Необхідно, щоб тиск води у водопроводі завжди був вищим (не менше як у 2 рази) проти потрібного тиску в автоклаві. Якщо таких умов немає, то тиск в автоклаві підтримують на відповідному рівні за допомогою подачі в нього стиснутого повітря або води під тиском з резервного бака. При нагріванні продукт розширюється і тому тиск всередині банок значно зростає. Якби в автоклаві не було такого або трохи більшого тиску, то з банок зривалися б кришки.

Після закінчення витримування банок в автоклаві при заданій температурі подачу пари припиняють і консерви охолоджують у воді до температури $(40...45)^{\circ}\text{C}$. Охолоджені банки протирають, щоб на них не залишилося вологи, яка викликає ржавіння кришок під час зберігання. Потім кришки змазують вазеліном або технічним жиром, після чого складають у ящики і відправляють на склад. Для створення протитиску в автоклав нагнітають воду або повітря. У першому випадку його оснащують відцентровим насосом і ресивером, в другому – компресором і ресивером. У систему входять регулюючі вентилі і зворотні клапани.

Вертикальний безкорзинний автоклав Н10-ІАВ (рис. 16.3) має циліндричний корпус 7 і днище у вигляді усічених конусів. Згори корпус і днища теплоізовані. Днища закінчуються циліндричною горловиною, відкидними кришками 3 і 10 що закриваються. Кришки прикріплені до важелів 4, які закріплені на корпусі осями 5. Відкриваються і закриваються кришки

пневмоциліндрами 6. Герметизація з'єднання кришки з горловиною здійснюється гумовим прокладками і затискачем, керованим своїм пневмоциліндром.

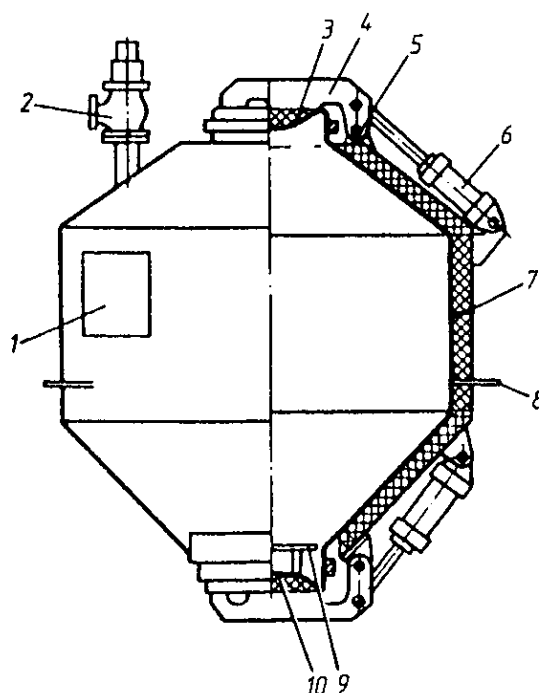


Рис. 16.3. Вертикальний безкорзинний автоклав Н10-ІАВ: 1 – кишень-камера; 2 – запобіжний клапан; 3, 10 – верхня і нижня кришки; 4 – важіль; 5 – вісь; 6 – пневмоциліндр; 7 – корпус; 8 – лапи

До корпусу приварена кишень-камера 1, в якій розміщують датчики вимірювальних і реєструвальних приладів. На верхньому днищі є запобіжний клапан 2. Автоклав забезпечений підводами для води, пари, стисненого повітря, оснащений вентилями з дистанційним управлінням. Управління режимом стерилізації здійснюється системою автоматичного регулювання.

Діаметр корпусу автоклава 1250 мм. Він вміщує до 2200 банок № 3, 2300 банок № 6 або 1560 банок № 8. При закритій нижній кришці автоклав заповнюють гарячою водою і через верхню горловину завантажують насипом банки. На нижній кришці встановлена відбійна пластина 9, яка перешкоджає її заклиненню. Після завантаження закривається верхня кришка і включається регулятор. Температура в автоклаві регулюється зміною подачі пари і холодної води, тиск – подачею стиснутого повітря. Після закінчення стерилізації і охолодження відкривається нижня кришка, і банки вивантажуються в резервуар з водою.

Безкорзинні автоклави експлуатуються у складі установок, оснащених декількома автоклавами, що подаються транспортерами, комунікаціями для подання пари, води, повітря, системою автоматичного регулювання.

Вертикальні автоклави є основними апаратами для стерилізації консервів. Однак їм притаманні суттєві недоліки. Наприклад, вони застосовуються для стерилізації різних консервів без дотримання оптимальних режимів для кожного виду продукції, що не дає змоги гарантувати високу якість продукції. Тому

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

автоклави постійно удосконалюються – автоматизується процес стерилізації, впроваджуються спеціальні автоклави, в яких банки під час стерилізації весь час обертаються. Встановлено, що надання посуду механічного обертального руху дозволяє значно скоротити загальну тривалість стерилізації та покращити умови теплопередачі, що, в свою чергу, підвищує якість стерилізованого продукту.

Горизонтальні автоклави призначені для стерилізації консерви у воді, з протитиском і нагрівом пари. Горизонтальні автоклави бувають з обробкою банок в нерухомому положенні або при обертанні. На рис. 16.4. наведені види сучасних горизонтальних автоклавів з різними системами стерилізації.

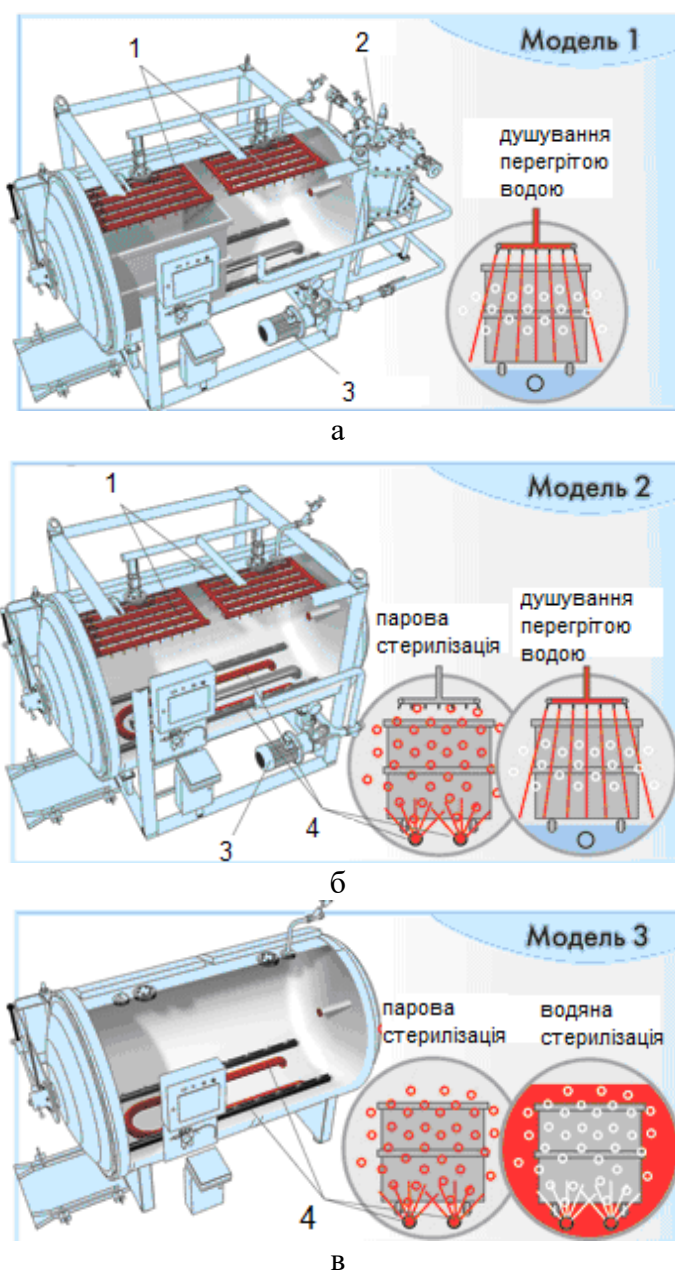


Рис. 16.4. Види горизонтальних автоклавів з різними системами стерилізації:
а – автоклав для стерилізації консервів в будь-якій тарі з системою душування перегрітою водою під тиском з використанням спірального теплообмінника; б, в – автоклави для стерилізації паром і душуванням перегрітою водою з протитиском: 1 – душувальний пристрій; 2 – спіральний теплообмінник; 3 – електронасос; 4 – барботер

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Сучасний горизонтальний автоклав типу АГК (рис. 16.5, табл. 16.1) завдяки наявності теплообмінника, душувального пристрою і мікропроцесорної системи управління дозволяє стерилізувати продукцію при температурах до 135°C в різних видах тари: металевій, скляній, пластиковій, фольгованій – за рахунок точного регулювання тиску, температури та підтримки рівномірного температурного поля відповідно до режиму, заданого технологом.

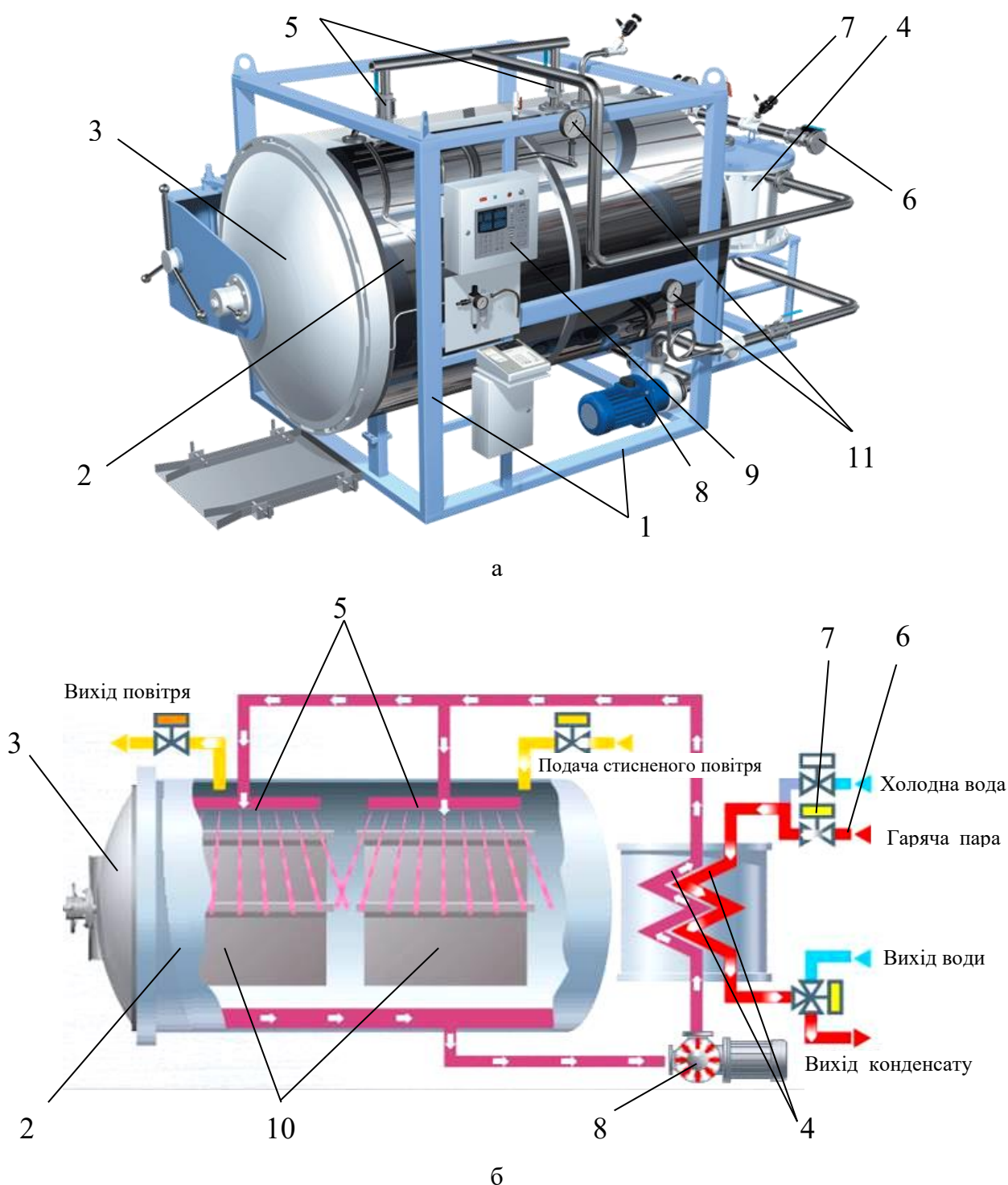


Рис. 16.5. Горизонтальний автоклав типу АГК:
а – загальний вигляд; б – схема роботи

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Таблиця 16.1. Технічні характеристики автоклава АГК

Показники	Значення
Маса з комплектом приладдя, кг	2520
Об'єм автоклава, л	3185
Внутрішній діаметр корпусу, мм	1300
Кількість корзин, шт.	2
Максимальна температура стерилізації, °C	135
Нерівномірність температурного поля в період стерилізації, °C	±0,5
Робочий тиск, МПа	0,3
Регулювання тиску з точністю, МПа	0,005
Витрата за цикл, не більше:	
– холодної води (18°C), м ³	3,0
– "крижаної" води (4 °C), м ³	2,4
– пари, кг	215
– стисненого повітря, м ³	3,5
– електроенергії, кВт·год	5,75

Горизонтальний автоклав типу АГК (рис. 16.5) складається з рами 1, робочої камери 2, герметичної кришки 3, спірального теплообмінника 4, пульта управління 9, контрольно-вимірювальних приладів 11 та арматури.

Спіральний теплообмінник 4 (рис. 16.6) має ряд переваг перед іншими видами теплообмінних апаратів, хоча досить складний у виготовленні. Його теплотехнічні і вагові характеристики кращі, ніж у інших аналогічних апаратів. Наприклад, поверхня теплообміну на одиницю об'єму (м²/м³) у спірального теплообмінника складає 30...70, а у кожухотрубного – 15...40. Витрати металу на одиницю поверхні (кг/м²) для спірального теплообмінника складають 30...50, а для кожухотрубного – 30...80.

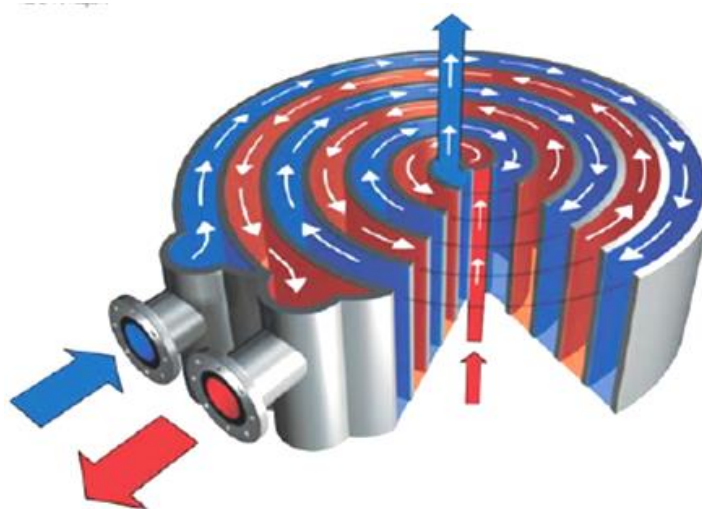


Рис. 16.6. Схема спірального теплообмінника

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Для системи зрошування в апараті застосований відцентровий електронасос 8, виконаний з неіржавної сталі.

В середній частині робочої камери 2 є два ряди роликів, по яких в автоклав завантажують корзини 10. Втулки корпусів їх підшипників працюють без змащування при температурі до 135°C.

Для стерилізації продукції застосований метод зрошування або душування перегрітою водою (з температурою до 145°C). На верхній частині робочої камери 2 розміщені два колектори (за кількістю корзин) душувального пристрою 5, через які зрошувальна вода розподіляється по самоочисних форсунках і розбризкується на тару, яка стерилізується. Завдяки певній формі вихідного кінця (у вигляді «вісімки») форсунки, струмінь води створює деякий вакуум, в наслідок чого частина води перегрівається і перетворюється на пару, проникаючи здатність якої набагато вища за струмінь води. Використання таких форсунок на горизонтальних автоклавах дає добрий результат. Температура в упаковках з продуктами, які розташовані всередині корзини зрівнюється з температурою в упаковках у зовнішній її частині.

В автоклаві на кожну корзину припадає 81 форсунка. В цьому випадку витрати води на кожну форсунку становлять $30000/162=185$ л/год, що забезпечує високий ефект зрошування.

Під час роботи горизонтального автоклава (див. рис. 16.5, б) продукт, що направляється на стерилізацію, закладають у спеціальні корзини 10, які розміщують у робочій камері 2. Технолог здійснює запуск відповідної програми стерилізації (мікропроцесорна система управління забезпечує виконання 24 програм). З котельної по трубі 6 гаряча пара подається в теплообмінник 4, причому її подача регулюється паровим клапаном 7. У теплообміннику 4 пара віддає тепло душувальній воді. Ця вода за допомогою насоса 8 рухається по замкнутому контуру через теплообмінник 4 і, розпилюючись через форсунки душувального пристрою 5, омиває тару.

Коли набрана температура і тиск в автоклаві досягають потрібної величини, необхідної для стерилізації даного виду продукту, клапани закриваються і автоклав виконує функцію термостата. Під впливом навколишнього середовища температура в автоклаві поступово може знижуватися, а тиск падати внаслідок витоків пари через клапани, тоді, при виникненні необхідності, відкривається клапан пари 7 і з магістралі 6 подається додаткова порція пари.

Після закінчення часу стерилізації здійснюють процес охолодження продукту. В теплообмінник 4 замість пари подають холодну воду, яка охолоджує душувальну воду. При цьому тиск в автоклаві регулюється клапаном тиску, а швидкість охолодження — клапаном холодної води. Стерилізаційна вода використовується в замкнутому циклі. Температура, тиск і час стерилізації автоматично контролюються за допомогою мікропроцесорної системи управління.

16.3. Стерилізатори безперервної дії

Крім стерилізаторів періодичної дії для виробництва консервів застосовують стерилізатори безперервної дії. За конструктивними особливостями їх поділяють на роторні, лінійні, або гідростатичні (гідропневматичні).

У стерилізаторах цього типу завантаження, повний цикл термічної обробки і вивантаження банок відбуваються безперервно. Для цього апарати забезпечують внутрішніми транспортуючими системами, а також шлюзовими пристроями, що забезпечують безперервне введення і виведення банок в простір з тиском вище атмосферного. В якості транспортуючих систем використовують ланцюгові вертикальні і горизонтальні конвеєри, а також шнекові.

Ротаційні методи стерилізації мають перевагу перед статичним методом, що обумовлене швидшою подачею тепла від нагрівника і вищою рівномірністю обробки з погляду ступеня знищення бактерій і зміни кольору обробленого продукту.

Барабанні роторні стерилізатори безперервної дії (рис. 16.7) призначені для стерилізації консервів у жерстяній тарі. Для стерилізації консервів за температури понад 100 °С стерилізатор має три нерухомих горизонтально розміщених циліндричних корпуси, які встановлені паралельно і призначені відповідно для підігрівання, стерилізації та охолодження консервів. У середині корпусів на валах встановлені барабани, поверхні яких паралельні внутрішній поверхні корпусів і мають прикріплені паралельно осі сталеві смуги. Відстань між смугами дорівнює діаметру банок. На внутрішній циліндричній поверхні нерухомого корпусу закріплені спіральні напрямні зі штабової сталі. Крок спіралі дорівнює діаметру банок. Між спіраллю на корпусі і смугами на нерухомому барабані є незначна відстань.

Банки завантажують за допомогою ланцюгового елеватора через впускний клапан. Банки скочуються на рухомий барабан і розмішуються між сусідніми смугами. При обертанні барабана банки ковзають по нерухомій спіралеподібній напрямній на корпусі й переміщуються вздовж рухомого барабана.

Після підігрівання вмісту до 98 °С банки з першого корпусу через герметизуючий клапан передаються у стерилізатор і при обертанні ротора переміщуються до другого кінця. Під час переміщення банки за рахунок тертя по нерухомій спіралі обертаються навколо своєї осі. Після стерилізації вони через герметизуючий клапан передаються в корпус охолодження, де охолоджуються до 30...40 °С за надлишкового тиску повітря. Із корпусу охолодження банки вивантажуються через герметизуючий клапан.

Банки підігрівають і охолоджують водою, стерилізують у середовищі водяної пари, тиск якої підтримується автоматично відповідно до температури стерилізації.

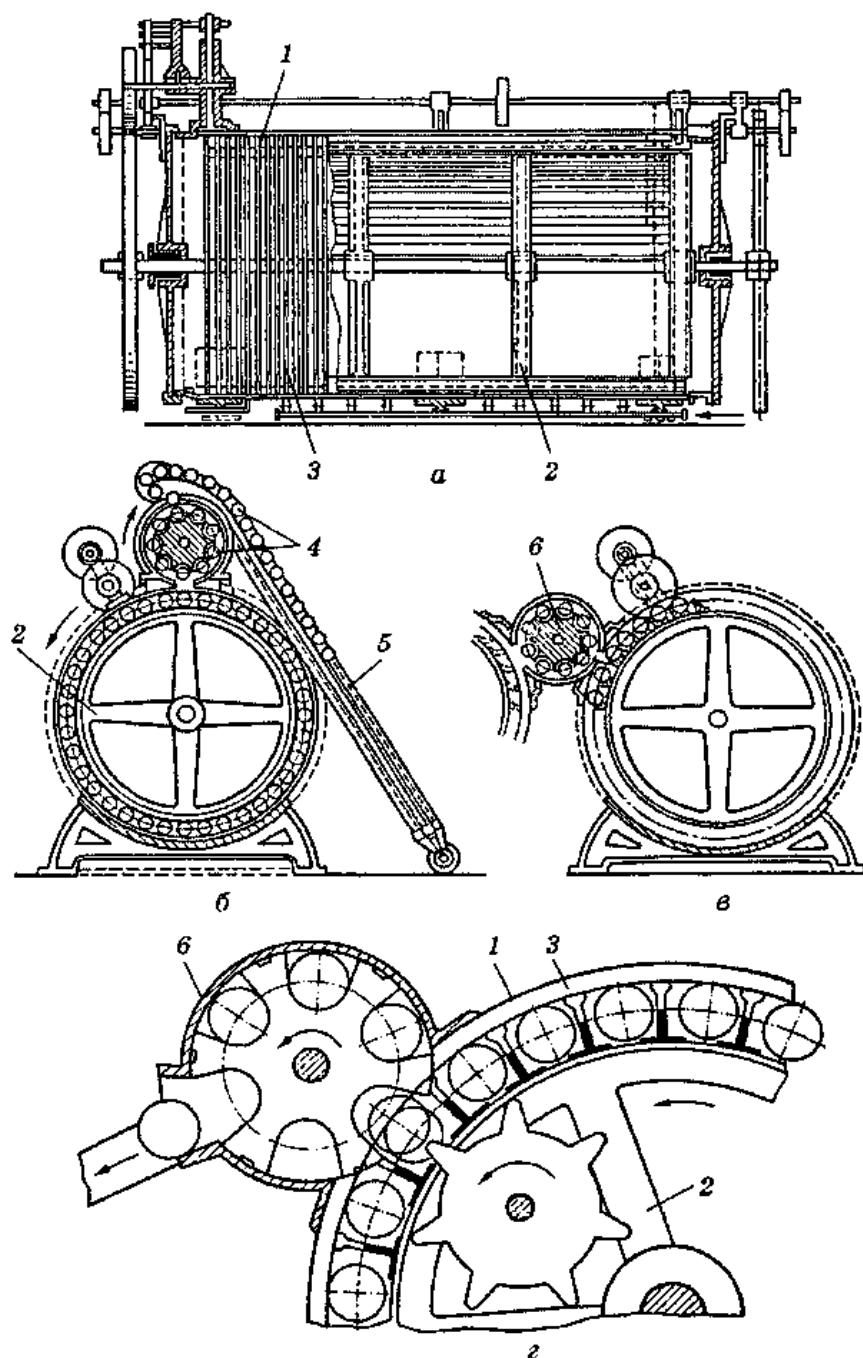


Рис. 16.7. Барабанний стерилізатор безперервної дії: а – загальний вигляд; б – завантажувальний клапан; в, г – розвантажувальний клапан; 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – спіралеподібна напрямна; 4 – завантажувальний клапан; 5 – ланцюговий елеватор-живильник; 6 – розвантажувальний клапан

Основним недоліком роторних стерилізаторів є те, що вони призначені для стерилізації консервів у жерстяній тарі лише одного розміру. Під час обертання вміст банок перетирається і частково втрачає свою структуру, а бульйон стає каламутним. Через різкий перепад тисків і температури при переході банок із корпусу в корпус банки можуть деформуватися; олово на їхніх поперечних швах спрацьовується.

Роторні стерилізатори КСЖ для банок № 14 (продуктивність 24 банки за хвилину) та СН-1 для банок № 9 (продуктивність 65 банок за хвилину) широкого не застосовують.

Лінійні стерилізатори фірми «Мазер і Платт» за принципом дії аналогічні роторним, але банки транспортуються пластинчастими ланцюговими конвеєрами, які рухаються по вертикальних спіралях в окремих корпусах. Як і в роторних стерилізаторах, при надходженні банок із стерилізатора в охолоджувальний корпус температура і тиск у середині банок високий. Різкий перепад температур і тиску під час охолодження може спричиняти деформування банок. Щоб запобігти цьому, банки охолоджують посекційно (1–4 секції). У першій секції банки охолоджують гарячою водою, в інших температура поступово знижується. Після останньої секції консерви вивантажуються охолодженими до 35...40°C. Продуктивність лінійних стерилізаторів 11...90 банок за хвилину.

16.4. Стерилізатори з гідростатичним тиском

На консервних заводах великої продуктивності більш поширеними є гідростатичні стерилізатори (рис. 16.8). Їх використовують для стерилізації консервів у тарі з різних матеріалів і різної форми.

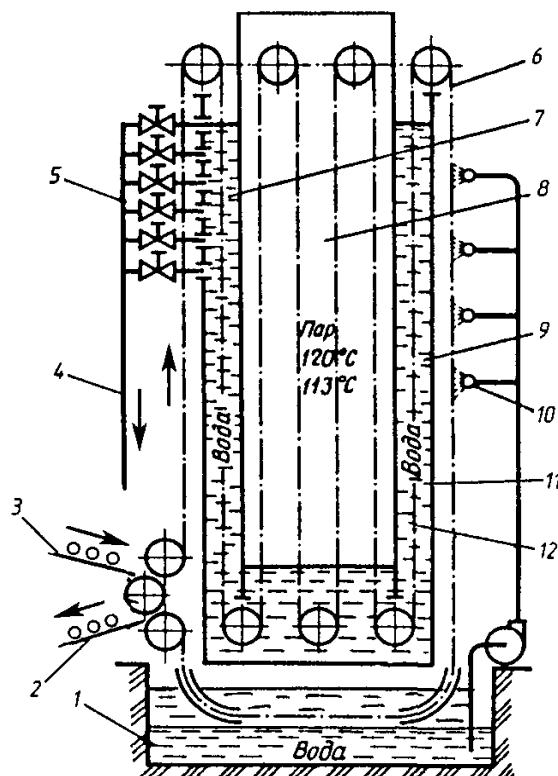


Рис. 16.8. Схема гідростатичного стерилізатора А9-ФСА: 1 – басейн для охолодження; 2, 3 – вузли вивантаження і завантаження консервних банок; 4 – зливна труба; 5 – водяна комунікація; 6 – ланцюговий конвеєр; 7 – камера підігрівання; 8 – камера стерилізації; 9 – камера початкового охолодження; 10 – камера з форсунками додаткового охолодження; 11, 12 – зовнішній і внутрішній корпуси

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Стерилізатор складається із зовнішнього 11 і внутрішнього 12 корпусів, що утворюють три камери. У внутрішній камері 8 відбувається стерилізація і в ній підтримується температура пари 113...120°C при відповідному тиску. Камери 7 і 9 заповнені водою, в яких відбувається підігрівання і початкове охолодження консервів. У нижній частині корпусу 11 камери сполучені шаром води. Водяні стовпи в камерах 7 і 9 є гідростатичними заслінками, а висота стовпа води визначається залежно від тиску $P_{\text{ст}}$ (Па) стерилізації:

$$P_{\text{ст}} = \rho_{\text{в}} g H, \quad (16.4)$$

де $\rho_{\text{в}}$ – щільність води, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, м/с²; H – висота стовпа води в шахті, м.

Висота стовпа води має бути достатньою для зрівноваження тиску стерилізації. Стовп води заввишки 10 м створює надлишковий тиск 0,1 МПа, якого достатньо для здійснення процесу стерилізації парою за температури 120 °С.

Через усі камери проходить двохланцюговий конвеєр 6, між ланцюгами якого встановлені касети-носії банок. У касеті розміщується 20 банок № 9 або 23 банки № 12. Всього на конвеєрі встановлені 1208 касет.

Консерви надходять до завантажувального механізму 3 стерилізатора, який розміщує їх у носії для банок, і по першій колоні транспортуються вгору. Потім вони переміщуються у другий канал 7 та занурюються у воду. Вгорі вода має температуру 70...80°C, а внизу – близьку до температури стерилізації.

У міру опускання носіїв з банками у другій колоні зверху вниз банки поступово прогриваються до температури стерилізації. Тиск, який утворюється в банках при нагріванні, компенсується за рахунок постійного збільшення висоти стовпа води у міру переміщення носіїв до низу колони попереднього нагрівання. Підігрівання триває близько 25 хв. Після цього банки переходять в проміжний канал з водою і, вийшовши з води, потрапляють у шахту (камера стерилізації 8), яка заповнена парою, що нагріта до температури стерилізації (120°C). Температура в камері відповідно до p - T -діаграми визначається тиском стовпа води у другій та четвертій колонах. Консерви рухаються в камері протягом часу, потрібного для стерилізації консервів.

Після стерилізації консерви із стерилізаційної камери 8 надходять знизу в колону охолодження 9, де температура і тиск зменшуються у міру піднімання носіїв з банками вгору. На виході з охолоджувальної колони вміст банок охолоджений до 75 – 80 °С.

Потім вони потрапляють у басейн з охолоджувальною водою 1, де відбувається їх кінцеве охолодження до температури 50°C. З ванни вони потрапляють в механізм вивантаження 2 і поступають на подальшу обробку.

Рух води в колонах 7 і 9 має зворотний напрямок руху банок. Холодна вода, що надходить у колону 7 зверху, підігривається за рахунок теплоти консервів і перекачується в колону 8. З цієї колони вода відводиться через переливний пристрій і її можна використовувати на технічні потреби.

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Продуктивність стерилізації залежить від тривалості самої стерилізації, яка може змінюватися в межах 40...116 хв. При цьому продуктивність по банці № 9 змінюється від 87 до 254 банок за 1 хв. Висота стерилізатора 18,3 м, маса 76000 кг. Потужність електродвигуна приводу конвеєра 20 кВт. Управління роботою стерилізатора автоматизоване.

Основним недоліком гідростатичних стерилізаторів є велика висота приміщень для їх установа (до 25 м), значні площі через потребу мати басейн для охолодження води. Крім того, час перебування консервів у зоні попереднього нагрівання, як правило, незначний, унаслідок чого тиск, що утворюється в тарі, значно відстає від тиску у камері стерилізації. При вході банок у камеру стерилізації виникає максимальна різниця тисків (до 0,12 МПа), яка поступово зменшується у міру прогрівання банок у камері стерилізації. І навпаки, під час переміщення банок у зону охолодження різниця тиску в банках і охолоджувальному середовищі збільшується, досягаючи значень того самого порядку, що і при нагріванні, поки вміст не буде охолоджений.

Ці недоліки, незважаючи на простоту конструкції і обслуговування гідростатичних стерилізаторів, заважають впровадженню їх у м'ясопереробній промисловості.

Стерилізатор «Гідролок» (Франція) призначений для стерилізації питного молока, розфасованого в жерстяні банки № 7. Особливість даного стерилізатора (рис. 16.9) полягає в тому, що під час стерилізації банки з продуктом разом з їх лінійним рухом обертаються навколо своєї осі. Це значно покращує теплообмін, скорочує тривалість процесу і забезпечує рівномірне нагрівання продукту за всім об'ємом. Крім того, постійний тиск в робочій камері допускає стерилізацію харчових продуктів в різній тарі: жерстяні банки, скляні банки, алюмінієва і пластмасова тара.

Камери стерилізації 4 і попереднього охолодження 8 розташовані в циліндричному горизонтальному корпусі зварної конструкції зі знімною задньою кришкою сферичної форми і плоским переднім днищем. Верхня частина корпусу є камерою стерилізації парою, нижня – камерою попереднього охолодження водою. Обидві камери розділені плоскою стінкою, яка допускає прохід ланцюгового конвеєра з тарою. Рівень води підтримується постійним.

На задній кришці закріплено два вентилятори 7, які розміщені в камері стерилізації 4. Стерилізатор встановлений на трьох опорах, приварених до рами. Привід, що складається з електродвигуна, редуктора і варіатора, забезпечує синхронний рух барабана-герметизатора і транспортера з носіями.

Під час роботи за допомогою барабана-герметизатора 3 заповнена тара надходить в зону високого тиску та високої температури (секцію стерилізації 4), де протягом 12...30 хвилин піддається стерилізації при температурі 132...143°C. Загальна тривалість циклу складає 30...35 хвилин. Готовий охолоджений продукт виходить з боку задньої кришки стерилізатора.

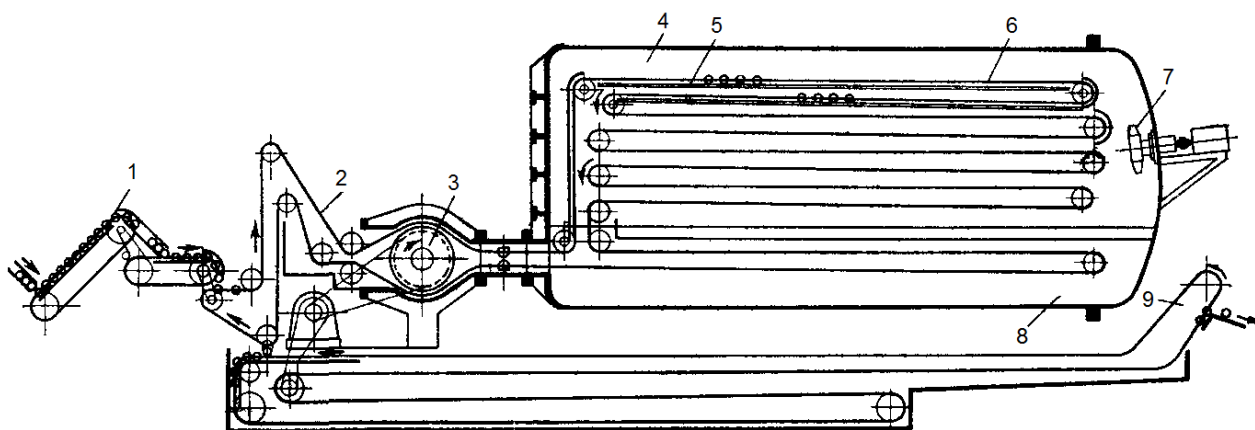


Рис. 16.9. Конструктивна схема стерилізатора «Гідролок» безперервної дії:

- 1 – подавальний транспортер з автоматичним завантаження консервних банок;
 2 – ланцюговий транспортер з носіями; 3 – барабан-герметизатор; 4 – камера стерилізації;
 5 – платформи; 6 – горизонтальна гілка транспортера; 7 – вентилятор; 8 – камера
 попереднього охолодження; 9 – транспортер камери остаточного охолодження

16.5. Інженерні розрахунки стерилізаторів

При технологічному розрахунку стерилізаторів визначають їх продуктивність за заданими параметрами або визначають геометричні розміри. У тепловому розрахунку знаходять кількість необхідної теплоти на процес при заданій формі стерилізації.

а) Технологічний розрахунок

Такий розрахунок дозволяє провести визначення продуктивності автоклава та кількості необхідних автоклавів.

Кількість банок, що вміщується в одну сітку автоклава, визначається з формули:

$$z = 0,785 \cdot a \cdot (d_c^2 / d_b^2), \quad (16.5)$$

де d_c – діаметр сітки автоклава, м; d_b – зовнішній діаметр банки, м; $a = h_c / h_b$ – відношення висоти сітки до висоти банки (приймається ціле найближче менше число); h_c – висота сітки, м; h_b – висота банки, м.

Тривалість заповнення банками однієї сітки:

$$\tau_c = z / q, \quad (16.6)$$

де q – продуктивність лінії, банок/с.

Кількість сіток, що завантажуються в один автоклав:

$$z_c = \tau_b / \tau_c, \quad (16.7)$$

де τ_b – максимальна тривалість витримування (накопичування) банок до їх стерилізації після закупорювання, с (як правило τ_b не перевищує 1800 с). Приймається ціле найближче менше число.

Кількість банок, що завантажуються в один автоклав:

$$n_b = z_c \cdot z, \quad (16.8)$$

Тривалість повного циклу роботи автоклава:

$$\tau_y = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5, \quad (16.9)$$

де τ_1 – період завантаження автоклава, с; τ_2 – період підвищення температури і тиску, с; τ_3 – період безпосередньої стерилізації, с; τ_4 – період зменшення тиску і температури – період охолодження, с; τ_5 – період розвантаження банок, с; τ_2, τ_3, τ_4 – значення цих складових приймається відповідно до формули стерилізації.

Продуктивність автоклава визначається з формули:

$$M_a = n_0 / \tau_y \quad (16.10)$$

Кількість необхідних автоклавів для лінії стерилізації знаходимо з формули:

$$n_a = M / M_a \quad (16.11)$$

Інтервал часу між завантаженням наступних автоклавів:

$$\Delta \tau = n_0 / M_a \quad (16.12)$$

Товщина стінки автоклава визначається за формулою:

$$\delta = \frac{p \cdot D_c}{2,3 \cdot \sigma \cdot \phi - p} + c, \quad (16.13)$$

де p – тиск в апараті, $p = 0,4$ МПа; D_c – внутрішній діаметр корпусу, м (з наближенням приймаємо $D_c = d_c$); σ – допустима напружка на розтягування, МПа (допустима напружка у стінці для вуглецевих сталей 120 МПа); ϕ – коефіцієнт міцності зварювального шва ($\phi = 0,7...0,8$); c – збільшення на корозію, м (збільшення на корозію $c=0,001...0,003$ м).

б) Тепловий розрахунок

За тепловим розрахунком автоклава визначають витрати пари на стерилізацію і витрати охолоджувальної води.

Рівняння теплового балансу автоклава має вигляд:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6. \quad (16.14)$$

Витрати теплоти, (кДж) за статтями теплового балансу визначають так.

Витрати теплоти на нагрівання автоклава:

$$Q_1 = G_1 \cdot c_1 \cdot (T_c - T_1), \quad (16.15)$$

де G_1 – маса автоклава, кг; $c_1 = 0,482$ кДж/(кг·°С) – теплоємність сталі; T_1 – початкова температура автоклава, °С; T_c – температура стерилізації, °С.

Витрати теплоти на нагрівання корзин:

$$Q_2 = G_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2), \quad (16.16)$$

де G_2 – маса корзин, кг; c_2 – теплоємність матеріалу корзин, 0,482 кДж/(кг·°С); T_2 – температура корзини, °С.

Витрати теплоти на нагрівання банок:

$$Q_3 = G_3 \cdot c_3 \cdot (T_c - T_3), \quad (16.17)$$

де G_3 – маса банок, кг; c_3 – теплоємність матеріалу тари, кДж/(кг·°С) (для скляної

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

банки $c_3=0,84$ кДж/(кг·°C)); T_3 – початкова температура банок, приймається рівною температурі фасованого продукту, °C.

Витрати теплоти на нагрівання продукту:

$$Q_4 = G_4 \cdot c_4 \cdot (T_c - T_4), \quad (16.18)$$

де G_4 – маса продукту в банках, кг; c_4 – теплоємність продукту, кДж/(кг·°C) (для риби $c_4=3,7$ кДж/(кг·°C)); T_4 – температура продукту, °C.

Витрати теплоти на нагрівання води в автоклаві:

$$Q_5 = G_5 \cdot c_5 \cdot (T_c - T_4), \quad (16.19)$$

де G_5 – маса води в автоклаві, кг; $c_5 = 4,18$ кДж/(кг·°C) – теплоємність води; T_4 – початкова температура води в автоклаві, °C.

Втрати теплоти в навколишнє середовище:

$$Q_6 = S_a \cdot \tau_2 \cdot \alpha_0 \cdot (T_{ct} - T_B), \quad (16.20)$$

де S_a – площа поверхні автоклава, м²; τ_2 – тривалість підігрівання, с; α_0 – сумарний коефіцієнт тепловіддачі, кВт/(м²·°C); T_{ct} – температура поверхні ізоляції автоклава, °C; T_B – температура повітря в цеху, °C.

Сумарний коефіцієнт тепловіддачі можна визначити по наближеній залежності:

$$\alpha_0 = 9,7 + 0,07 \cdot (T_{ct} - T_B) \quad (16.21)$$

Витрати пари (кг) у перший період роботи автоклава:

$$B_{n1} = Q_{заг}/(i_n - i_k), \quad (16.22)$$

де i_n та i_k – тепловміст пари і конденсату, кДж/кг (при $p = 0,4$ МПа та $x = 0,95$ $i_n=2627$ кДж/кг; $i_k = 502$ кДж/кг).

Інтенсивність витрат пари в перший період роботи автоклава:

$$B_{n1}' = B_{n1}/\tau_2, \text{ кг/с.} \quad (16.23)$$

У другий період роботи автоклава (при постійній температурі стерилізації) теплота витрачається на компенсацію втрат в навколишнє середовище шляхом конвекції і випромінювання:

$$Q_7 = S_a \cdot \tau_3 \cdot \alpha_0' \cdot (T'_{ct} - T_B), \quad (16.24)$$

де τ_3 – тривалість стерилізації, с; T'_{ct} – температура стінки у другий період роботи, °C (приймається половині температури стерилізації); α_0' – сумарний коефіцієнт тепловіддачі, кВт/(м²·°C).

Сумарний коефіцієнт тепловіддачі для другого періоду можна визначити по наближеній залежності:

$$\alpha_0' = 9,7 + 0,07 \cdot (T'_{ct} - T_B) \quad (16.25)$$

Витрати пари (кг) у другий період роботи автоклава:

$$B_{n2} = Q_7/(i_n - i_k). \quad (16.26)$$

Загальні витрати пари:

$$B_n = B_{n1} + B_{n2} \quad (16.27)$$

Розділ 16. АПАРАТИ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНСЕРВІВ

Витрати для охолодження води (кг), визначають за такою залежністю, отриманою інтегруванням диференціального рівняння теплового балансу на цій стадії процесу:

$$W = 2,303 \left(G_4 \frac{c_4}{c_5} \lg \frac{T_c - T_0}{T_k - T_0} + G'' \frac{c_{np}}{c_5} \lg \frac{T_c - T_0}{T'_k - T_0} \right), \quad (16.28)$$

де G_4 – маса продукту в банках, кг; G'' – маса автоклава, сіток, банок і води в автоклаві, кг; c_4 – теплоємність продукту, Дж/(кг·°C); T_0 і T'_k – відповідно початкова і кінцева температура охолоджувальної води, °C; c_{np} – приведена теплоємність маси:

$$c_{np} = \frac{G_1 c_1 + G_2 c_2 + G_3 c_3 + G_4 c_4}{G''}, \quad (16.29)$$

$$G'' = G_1 + z_c G_2 + n_6 G_3 + G_5. \quad (16.30)$$

Витрати води за одиницю часу:

$$W_c = \frac{W}{\tau_4}, \text{ кг/с.} \quad (16.31)$$

Діаметр патрубків для подачі пари і води розраховують за рівняннями суцільності руху середовищ. Діаметр патрубка для пари можна визначити із залежності:

$$d_n = \sqrt{\frac{4B_n}{\pi v_n \rho_n}}, \text{ м} \quad (16.32)$$

де v_n – швидкість руху пари, м/с ($v_n=25\ldots40$); ρ_n – густина пари, кг/м³ ($\rho_n=2,125$).

Діаметр патрубка для води:

$$d_b = \sqrt{\frac{4W}{\pi v_b \rho_b}}, \text{ м} \quad (16.33)$$

де v_b – швидкість руху води, м/с ($v_b=1\ldots3$); ρ_b – густина води, кг/м³ ($\rho_b=1000$).

Для уточнених розрахунків витрати пари і води слід мати термограми і циклограми роботи автоклава.

16.6. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Які види тари застосовують для виробництва консервів?
2. Які застосовують автоклави для термічної обробки?
3. Що таке формула стерилізації?
4. Як влаштований вертикальний автоклав Б6-КА2-В-2?
5. Як влаштований горизонтальний автоклав АГК?
6. Як влаштований автоклав безперервної дії з гідростатичним тиском?
7. Визначте продуктивність автоклава періодичної дії.
8. Особливості теплового розрахунку автоклава періодичної дії.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

При тепловій обробці жировмісної сировини застосовують конвективний і кондуктивний методи підведення теплоти. Конвективний нагрів відбувається при безпосередньому контакті сировини з гарячою водою або гострою парою (так званий мокрий спосіб), при кондуктивному – тепло підводиться через стінку від глухої пари, гарячої води або іншого теплоносія (сухий спосіб).

Режими теплової обробки залежать від виду і складу сировини. Харчову жирову сировину (жир-сирець) і харчову кістку обробляють з метою витоплення жиру сухим або мокрим способом при атмосферному тиску і температурі до 90°C (м'яка сировина) і до 100°C (кістка) та при підвищеному тиску до 0,2 МПа при температурі 120...125°C. При обробці нехарчової сировини, особливо конфікатів, проводять розварювання і стерилізацію при температурі до 125°C протягом 1 год для жировмісної та 30...40 хв для нежировмісної сировини.

Якість готової продукції (жиру і кормової муки) залежить від спільної дії двох факторів: максимальної температури і тривалості її дії. Найменша тривалість обробки визначається часом плавлення жиру і часом витримки сировини для знищення патогенної мікрофлори при даній температурі процесу (пастеризація або стерилізація).

При тепловій обробці застосовують апарати періодичної дії (відкриті котли, автоклави та універсальні вакуумні горизонтальні котли) і апарати безперервної дії (шнекові, барабанні, роторні), а також комбіновані, поєднуючи теплову обробку і подрібнення.

У апаратах періодичної дії сировина обробляється у великих обсягах, що має ряд недоліків. За великої тривалості процесів теплової обробки (4...4,5 год) погіршується якість жиру і кормової продукції. Крім того, необхідно створення проміжних бункерів-накопичувачів, що займають великі виробничі площі.

У апаратах безперервної дії тривалість скорочується до 5...20 хв за рахунок обробки сировини у тонкому шарі при його безперервному переміщенні через апарат. До таких апаратів належать шнекові та розтоплювачі типу «Чіта».

У комбінованих апаратах безперервної дії поєднують процес подрібнення і плавлення. До таких апаратів відносяться вовчки-варильники, подрібнювачі-розтоплювачі типу «Титан», агрегати «АВЖ».

17.1. Відкриті котли

Застосовують для витоплення жиру з м'якої харчової жиросировини. У відкритих котлах (рис. 17.1) підведення теплоти здійснюється за рахунок конденсації глухої пари в сорочці апарату між внутрішньою частиною котла 1 та зовнішньою стінкою парової оболонки 2.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Для витоплення жиру з м'якої жиросировини використовують котли з мішалкою (рис. 17.2, а), а для витоплення жиру з кістки – відкриті котли з виймальним кошиком (рис. 17.2, б).

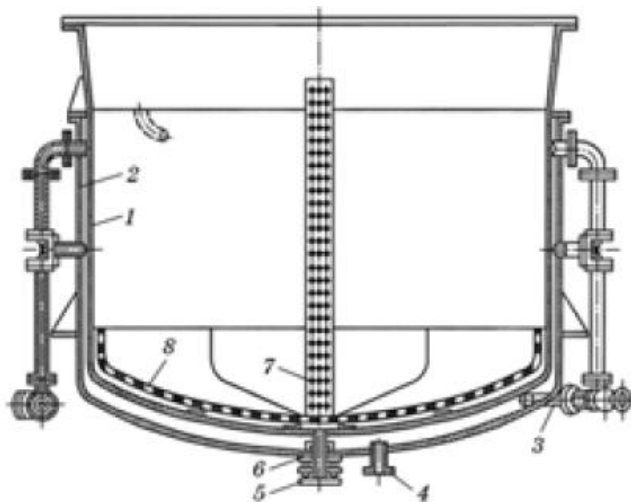


Рис. 17.1. Відкритий котел для витоплення жиру: 1 – внутрішня частина котла; 2 – зовнішня стінка парової оболонки; 3 – штуцер для підведення пари в оболонку; 4 – штуцер для конденсату; 5 – штуцер для спускання бульйону; 6 – сальник; 7 – перфорована труба; 8 – перфороване днище



а



б

Рис. 17.2. Котел з мішалкою (а) та котел з виймальним кошиком (б)

Котел з мішалкою ОПК-1,25 (рис. 17.3, а) складається з внутрішнього 2 і зовнішнього 1 циліндричних корпусів з конічними днищами, що утворюють парову сорочку. Пара в сорочку підводиться у верхній частині зовнішнього корпусу, а конденсат відводиться з конусного днища через зливний патрубок з вентилем. Всередині котла на валу 6 встановлена мішалка 4, що має вертикальні

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

і горизонтальні лопаті. Нижній кінець валу закріплений у радіально-упорному підшипнику 14, а верхній з'єднаний муфтою з черв'ячним редуктором 9. На валу зроблений паз, по якому ковзає шпонка, встановлена у верхній втулці мішалки. Мішалку можна піднімати; для полегшення підйому служать противаги 7. Приводиться в обертання мішалка електродвигуном 10 через клиноремінну передачу і черв'ячний редуктор 9. Жир зливається через шарнірне закріплення поворотної труби 12 і патрубок з вентилем 13. Через патрубок в центрі конічного днища і вентиль 15 зливається залишок (фуз).

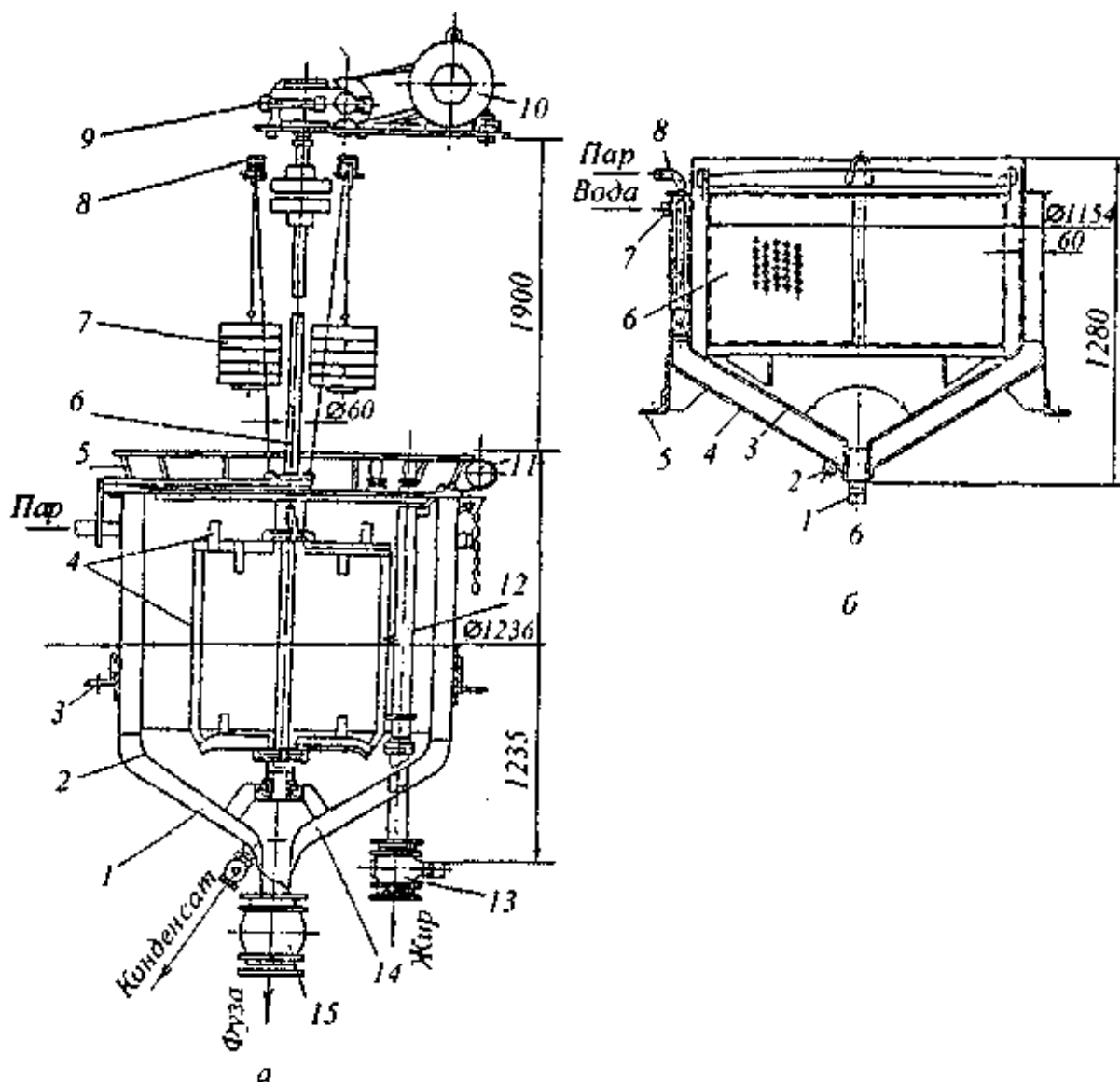


Рис. 17.3. Відкриті котли: а – котел ОПК-1,25: 1 – зовнішній корпус, 2 – внутрішній корпус, 3 – опорні лапи, 4 – мішалка; 5 – огороження; 6 – вал; 7 – противага; 8 – блок; 9 – черв'ячний редуктор; 10 – електродвигун; 11 – манометр, 12 – поворотна труба; 13 – вентиль для зливу жиру; 14 – радіально-упорний підшипник; 15 – вентиль для зливу фузу; б – котел з виймальною кошиком: 1 – штуцер для зливу бульйону, 2 – штуцер для зливу конденсату; 3,4 – внутрішня і зовнішня обичайки; 5 – опорна лапа, 6 – кошик; 7,8 – труби для гарячої води і пари

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Котли типу ОПК виготовляють з внутрішнім об'ємом 0,85; 1,25 і 2,3 м³. Потужність приводу у всіх котлів 2,8 кВт, частота обертання мішалки 0,21 с⁻¹. Робочий тиск пари в сорочці 0,3 МПа. Маса котлів залежно від обсягу становить від 994 до 1773 кг.

Котел з виймальним кошиком (рис.17.3, б) складається з внутрішньої 3 та зовнішньої 4 циліндричних обичайок з конічними днищами, між якими утворюється сорочка. У сорочку по трубі 8 подають пар, а по трубі 7 – гарячу воду. На зовнішній корпус приварюють опорні лапи 5, встановлюють манометр і запобіжний клапан. Конденсат відводиться через штуцер 2. Кістки завантажують в кошик 6, зварений з сталевого листа, перфорованого отворами діаметром 10 мм. Дно кошика відкривають при вивантаженні кісток. Кошик тельфером завантажується в котел, туди ж заливають гарячу воду в співвідношенні з сировиною 1:1, в сорочку подається пара і проводиться витоплення. Потім жир відстоюється і зливається через лоток у верхній частині котла. Рідин, що залишилася (бульйон), видаляється через штуцер 1. Геометрична місткість котла 1 м³, завантаження кістки 300 кг, тиск пари в сорочці 0,3 МПа. Маса котла 670 кг. Загальна тривалість процесу обробки від 7 до 8 год, при тривалості витопки від 4 до 5 год.

Апарат для знежирення кісток (рис. 17.4) застосовують у виробництві желатину.

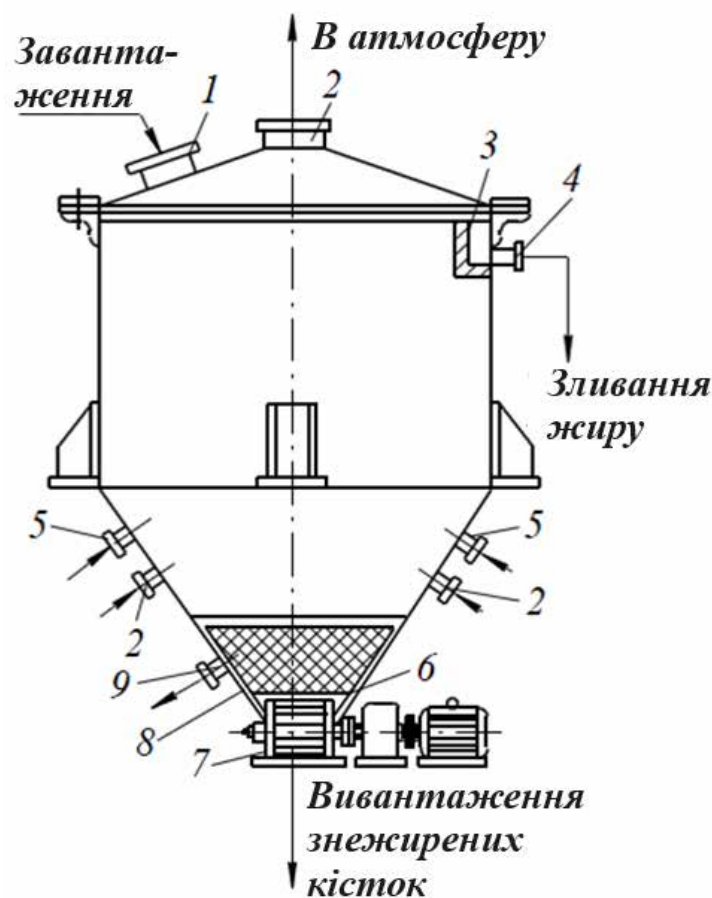


Рис. 17.4. Апарат для знежирення кісток

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Корпус апарату циліндроконічний, в нижній частині якого встановлено перфороване днище 8, штуцер для спуску рідини 9, шлюзовий затвор 6 і розвантажувальний люк 7. На кришці апарату встановлений завантажувальний люк 1, штуцер для пару 2, перфоровану кишеню 3 і штуцер для зливу жиру 4. На обичайці конічної частини апарату встановлені штуцери для води 5 і пари 2.

В апарат через завантажувальний люк 1 завантажують попередньо подрібнену до 30...40 мм кістку, яка знежирюється при температурі 90...95°C. Через штуцер 5 заливають воду на 15...20 см вище рівня кістки, яку нагрівають до кипіння гострою парою, а нагрівання води підтримують протягом 4...6 год. Жир, що виділився на поверхню рідини через перфоровану кишеню 3 і штуцер 4, безперервно самопливом зливається в резервуар для прийому та обробки жиру. Отриманий бульйон з концентрацією білкових речовин 2...3% направляють на вироблення клею.

Для знежирення свіжих порцій кістки замість свіжої води доцільно використовувати вторинні бульйони. Бульйон, отриманий в першому апараті, застосовують для знежирення нової порції кістки в другому апараті, а бульйон з другого апарату – для знежирення кістки в третьому апараті. При цьому вміст клейових білкових речовин підвищується до 6%, замість трьох бульйонів надходить один, в результаті чого в 2...2,5 рази зменшуються витрати води, пари та електроенергії на одну одиницю маси одержуваного клею.

Закінчення процесу знежирення характеризується припиненням виділення жиру з кістки, легким відділенням прорізей м'яса від кістки. Кістковий бульйон спускають через штуцер 9 і направляють на згущення до 25...30 %, а знежирену кістку після охолодження холодною водою до 50...60°C вивантажені через люк 7. Ступінь знежирення кістки гарячою водою становить 50...60%, що є недоліком цього методу. Вихід жиру з тазової кістки 7...9%, лопатки і щелепної кістки – 2...3, ребра – 5...6%. У середньому вихід жиру при знежирюванні гарячою водою становить близько 6% маси кісток.

17.2. Автоклави

Знежирення кістки в автоклавах проводять при підвищеному тиску і тому при більш високих температурах, ніж у відкритих котлах, що дозволяє скоротити тривалість процесу і збільшити вихід жиру до 75% від вихідного вмісту в кістці. Залежно від конструкції апаратів знежирення кістки здійснюють водою, гострою або глухою парою. При цьому автоклави бувають з підігрівною сорочкою, в яку подають пар, або без неї – одностінні.

Автоклав для витоплення свинячого жиру з міздри і жиру з кістки (рис. 17.5) має внутрішній циліндричний корпус 8 з еліптичним днищем 13. До корпусу приварений фланець. Корпус закривається еліптичною кришкою 5, яка встановлена на осі і врівноважена противагою 2. Автоклав герметизують гумовою прокладкою, що вкладена в пазу фланця кришки, яка притискається відкидними болтами 7.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВІСНОЇ СИРОВИНИ

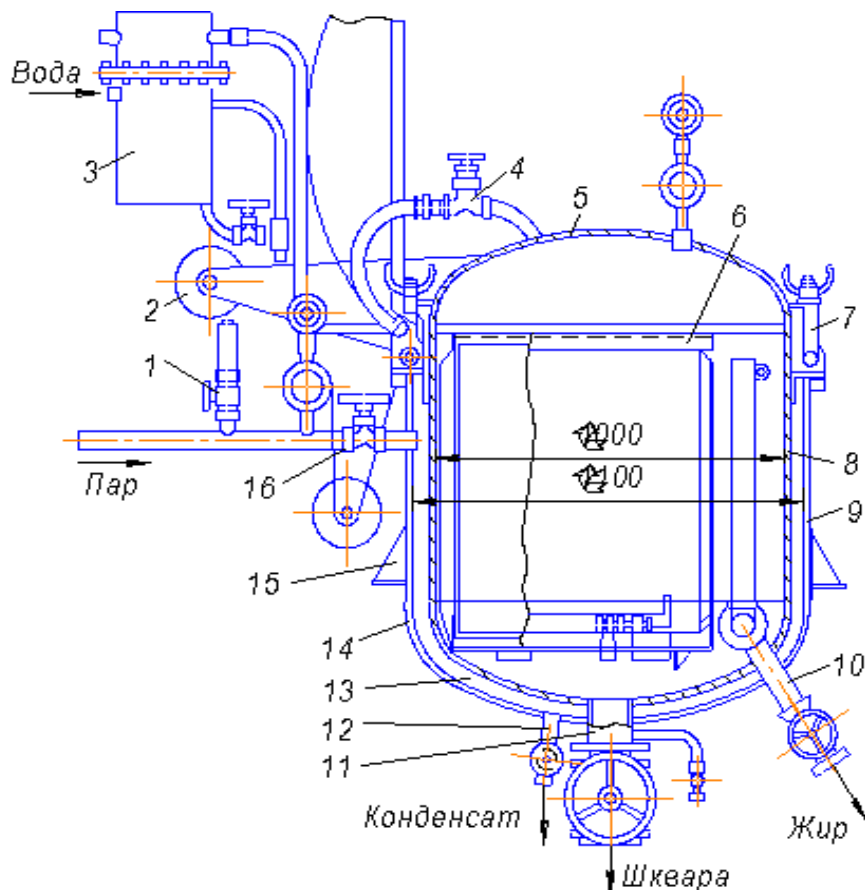


Рис. 17.5. Автоклав для витоПЛення жиру: 1 – запобіжний клапан; 2 – протИвага, 3 – конденсатор; 4 – вентИль, 5 – еліПтична кришка, 6 – кошик, 7 – відкидні болти, 8 – внутрішній корпус; 9 – зовнішній корпус; 10,11, 12 – труби для відводу жиру, шквари і конденсату; 13,14 – еліПтичну днище внутрішнього і зовнішнього корпусів; 15 – опорні лапи; 16 – вентИль паропроводу

Парову сорочку утворює зовнішній корпус 9 з еліптичним днищем 14. Пар в сорочку подається через трубу, що має вентиль 16, овальний клапан 1 і манометр. Конденсат зливається через трубу 12.

Для відведення пари, що утворилася при тепловій обробці продукту, а також для зняття тиску всередині автоклава по закінченні процесу служить патрубок з вентилем 4. Патрубок з'єднаний з конденсатором 3. Кістки в котел завантажують за допомогою виймальної корзини 6 місткістю 0,4 м³. Жир зливається через шарнірно закріплену трубу і патрубок 10, а шквара видаляється через центральну трубу 11 у дні. Геометричний об'єм автоклава 0,75 м³, одноразове завантаження сировини до 500 кг. Знежирення кістки проводять при додаванні в автоклав води в співвідношенні 1:1. Тиск пари в сорочці 0,4 МПа, температура 125°C. Загальна тривалість обробки кістки від 4,5 до 6 год при тривалості витоПЛення жиру від 2,5 до 3 год. Ступінь вилучення жиру до 75%.

Автоклав К7-ФВ-2В (рис. 17.6) використовують для витоПЛення жиру з кістки. Це одностінний апарат, в якому обігрів ведеться гострою парою з безперервним відведенням жиру. Він складається з власне автоклава 6 і жировіддільника 12.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

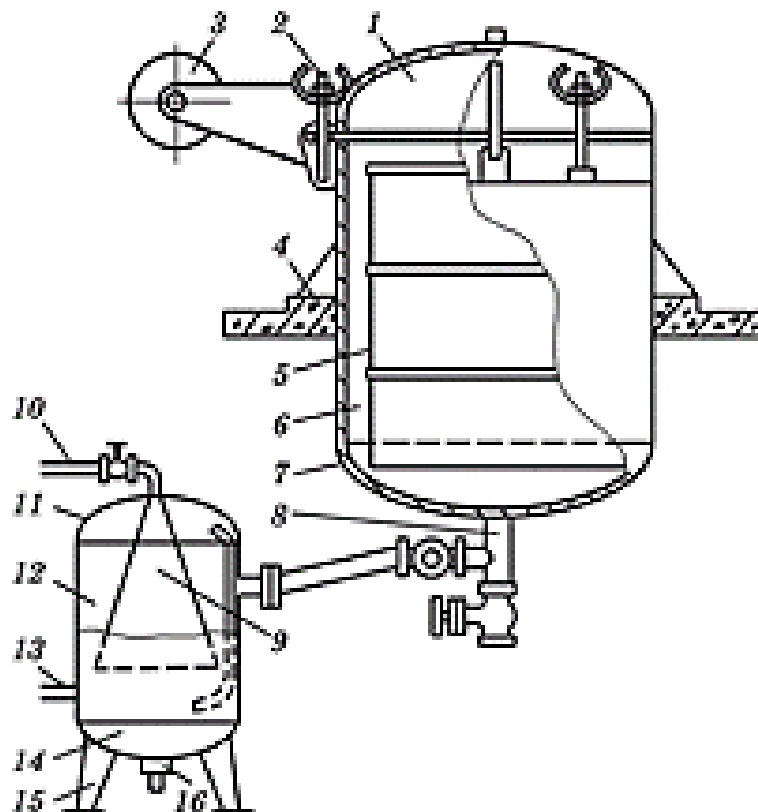


Рис. 17.6. Автоклав К7-ФВ2-В: 1 – кришка; 2 – шарнірні болти; 3 – противаги; 4 – опорні лапи; 5 – корзини; 6 – корпус автоклава; 7 – днище; 8 – трійник; 9 – ковпак; 10 – труба для відведення жиру; 11 – кришка; 12 – жировіддільник; 13 – патрубок для відведення бульйону; 14 – днище; 15 – опорні стояки; 16 – вентиль

Циліндричний корпус 6 автоклава з еліптичним днищем 7 закрито еліптичною кришкою 1, яка покрита гумовою прокладкою. Кришка повертається на осі за допомогою механізму гвинт-гайка.

Кістку завантажують у три циліндричні корзини 5 місткістю кожна 0,5 м³ і тельфером подають в автоклав. Обігрів сировини ведуть гострою парою тиском до 0,5 МПа, яка надходить через патрубок в нижній частині корпусу. У центрі днища закріплена труба-трійник 8 з двома вентилями. Через один вентиль відводять конденсат і осад після варіння, а через інший в жировіддільник 12 надходять жир і бульйон.

Жировіддільник 12 має циліндричний корпус з привареним еліптичним днищем 14 і кришкою 11. До кришки кріплять конусний ковпак 9, під який через трубу надходить жиробілкова суміш. Жир піднімається під ковпаком 9 і відводиться по центральній трубі 10 в кришці 11, а бульйон зливається по бічній трубі в корпусі.

В автоклав завантажують від 900 до 1200 кг кістки, закривають кришку і подають гостру пару тиском 0,15...0,20 МПа. Бульйон з жиром надходить у жировіддільник, де відбувається розділення. Автоклав забезпечений манометром і запобіжним клапаном. Геометричний обсяг автоклава 2,45 м³, маса 1520 кг. Витрата пари 100 кг/год, води 0,56 м³.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

В універсальних вакуумних горизонтальних котлах (рис. 17.7) переробляється м'яка сировина, кістка, кров та інші відходи виробництва. Їх конструкція дозволяє здійснювати в періодичному режимі витопплення жиру, варіння, стерилізацію і сушку. Котли мають принципово схожу конструкцію: це горизонтальна циліндрична обичайка 1 з паровою сорочкою, всередині якої на горизонтальному валу 15 обертаються лопаті 6. Робоча камера 1 котла складається з внутрішнього і зовнішнього циліндричних корпусів з еліптичними днищами, що утворюють парову сорочку. У центрі днища закріплені корпуси підшипників 8 і 9, на яких встановлено вал 15.

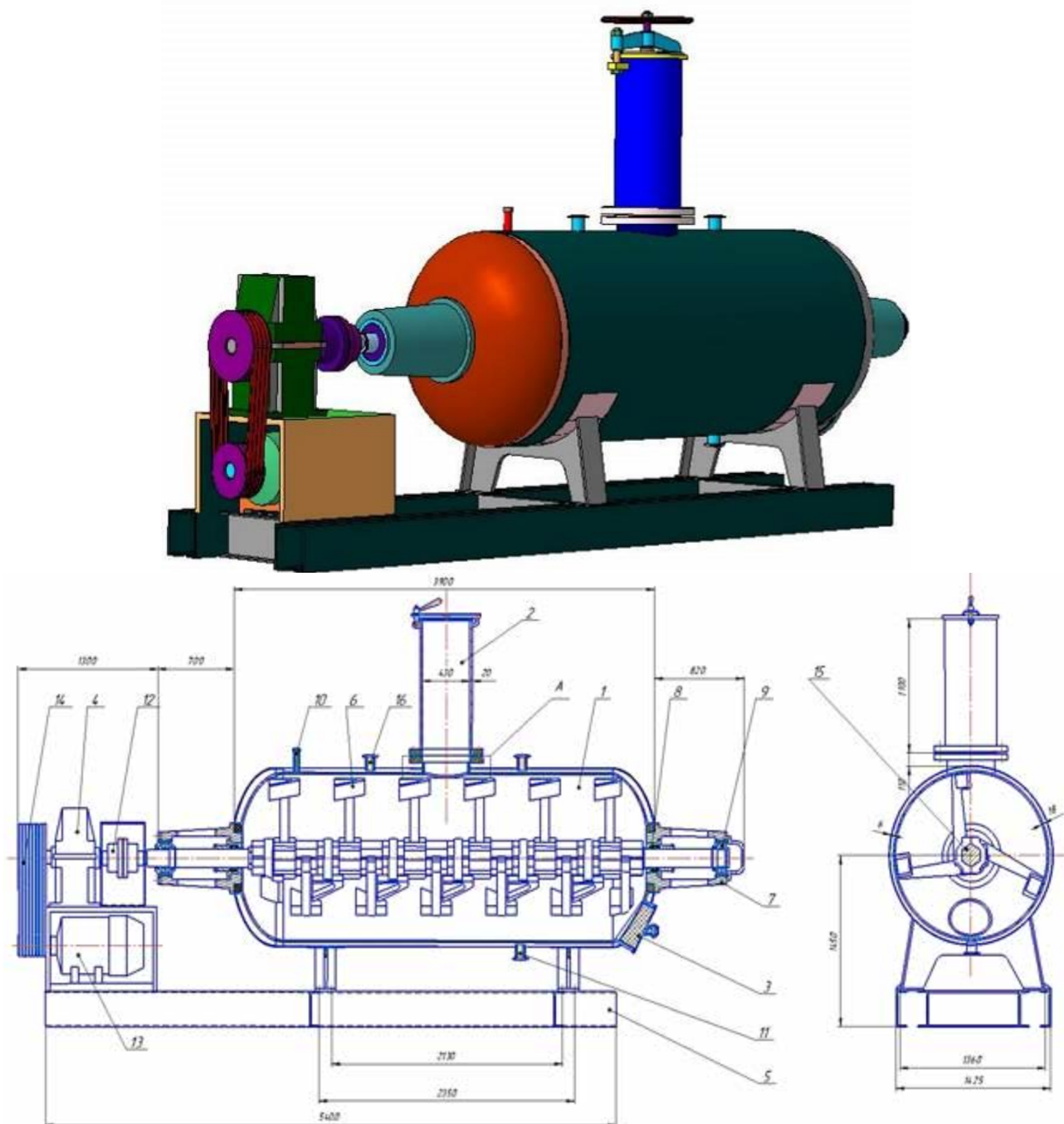


Рис. 17.7. Вакуумний горизонтальний котел КВМ-4,6М

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Вал з двох сторін герметизується сальниковими ущільненнями 7. На валу, що має в поперечному зрізі форму шестикутника, закріплені мішалки 6. Мішалки встановлюють по гвинтовій лінії із зсувом на 120° . Вони складаються з литої маточини з важелем і лопаті, що має в плані форму клину. Одна сторона клину, паралельна осі, служить для переміщення продукту, друга (похила) при реверсивному ході вивантажує продукт з котла. Вал приводиться в обертання електродвигуном 13 через клиноремінну передачу 14, циліндричний редуктор 4 і запобіжну муфту 12, що має запобіжний зрізний штифт. Котел і привід встановлені на жорсткій зварній рамі 5. Для завантаження сировини до верхньої середньої частини обичайки приварена труба діаметром 0,41 м з фланцем, до якого прикріплена горловина 2, яка закривається кришкою з затвором. У нижній передній частині днища є люк 3 з кришкою, через який вивантажують шквару. Для зливання жиру на обичайці приварений патрубок 11 з вентилем. На верхній частині обичайки встановлюють два патрубки для подачі пари 16, патрубок з вентилем для видалення повітря 10, запобіжний клапан і патрубок для скидання тиску. Для відводу парів і приєднування до вакуумного насоса на обичайці змонтована труба, що закрита кришкою. Вакуум в корпусі створюється водокільцевим насосом ВВН-3, а пари конденсуються в барометричному конденсаторі.

У вакуумних горизонтальних котлах (рис. 17.7) обробляють м'яку жировмісну сировину (сухим способом) і кістку – варінням у воді. Варіння відбувається при тиску 0,1...0,15 МПа і температурі до 130°C . При цьому відбувається і стерилізація продукту. Сушіння здійснюють при тиску 40...50 кПа. Загальна тривалість процесу обробки до 3,5 год.

Площа теплопередачі котла КВМ-4,6М становить $17,2\text{ м}^2$, котла Ж4-ФПА – $4,9\text{ м}^2$, потужність приводу мішалки відповідно 40 і 28 кВт, частота обертання мішалки – 0,7 і $0,66\text{ с}^{-1}$, маса апаратів – 11000 і 7500 кг. Середня витрата на 1 т сировини: електроенергії від 72 до 108 МДж, води від 11 до 14 м^3 пари від 800 до 1200 кг.

Для збільшення площі поверхні теплообміну в горизонтальних котлах застосовують мішалку, що обігривається парою. На рис. 17.8 показаний котел фірми «Атлас» (Данія) місткістю $5,2\text{ м}^3$ з такою мішалкою. Циліндричний внутрішній корпус 9 котла має одне приварене еліптичне дно 10 і друге плоске 4, що прикріплюється до фланця корпусу болтами. Корпус і еліптичне дно мають парову сорочку. На плоскому дні монтують люк 15 для вивантаження шкварки і вентиль 19 для спуску жиру. Мішалка 1 виконана зварною з центральної труби, до якої з двох сторін приварені цапфи, що встановлюються в підшипниках кочення 12 і герметизується сальниковими ущільненнями 11. До центральної труби приварені радіально із зсувом на 90° труби-важелі, до яких приварені порожнисті лопаті. Лопать плоска, але з одного боку до неї приварений під кутом скребок, який переміщує масу при вивантаженні. Всього на мішалці 8 лопатей. Зазор між лопатою і корпусом котла 5 мм.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

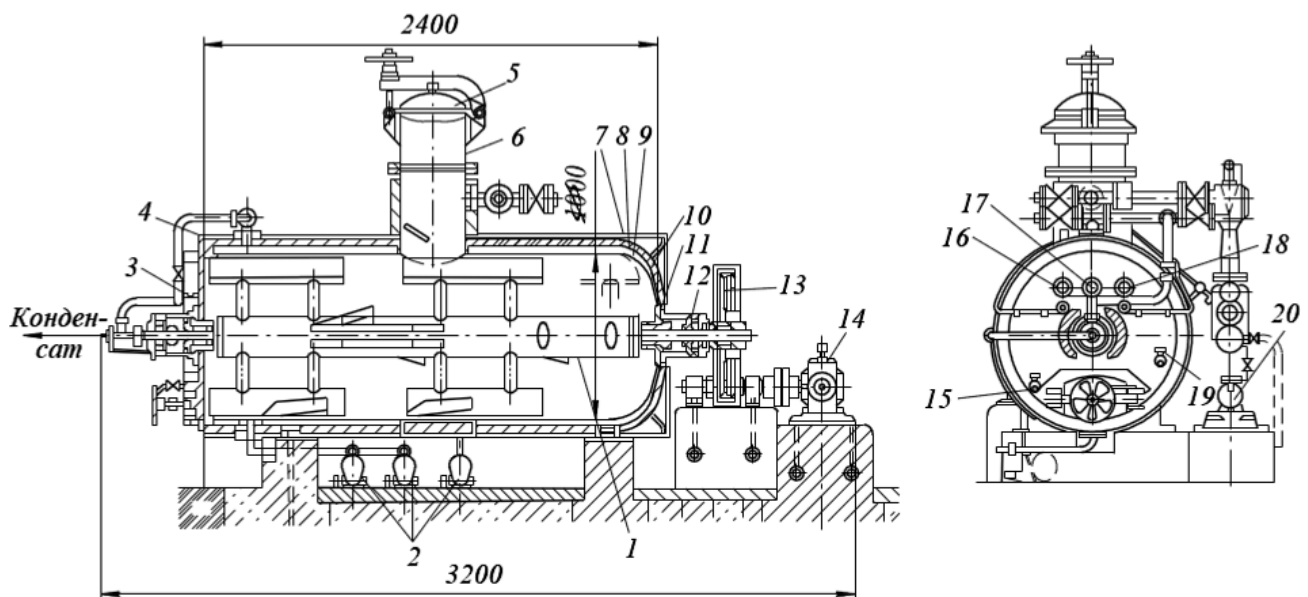


Рис. 17.8. Вакуумний горизонтальний котел з мішалкою із обігрівом

Нерозбірну мішалку монтують в корпус котла при знятій передній кришці, яку потім ущільнюють за допомогою гумових прокладок. Пар в мішалку подається через порожню цапфу, що проходить через плоску кришку. Трубу подачі пари ущільнюють сальником. Через цю ж трубу відводиться конденсат. Конденсат з мішалки і сорочки котла відводиться в збірники конденсату 2. Потужність приводу мішалки 29,5 кВт, частота обертання $0,45\text{с}^{-1}$. Маса котла 10, 6 т. Витрата на переробку 1 т сировини: пара від 600 до 800 кг, води від 11,0 до 22,0 м³. Застосування мішалки з обігрівом дозволяє істотно інтенсифікувати процес і підвищити продуктивність апарату. Продуктивність цього котла по сировині становить до 1000 кг/год.

Вакуумні горизонтальні котли – апарати періодичної дії. Висока температура в них підтримується за рахунок надлишкового тиску, що призводить до збільшення питомої металоємності апарату. Цих недоліків позбавлені горизонтальні котли фірми «Сторк-Дюк» (Нідерланди), так звані еквакукери (рис. 17.9), що працюють в безперервному режимі при атмосферному тиску. Котел має зовнішній 6 і внутрішній 7 корпуси, що утворюють парову сорочку. В середині котла розташована мішалка, до труби 14 якої через порожнисті опори приварені труби 11.

Для організації потоку на мішалці встановлені диски-перегородки 8 з отворами, через які проходить оброблювана маса. Котел на 3/4 об'єму заповнюють розплавленим жиром, який нагрівається глухим пором до 130...150°C. Пара подається в сорочку і через вал 12 – у мішалку. Рівень жиру визначають через оглядовий люк зі склом і рівнеміром у вигляді прозорої трубки з фотоелементом, який дозволяє здійснювати автоматичне регулювання.

Жир слугує проміжним теплоносієм і одночасно акумулятором теплоти, що дозволяє швидко і рівномірно нагрівати сировину, що подається.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

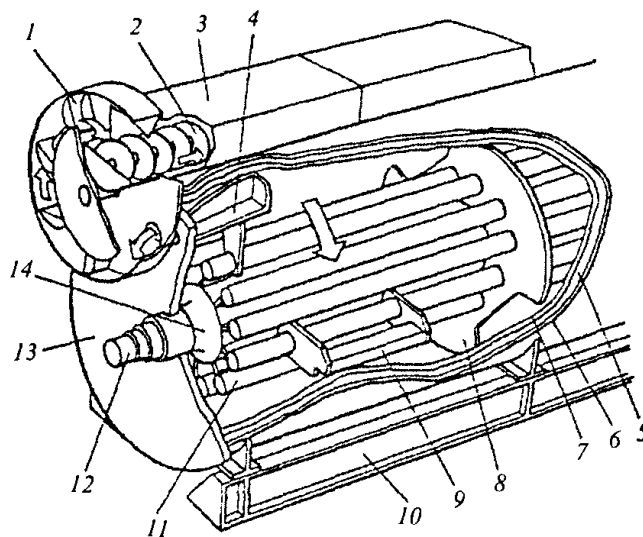


Рис. 17.9. Схема горизонтального котла з проміжним теплоносієм (еквакуера) фірми «Сторк-Дюк» (Нідерланди): 1 – черпак, 2 – шнек, 3 – відціджувач; 4 – вивантажувальна лопать; 5 – теплоізоляція; 6 – зовнішній корпус; 7 – внутрішній корпус, 8 – диск-перегородка; 9 – лопать; 10 – рама; 11 – труба; 12 – вал мішалки; 13 – дно; 14 – труба мішалки

Подрібнена сировина надходить в апарат через нижню частину торцевої кришки. При попаданні в гарячий жир волога продукту скипає, відбуваються його варіння, сушіння і одночасно стерилізація. Утворені пари проходять через циклон, де відокремлюються тверді частинки, і надходять в конденсатор. Тверді частки повертаються в котел. Продукт, переміщуючись вздовж котла через поперечні перегородки, витримується в ньому до 20 хв, що забезпечує надійну стерилізацію і руйнування жирових клітин. У іншому торці котла на плоскому дні 13 встановлено механізм вивантаження, що складається з диска, до якого прикріплені черпаки 1. Диск обертається від автономного електродвигуна з постійною швидкістю в циліндровому корпусі. Швидкість обертання диска, обсяг і кількість черпаків регулюють роботу апарату. У циліндричний корпус продукт подається горизонтальною лопаттю 4, закріпленою на трубах мішалки. Черпаки вивантажують шквару разом з жиром у відціджувач 3, що має перфороване дно. Відділений жир перекачується насосом в центрифугу, а шквара шнеком 2 подається до пресу.

Апарат призначений для обробки відходів з боєнь, містять від 20 до 75% кісток. Питоме випаровування води досягає 25 кг на 1 м² поверхні, що обігрівається. Апарати виготовляють з площею поверхні нагріву від 36 до 275 м² і продуктивністю від 1000 до 5000 кг/год.

Апарати з проміжним теплоносієм компактні, забезпечують безперервність процесу при широкому діапазоні властивостей вихідної сировини. Процес оброблення автоматизований. До недоліків апарату відноситься велика протяжність контакту сировини з високотемпературним теплоносієм, що знижує якість технічного і кормового жиру і муки.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Апарат типу «Чіта» показаний на рис. 17.10. У ньому обробляється гострою парою сировина, попередньо подрібнена до часток розміром 0,2...0,3 мм. Апарат складається з верхньої 6 і нижньої 10 конічних обичайок, які з'єднані великими основами за допомогою фланців і болтів. У верхній частині верхньої обичайки приварений патрубок 1 для подачі подрібненої сировини, усередині якого встановлений патрубок 3 для подачі пари. У верхній обичайці встановлено два пакети конічних тарілок: зовнішній 8 і внутрішній 7. Верхня тарілка внутрішнього пакету суцільна, і на неї надходять жиромаса і пар з сопла; інші мають центральний отвір. Знизу в центральний отвір, утворений тарілками внутрішнього пакету, по патрубку 9 додатково подається гострий пар. Зустрічні потоки пари і подрібненого продукту забезпечують інтенсивний контакт і теплообмін. Тому процес нагрівання до 80...85°C і плавлення жиру відбуваються за 0,5...1 с. Внутрішній пакет тарілок закріплений на стійці 5, приварений до патрубку 9, а зовнішній спирається на внутрішню обичайку 14. Між зовнішньою і внутрішньою обичайками нижнього конуса утворюється парова сорочка, в яку подається пара по патрубку 11. Розплавлена жиромаса стікає по внутрішній обичайці і виводиться з апарату по патрубку 13. Продуктивність апарату до 1500 кг/год при витраті пари на 1 т сировини 84 кг.

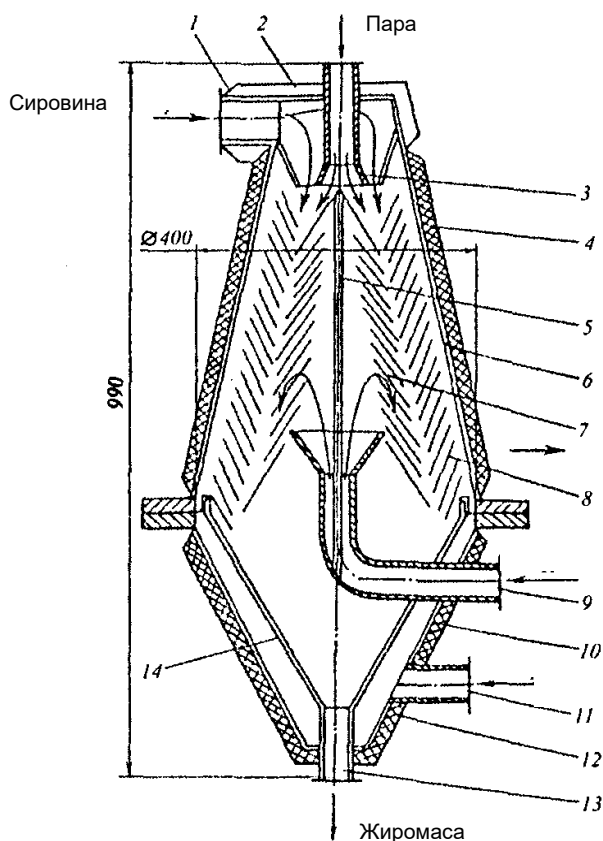


Рис. 17.10. Схема апарата типу «Чіта»: 1 – патрубок для подачі сировини; 2 – обігрівача сорочка; 3, 9, 11 – патрубки для подачі пари; 4, 12 – теплоізоляція; 5 – стійка; 6, 10 – верхня і нижня обичайки; 7, 8 – внутрішній і зовнішній пакети тарілок; 13 – патрубок для відведення жиромаси; 14 – внутрішня обичайка

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

17.3. Комбіновані апарати

У комбінованих апаратах безперервної дії поєднують процес подрібнення і плавлення. До таких апаратів відносяться вовчки-варильники (рис. 17.11), подрібнювачі-розтоплювачі типу «Титан» (рис. 17.12) та агрегати типу «АВЖ» (рис. 17.13 – 17.14).

Вовчки-варильники призначені для подрібнення жировмісної сировини і плавлення її глухою або гострою парою. У першому випадку (рис. 17.11, а) до горловини вовчка накидною гайкою приєднана перехідна труба 6, а в ній циліндричний корпус варильника 7, що має парову сорочку. В середині корпусу обертається шнек 10, витки якого закріплені на трубі 9. Пара подається по патрубку 16 та 12 у внутрішню порожнину шнека 14 варильника і в сорочку 13 відповідно. Варильне пристосування забезпечує продуктивність від 800 до 1000 кг/год при роботі з решіткою діаметром 160 і 200 мм. Довжина труби варильника 2,2 м, витрата пари від 60 до 80 кг при тиску 500 кПа.

При обігріві гострою парою (рис. 17.11, б) корпус варильника 2 має зовні теплоізоляцію 3 і колектор 4, через який пар подається безпосередньо до подрібнений продукт. Продукт переміщається шнеком 6 і нагрівається до 50...55°C.

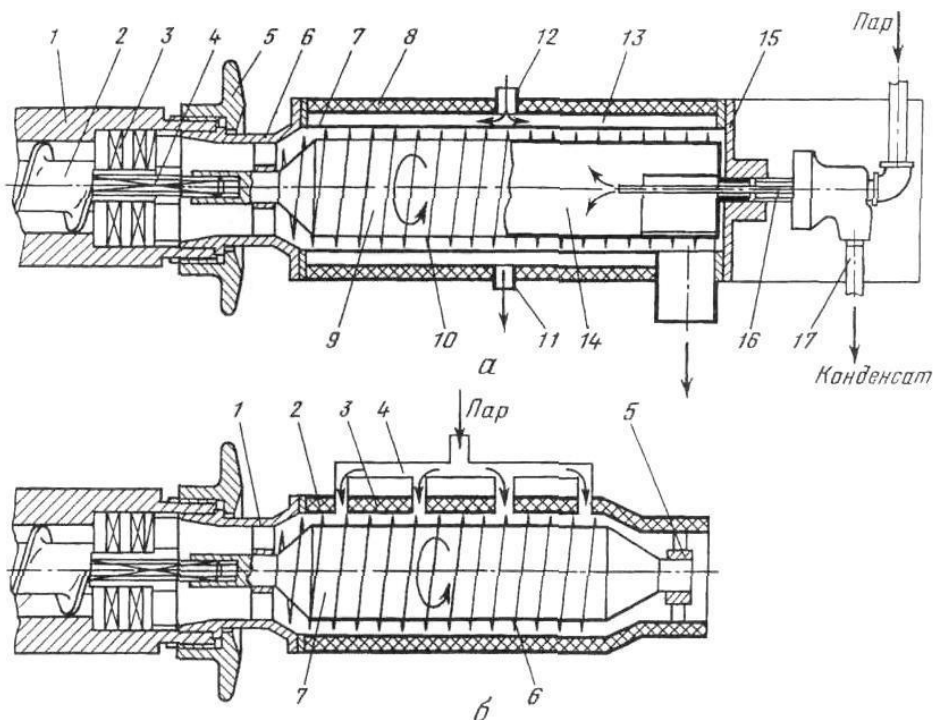


Рис. 17.11. Схема вовчка-варильника з обігрівом:

- а – глухою парою: 1 – горловина вовчка; 2 – шнек вовчка; 3 – ріжучий механізм;
4 – хвостовик; 5 – накидна гайка; 6 – перехідна труба; 7 – корпус варильника;
8 – теплоізоляція; 9 – труба шнека; 10 – шнек; 11, 17 – патрубки для відведення конденсату;
12, 16 – патрубки для подачі пари; 13 – сорочка; 14 – порожнина шнека; 15 – кришка;
б – гострою парою: 1 – перехідна труба; 2 – корпус варильника; 3 – теплоізоляція;
4 – паровий колектор; 5 – підшипник; 6 – шнек; 7 – труба шнека

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Подрібнювач-розтоплювач (рис. 17.12) призначений для переробки м'якої жиросировини. Агрегат складається з подрібнюючого вузла, в якому жиросировина з бункера 5 двошнековим насосом 4 продавлюється через решітку 6. Решітка має 600 отворів діаметром від 2 до 4 мм. Зазор між решіткою і шнеками регулюють гайкою 7. При продавлюванні сировини через отвори відбуваються руйнування і розтин жирових клітин. Подрібнена жирова маса надходить в циліндричний розтоплювач, що складається з внутрішнього 12 і зовнішнього 13 корпусів, які утворюють парову сорочку.

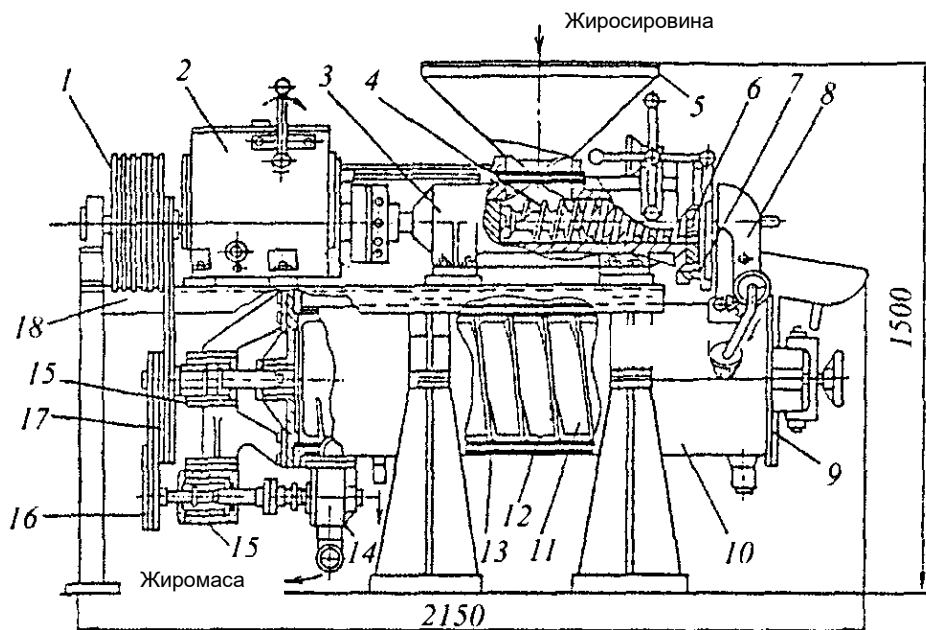


Рис. 17.12. Подрібнювач-розтоплювач установки «Титан»: 1, 16, 17 – клиноремінні передачі; 2 – редуктор, 3 – корпус подрібнювача; 4 – двошнековий насос; 5 – бункер; 6 – решітка; 7 – затяжна гайка; 8 – плоске дно; 9 – передня відкидна кришка; 10 – розтоплювач; 11 – шнековий барабан; 12, 13 – внутрішній і зовнішній корпусу; 14 – насос; 15 – підшипникові опори; 18 – станина

Усередині корпусу встановлений порожнистий шнековий барабан 11, який переміщує і транспортує сировину. Цапфи барабана встановлені в підшипниках передньої відкидної 9 і задньої кришок. Відкидна кришка дозволяє очищати апарат. Жиромаса нагрівається глухою парою до 85°C, розтоплюється і насосом 14 передається на подальшу обробку. Приводяться в обертання шнеки, барабан і насос від електродвигуна через клиноремінні передачі 1, 16, 17 і редуктор 2. Продуктивність агрегату до 1000 кг/год при потужності електродвигуна 15,5 кВт. Витрата пари на 1 т сировини 95 кг, маса агрегату 1580 кг.

Відцентрові подрібнювачі-розтоплювачі типу АВЖ призначені для обробки всіх видів м'якої жирової сировини. Висока інтенсивність теплообміну в ньому досягається шляхом поєднання процесів подрібнення сировини у відцентровому полі і нагрів парою. Принципова схема агрегату показана на рис. 17.13.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВІСНОЇ СИРОВИНИ

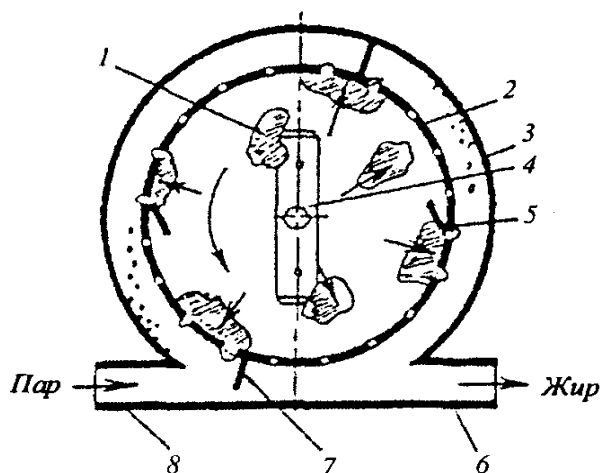


Рис. 17.13. Технологічна схема подрібнювача-розтоплювача типу АВЖ:
1 – жиросировина; 2 – барабан; 3 – корпус; 4 – рухомий ніж; 5 – нерухомий ніж,
6 – патрубок для відводу жиромаси; 7 – лопать; 8 – патрубок для подачі пари

У корпусі 3 обертається перфорований барабан 2. Разом з барабаном обертаються два ножі 4. Шматки жиросировини 1 потрапляють на обертові ножі і частково подрібнюються. Подрібнені шматки відцентровими силами притискаються до обичайки барабана і продавлюються через отвори перфорації. Нерухомі ножі 5, встановлені усередині барабана, зрізають частинки, які викидаються в зазор між барабаном і корпусом. У цей же зазор через патрубок 8 подається гостра пара тиском 0,15 МПа. Тонкоподрібнена жиросировина за 3...5 с нагрівається до 85...95°C і розтоплюється.

Лопаті 7 на поверхні барабана виштовхують жиромасу в патрубок 6 на подальшу обробку. Під дією відцентрових сил і тиску лопатей розплавлена жиромаса може перекачуватися на висоту до 3 м. Безпосередній нагрів гострою парою і короткочасність оброблення створюють умови для раціонального використання теплоти і зниження витрати пари. При цьому забезпечується висока якість жиру.

Відцентровий подрібнювач-розтоплювач АВЖ-245 (рис. 17.14) складається з фланцевого електродвигуна 9, встановленого на станині 1. На фланці електродвигуна закріплений корпус 7, а на валу ротора – перфорований барабан 11. У центрі барабана двома болтами закріплений ніж 14, що має двостороннє симетричне заточення. На зовнішній поверхні барабана встановлені дві пластини – лопаті. Перфорацію бічної стінки барабана утворюють 152 отвори діаметром 6 мм. Зовнішній діаметр барабана 290 мм, а зазор між ним і корпусом 7,5 мм. Частота обертання барабана 24 с⁻¹. Маточина барабана герметизується сальниковим ущільненням з накидною гайкою 8. До внутрішньої поверхні барабана з регульованим зазором примикають два нерухомі ножа 10, 13, що складаються з заточеної пластини, до якої приварені круглі стрижні. На кінцях стрижнів виконана різьба, що дозволяє за допомогою гайок пристрою 3, 12 регулювати зазор і одночасно ступінь подрібнення.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

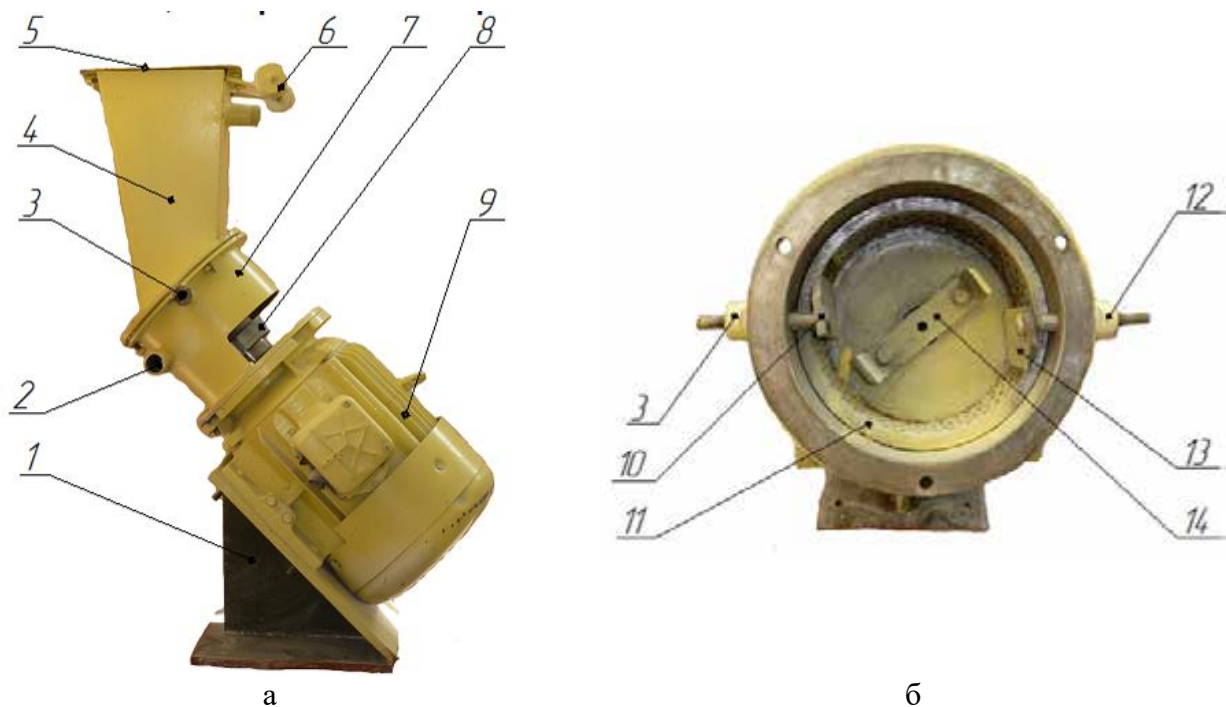


Рис. 17.14. Відцентровий подрібнювач-розтоплювач АВЖ-245: а – загальний вигляд; б – робоча камера: 1 – станина; 2 – патрубок для подачі пари; 3, 12 – регулювальний пристрій; 4 – бункер; 5 – заслінка; 6 – протизагасіння заслінки; 7 – корпус; 8 – накидна гайка; 9 – електродвигун; 10, 13 – нерухомий ніж; 11 – перфорований барабан; 14 – рухомий ніж

Тангенціально до корпусу приварені два патрубки 2 для подачі пари і відведення розплавленої жиромаси. У верхній частині корпус закритий кришкою з завантажувальним бункером 4. Бункер, у свою чергу, закривається поворотною заслінкою 5 з протизагасінням 6. Продуктивність агрегату АВЖ-245 за жиросировиною до 2000 кг/год при потужності електродвигуна 14 кВт. Витрата пари на 1 т сировини 100 кг. Маса агрегату 351 кг.

17.4. Вібраційні апарати

Інтенсифікація процесів витоплення жиру з кістки має свої особливості. Кістка являє собою анізотропно структуровану тверду тканину, в порах і капілярах якої знаходяться клітини кісткового жиру. Для виділення жиру спочатку необхідно зруйнувати клітинну структуру, перевести жир у вільний стан. Потім жир повинен дифундувати до поверхні кістки і перейти в навколишнє середовище – рідке або газоподібне. Таким чином, технологічний процес зводиться до двох взаємопов'язаних процесів масоперенесення: внутрішнього і зовнішнього.

Використання середньочастотних коливань (у діапазоні від 20 до 35 Гц) дозволяє прискорити процес знежирення кістки і збільшити повноту вилучення жиру. Вібраційні дії, які передаються від корпусу апарата через водне середовище кістки, інтенсифікують процес теплообміну, прискорюючи нагрів тканини і теплове руйнування жирових клітин. Руйнування жирових клітин прискорюється і під дією інерційних сил, що виникають при вібрації матеріалу.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Ці ж сили сприяють прискореній міграції жиру до поверхні кістки по порах і капілярах і заміщенню його водою і пароводною сумішшю. Коливання рідини призводять до турбулізації граничного шару, а отже, і до інтенсифікації зовнішнього масоперенесення.

Збільшення частоти вібрації інтенсифікує процес, але більшість апаратів працює при частотах 25 Гц з використанням промислових віброзбуджувачів. Із зростанням амплітуди коливань зменшується вихід жиру, тому на практиці прийняті значення амплітуд від 1 до 5 мм.

Вібраційний апарат ЕВГ-06 показаний на рис. 17.15. Потік кістка-вода переміщується горизонтально в циліндровому гладкому корпусі 19. Корпус виготовлений з нержавіючої труби з глухими торцевими днищами, до яких на кронштейнах 2, 11 похило прикріплені інерційні вібратори 1, 10.

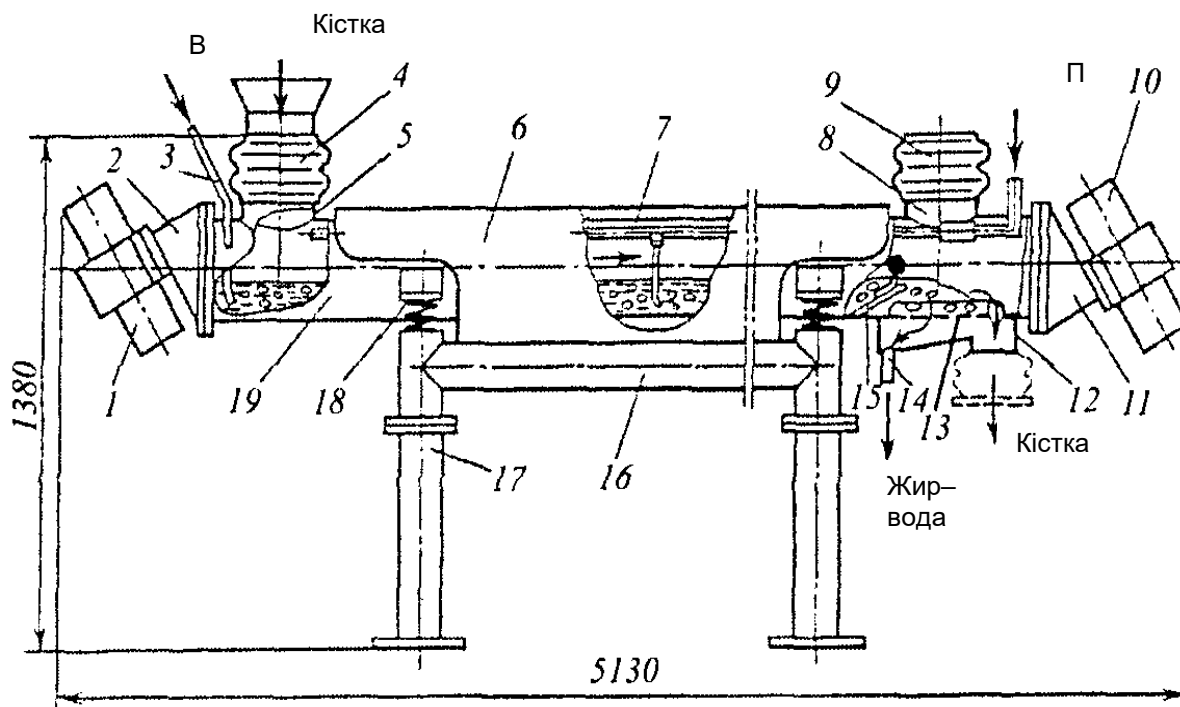


Рис. 17.15. Вібраційний апарат ЕВГ-06: 1, 10 – вібратори; 2, 11 – кронштейни, 3 – патрубок для подачі води; 4, 9 – герметизатори; 5 – патрубок для завантаження кістки; 6 – захисний кожух; 7 – паровий колектор; 8 – вентиляційний патрубок; 12 – патрубок для вивантаження кістки; 13 – сітка; 14 – патрубок для відводу водожирової емульсії; 15 – заслінка; 16 – рама; 17 – стійка; 18 – пружини; 19 – корпус

У передній верхній частині труби приварені патрубок 5 для завантаження кістки, патрубки для подачі гарячої води 3 і пари. Паровий патрубок з'єднаний з колектором 7, оснащеним похило встановленими соплами. Всі вводи з'єднані гумовими герметизаторами 4 і 9 із зовнішніми підводами. У задній нижній частині труби на осі встановлена поперечна заслінка 15, за допомогою якої регулюється товщина шару суміші кістка-вода. За заслінкою встановлена сітка 13, що відокремлює водожирову емульсію, яка збирається в колекторі і

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

відводиться з апарату через патрубок 14. Знежирена кістка виводиться по патрубку 12. Всі вібруючі частини встановлені за допомогою чотирьох пружин 18 на рамі 16. При пуску в апарат подається вода температурою 90...95°C і потім кістка, подрібнена до частинок розміром 25...30 мм.

Два синхронізуючих вібратори створюють направлені коливання, які змушують частки, що рухатися по складних траєкторіях, це призводить до активного перемішування, створення вихрових потоків і організації переміщення суміші вздовж осі апарату. Легкі частки м'язової та сполучної тканини спливають на поверхню, і для переміщення суміші через колектор 7 подають гостру пару. Він же підтримує температуру води на рівні 90...95°C. Шар суміші кістка – вода займає близько 1/3 поперечного перерізу труби. Із зовнішнього боку труба з повітряним зазором закрита кожухом 6, який оберігає персонал від опіків.

Продуктивність апарату по сирій кістці до 1000 кг/год при потужності електродвигунів 0,74 кВт і витраті на 1 т сировини пари 350 кг, гарячої води 1 м³. Маса апарату 600 кг.

Використання вібраційних апаратів дозволяє скоротити процес знежирення до 3 хв, отримати жир першого і вищого сортів. Залишковий вміст жиру 4...7% залежно від виду кістки.

17.5. Інженерні розрахунки

Проводять розрахунок продуктивності і тепловий розрахунок як для періодично діючих, так і для безперервно діючих апаратів. Крім того, розраховують потужність приводу.

Розрахунок апаратів періодичної дії

Продуктивність (кг/с) апаратів періодичної дії для обробки жиросировини:

$$M = G/\tau = V\phi\rho/\tau, \quad (17.1)$$

де G – маса одноразової завантаження, кг; τ – тривалість циклу обробки, год; V – геометричний об'єм апарату, м³; ϕ – коефіцієнт завантаження; ρ – щільність продукту, кг/м³.

Маса (кг) одноразової завантаження може бути рівна масі сировини або складатися з маси сировини G_c (кг) і води G_B (кг):

$$G = G_c + G_B = G_c(1 + k), \quad (17.2)$$

де k – рідинний коефіцієнт, $k = G_B/G_c$. Рідинний коефіцієнт в залежності від умов процесу змінюється від 1 до 5.

Тривалість (с) циклу складається з тривалості розтоплення τ_r і тривалість підготовчо-заключних робіт $\tau_{n.з.}$ з обслуговування обладнання:

$$\tau = \tau_r + \tau_{n.з.}, \quad (17.3)$$

При плавленні жиру відбуваються суттєві зміни теплофізичних характеристик сировини. Тому при розрахунку тривалості процес поділяють на

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

дві фази: тривалість нагріву τ_1 до повного розтоплення жиру і τ_2 – до кінцевої температури продукту. При переробці конфіскатів враховують додаткову витримку τ_3 при кінцевій температурі для повної стерилізації продукту, тобто:

$$\tau_T = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3,$$

Тривалість нагріву можна визначити по критеріальним співвідношенням або по темпу нагріву. В першому випадку тривалість (с) нагрівання:

$$\tau_1 = Fo_1 l_1^2 / a_1; \tau_2 = Fo_2 l_2^2 / a_2, \quad (17.4)$$

де Fo_1, Fo_2 – критерії Фур'є для першої і другої фаз нагріву жиросировини; l_1, l_2 – визначаючі розміри частинок, м; a_1, a_2 – коефіцієнти теплопровідності, $\text{м}^2/\text{с}$.

Чисельне значення критерію Fo знаходять по кривим Кондратьєва в залежності від критерію Біо (Bi) і відносної температури θ . Критерій Біо:

$$Bi = \alpha l / \lambda, \quad (17.5)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Відносна температура:

$$\theta = (t_c - t_k) / (t_c - t_n), \quad (17.6)$$

де t_c, t_n, t_k – відповідно температура середовища, початкова та кінцева температури в даній фазі нагріву, $^{\circ}\text{C}$.

Коефіцієнти теплопровідності для першої фази a_1 ($\text{м}^2/\text{с}$): для сировини свинячої $(4,4 \dots 5,0) \cdot 10^{-8}$, яловичої $(5,3 \dots 7,8) \cdot 10^{-8}$; для другої фази a_2 ($\text{м}^2/\text{с}$): для жиру свинячого $(1,7 \dots 1,9) \cdot 10^{-6}$, яловичого $(2,2 \dots 3,3) \cdot 10^{-7}$.

Коефіцієнти теплопровідності для першої фази λ_1 [$\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$]: для сировини свинячої 0,186, яловичої 0,217; для другої фази λ_2 [$\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$]: для жиру свинячого 0,58, яловичого 0,35.

При знаходженні тривалості процесу (с) за темпом нагрівання m процес також повинен бути розділений на фази. Тоді для i -тої фази:

$$\tau_i = \ln \theta_i / m_i, \quad (17.7)$$

де m_i – темп нагріву матеріалу в даній фазі, с^{-1} ;

$$m_i = \psi \alpha F / (c \rho V), \quad (17.8)$$

де ψ – коефіцієнт нерівномірності температурного поля; F – площа поверхні теплообміну, м^2 ; c – питома теплоємність матеріалу, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; V – об'єм матеріалу, м^3 .

Коефіцієнт ψ залежить від величини критерію $Bi = 0 \psi = 1$; при $Bi = 2 \psi = 0,7$; при $Bi = 12 \psi = 0,2$ і т. д.

Величина темпу нагріву залежить від умов теплообміну і форми матеріалу, що обігривається. Так, для нескінченно довгого циліндра з радіусом R :

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

$$m = 2\psi\alpha/(c\rho R); \quad (17.9)$$

для циліндра радіусом R і довжиною l :

$$m = (2\psi\alpha/c\rho R)[1 + R/l], \quad (17.10)$$

для нескінченної плити товщиною l , що обігривається з двох сторін:

$$m = 2\psi\alpha/(c\rho l) \quad (17.11)$$

для шару радіусом R :

$$m = 3\psi\alpha/(c\rho R). \quad (17.12)$$

Процеси витоплення жиру, варіння і розварювання жировмісних матеріалів не зводяться тільки до нагрівання. У технологічні завдання входять руйнування жирових клітин і виділення жиру, трансформація м'язової та сполучної тканин, пастеризації та стерилізації і т.д. Тому тривалість обробки уточнюють за довідковими даними, вимогам технології і результатами експериментальної перевірки. Таким же чином визначають тривалість підготовчо-заклучних операцій.

При тепловому розрахунку апаратів періодичної дії складають тепловий баланс, визначають витрату пари і площу поверхні тепловіддачі. Загальна витрата теплоти Q в апараті періодичної дії за час процесу знаходять по статтям витрати: Q_1 – на обробку продукції; Q_2 – на початковий нагрів стінок апарату і теплоізоляції; Q_3 – на нагрів тари і транспортних пристроїв; Q_4 – на втрати через стінки апарату в навколишнє середовище; Q_5 – на випаровування води з відкритої поверхні в апаратах без кришок; Q_6 – на компенсацію втрат теплоти, що йде з конденсатом і т.д. Таким чином, кількість теплоти (Дж):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + \dots, \quad (17.13)$$

Статті витрат можуть варіювати залежно від особливостей конструкції апарату і технологічного режиму. Значення Q_1 (Дж):

$$Q_1 = Gq = V\rho\phi q, \quad (17.14)$$

де G – одноразова завантаження сировини, кг; q – питомі витрати теплоти на процес, Дж/кг; V – об'єм апарата, м³; ρ – щільність сировини, кг/м³; ϕ – коефіцієнт завантаження.

Питомі витрати теплоти q (Дж/кг), необхідні для обробки жировмісних матеріалів, йдуть на початковий нагрів, плавлення жиру, денатурацію білка, випаровування вологи і остаточний нагрів:

$$q = c_H(t_{пл} - t_H) + b_{ж}r_{ж} + c_K(t_K - t_{пл}) + a(t_K - t_H) + b_B r_B, \quad (17.15)$$

де c_H, c_K – теплоємність сировини до і після плавлення жиру, Дж/(кг·К); $t_H, t_{пл}, t_K$ – температура продукту початкова, плавлення жиру і кінцева, °С; $b_{ж}$ – масова частка жиру в продукті, кг/кг; $r_{ж}$ – прихована теплота плавлення жиру, Дж/кг; a – енергія, що йде на денатурацію білка при зміні його температури

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

на 1 °С, Дж/(кг·К); b_v – масова частка води, що випарувалася, кг/кг; r_g – прихована теплота випаровування води, Дж/кг.

Для м'ясних білків при варінні $a = 0,84...1,26$ кДж/(кг·К). Теплоємність жиру до плавлення c_H в середньому становить $(1,3...3,0) \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), після плавлення $c_K = 2,6 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К); прихована теплота плавлення жиру $r_K = (121...151) \cdot 10^3$ Дж/кг, випаровування води $r_g = (2480 - 2,27 t) \cdot 10^3$ Дж/кг (де t – температура випаровування води, °С).

Витрата (кг) глухої пари в сорочці апарату:

$$G_n = Q / (i_{II} - i_K), \quad (17.16)$$

де i_{II} , i_K – питомі ентальпії пари і конденсату, Дж/кг.

Витрата (кг) гострої пари:

$$G_{II} = Q / (i_{II} - c_B \cdot t_K), \quad (17.17)$$

де c_B – питома теплоємність конденсату, Дж/(кг·К); t_K – кінцева температура продукту, °С.

Площа поверхні теплообміну (м²) апарату визначають з умов теплопередачі:

$$F = Q / (k \Delta t_{cp} \tau), \quad (17.18)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К); Δt_{cp} – середня за процес різниця температур середовища та теплоносія, К; τ – тривалість процесу, с.

Коефіцієнт теплопередачі [Вт/(м²·К)]:

$$k = 1 / [(1/\alpha_1) + (b/\lambda) \cdot (1/\alpha_2)], \quad (17.19)$$

де α_1 і α_2 – коефіцієнти тепловіддачі від теплоносія до стінки і від неї до оброблювального середовища, Вт/(м²·К); b – товщина стінки, м; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки, Вт/(м·К).

Орієнтовні значення коефіцієнта α_1 [Вт/(м²·К)]: при конденсації водяної пари – від 4400 до 16600; при обігріві гарячою водою залежно від швидкості її течії – від 220 до 11100; при обігріві мінеральними маслами – від 55 до 1100.

Значення коефіцієнта α_2 [Вт/(м²·К)] залежить від властивостей оброблюваної продукції і гідродинамічних умов протікання процесу – вільна конвекція або вимушений (за допомогою спонукачів) рух середовища. Орієнтовно його можна визначити за формулою Лапшина-Пелєєва:

$$\alpha_2 = 1,116(a + bv^{0,6}), \quad (17.20)$$

де a і b – експериментальні коефіцієнти; v – швидкість руху продукту, м/с.

При теплообміні в товстому шарі коефіцієнти приймають такі значення: при плавленні жиру $a = 150...200$; $b = 60...80$; при теплообміні в розплавленому жирі з температурою від 50 до 100°С $a = 250...600$; $b = 110...200$.

При переході до «тонкому» прошарку значення α_2 підвищується при інших рівних умовах на 40...60%.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВІСНОЇ СИРОВИНИ

Встановлено, що при плавленні жиру з перемішуванням в товстому шарі зі швидкістю до 10 м/с і обігрівом глухим пором коефіцієнт теплопередачі досягає значення 700 Вт/(м²·К), а при обробці в тонкому шарі при тих же умовах – 900 Вт/(м²·К).

В апаратах періодичної дії використовують в основному лопатеві мішалки, що обертаються в горизонтальній або вертикальній площині. При перемішуванні лопать встановлюють паралельно, а при розвантаженні – похило до осі обертання.

Потужність (Вт), що витрачається на обертання лопатей:

$$N = P v_{\text{кол}}, \quad (17.21)$$

де P – опір рідини руху лопаті, Н; $v_{\text{кол}}$ – колова швидкість руху лопаті, м/с.

Опір (Н) без урахування тертя:

$$P = (c\rho/2)F(v_{\text{кол}} \pm u)^2 = k_0 F(v_{\text{кол}} \pm u)^2, \quad (17.22)$$

де c – коефіцієнт, що враховує обтічність лопаті; ρ – щільність продукту, кг/м³; F – площа поверхні лопаті в площині, перпендикулярній до швидкості руху, м²; u – швидкість руху рідини, м/с; k_0 – коефіцієнт.

За відсутності додаткових пристроїв для приведення рідини в рух $u = 0$, при зустрічному русі рідини і матеріалу приймають знак «плюс».

Експериментально встановлені значення коефіцієнта k_0 при перемішуванні прямими лопатями: розплавлений жир – 300...400; жир в мазеподібному стані – 700...800; жир в суміші зі шкварою: свинячий – 950, баранячий – 600, яловичий – 850...900; технічна сировина – 1300...1350.

Розрахунок апаратів безперервної дії

Продуктивність (кг/с) відцентрового розтоплювача типу АВЖ:

$$M = qz = k_r z \rho p_p / \eta_{\text{эф}}, \quad (17.23)$$

де q – витрата продукту через одиничний отвір у роторі, кг/с; z – число отворів; k_r – геометричний параметр; ρ – щільність жиромаси, кг/м³; p_p – радіальний тиск жиромаси, Па; $\eta_{\text{эф}}$ – ефективна динамічна в'язкість, Па·с.

Геометричний параметр для круглого отвору:

$$k_r = \pi d^4 / (128 \cdot l), \quad (17.24)$$

де d і l – діаметр і довжина отвору, м.

Ефективна в'язкість для подрібненої жиромаси температурою близько 30°C може бути прийнята від 70 до 100 Па·с.

Радіальний тиск (Па) жиромаси на стінку барабана:

$$p_p = (\rho \omega^2 / 4)(R^2 - r^2)[(R + r)/R], \quad (17.25)$$

де ω – кутова швидкість барабана, рад/с; R – внутрішній радіус барабана, м; r – радіус внутрішньої окружності продукту, м.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

При повному завантаженні барабана ($r = 0$) виходить максимальний тиск (Па):

$$p_{max} = (\rho \omega^2 / 4) \cdot R^2 \quad (17.26)$$

Витрата теплоти (Вт) в агрегаті:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (17.27)$$

де Q_1 – теплота, що витрачається на обробку продукту, Вт; Q_2 – теплота, необхідна для початкового прогріву апарату, Вт; Q_3 – втрати теплоти через зовнішні поверхні апарату, Вт.

Теплота (Вт), що витрачається на обробку продукту:

$$Q_1 = Mq, \quad (17.28)$$

де q – питома витрата теплоти на обробку продукту, Дж/кг.

У агрегатах АВЖ не відбувається випаровування води, тому:

$$q = c_H(t_{пл} - t_H) + b_{ж}r_{жс} + c_K(t_K - t_{пл}), \quad (17.29)$$

де c_H, c_K – питома теплоємність продукту до і після плавлення жиру, Дж/(кг·К); $t_H, t_{пл}, t_K$ – температура продукту початкова, плавлення жиру і кінцева, °С; $b_{ж}$ – масова частка жиру в продукті, кг/кг; $r_{жс}$ – прихована теплота плавлення жиру, Дж/кг.

Методика визначення Q_2, Q_3 і витрат гострої пари для проведення процесу розглянуто раніше.

Потужність електродвигуна приводу визначають у пусковому і робочому режимах. При пуску потужність (Вт) електродвигуна:

$$N_u = N_p + N_e, \quad (17.30)$$

де N_p – потужність, необхідна для розгону барабана до робочої частоти обертання, Вт; N_e – потужність, що витрачається на тертя барабана об повітря, Вт.

Потужність (Вт), необхідна для розгону барабана до робочої частоти обертання:

$$N_p = A/\tau = I\omega^2/(2\tau) = mR_i^2\omega^2/(2\tau), \quad (17.31)$$

де A – кінетична енергія барабана, Дж; τ – час розгону, с; I – момент інерції барабана, кг·м²; ω – кутова швидкість обертання барабана, рад/с; m – маса барабана, кг; R_i – радіус інерції, м.

Потужність (Вт), що витрачається на тертя барабана об повітря:

$$N_B = 1,8 \cdot 10^{-3} \rho_{пов} g S v^3, \quad (17.32)$$

де $\rho_{пов}$ – щільність повітря при температурі 20°С, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, м/с²; S – площа бічної поверхні барабана, м²; v – колова швидкість на поверхні барабана, м/с.

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВІСНОЇ СИРОВИНИ

У робочому режимі потужність витрачається: на надання кінетичної енергії матеріалу, що обертається N_1 , на різання рухомим N_2 і нерухомим N_3 ножами, на тертя матеріалу об нерухомий ніж N_4 , на вивантаження жиру з агрегату N_5 .

Потужність (Вт), що витрачається на надання кінетичної енергії оброблюваному матеріалу:

$$N_1 = 0,5M\omega^2 R^2 \rho_{np}, \quad (17.33)$$

де M – продуктивність агрегату, $\text{м}^3/\text{с}$; R – внутрішній радіус барабана, м ; ρ_{np} – щільність продукту, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Потужність (Вт), що витрачається на різання:

$$N_2 = aS_n n_n z, \quad (17.34)$$

$$N_3 = aS_{nn} n_{nn} z, \quad (17.35)$$

де a – питома робота при різанні жиросировини, $\text{Дж}/\text{м}^2$; S_n, S_{nn} – значення площі зрізу одним рухомим і нерухомим ножами за один оборот барабана, м^2 ; n_n – частота обертання рухомих ножів, с^{-1} ; z – число ножів або різальних країв на ножах; n_{nn} – частота обертання продукту щодо нерухомих ножів, с^{-1} . Можна вважати, що $n_{nn} = n$, де n – частота обертання ротора, с^{-1} .

Площа (м^2) зрізу продукції ножем:

$$S = 2\pi R_n h_n, \quad (17.36)$$

де R_n – радіус, що проходить через крайку відповідного ножа, м ; h_n – довжина ріжучої кромки ножа, м .

Враховуючи, що $n = \omega/2\pi$, отримуємо:

$$N_{2,3} = aR_i h_i \omega z_i, \quad (17.37)$$

де R_i – радіус по ріжучій кромці рухомого або нерухомого ножа, м ; h_i – довжина ріжучої кромки відповідного ножа, м .

Питому роботу різання a можна прийняти для першої пари ножів від 3 до 5 $\text{кДж}/\text{м}^2$, для другої – від 1,0 до 2,0 $\text{кДж}/\text{м}^2$.

Потужність (Вт), що витрачається на тертя матеріалу об нерухомий ніж:

$$N_4 = Fz v_{\text{кол}} = p_p \mu b_n h_n \omega R_n z, \quad (17.38)$$

де F – сила тертя жиросировини про поверхні ножа, Н ; $v_{\text{кол}}$ – колова швидкість на поверхні ножа, $\text{м}/\text{с}$; μ – коефіцієнт тертя (0,033...0,045); b_n – довжина бокової поверхні ножа, м .

Потужність (кВт) електродвигуна в робочому режимі:

$$N_{e\partial} = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4) \eta_a / (1000 \cdot \eta), \quad (17.39)$$

де η_a – коефіцієнт запасу потужності, $\eta_a = 1,2 \dots 1,3$; η – ККД приводу ($\eta = 0,95$).

Розділ 17. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЖИРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

17.6. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Для яких цілей застосовують теплову обробку харчової сировини і конфіскатів?
2. Чим відрізняться котли для витоплення жиру з м'якої сировини і кістки?
3. Перелічіть види автоклавів, які застосовують для теплової обробки м'якої і твердої сировини.
4. Як влаштовані горизонтальні вакуумні котли? Для яких технологічних операцій вони призначені?
5. Назвіть шляхи збільшення поверхні теплообміну, використовувані в горизонтальних вакуумних котлах.
6. Як влаштовані апарати з проміжним теплоносієм? Перерахуйте їх переваги.
7. Які види підведення теплоти використовують в вовчках-варильниках?
8. Який принцип роботи агрегатів типу АВЖ?
9. Як влаштований розтоплювач типу «Чіта»? Який принцип теплообміну в ньому використаний?
10. Який механізм тепломасопереносу при вібраційному знежирюванні кістки?
11. Чому дорівнює продуктивність теплових апаратів періодичної дії?
12. Напишіть тепловий баланс апаратів періодичної дії.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Сушіння – це технологічний процес, при якому з продукту видаляється зв'язана речовина – вода в результаті підведення теплоти. Сушіння харчових і кормових продуктів застосовують для консервування, підвищення термінів їх зберігання у звичайних умовах і для придбання нових технологічних властивостей. Залежно від виду вихідних і кінцевих властивостей матеріалів використовують сушіння: контактне, конвективне, радіаційне, в електричному полі високої і надвисокої частоти при атмосферному або зниженому тиску. Існують різні комбінації перерахованих методів. Відповідно до видів сушіння розрізняють контактні, конвективні і сублімаційні сушильні установки (сушарки).

18.1. Контактні сушильні установки

У контактних сушильних установках тепло, необхідне для випаровування вологи, підводиться до поверхні продукту від нагрівальних поверхонь, на яких цей продукт розташовується. Поверхні нагрівають парою, мінеральними маслами і електричним струмом. Контактні сушарки бувають періодичної і безперервної дії. До контактних сушильних установок періодичної дії відносять горизонтальні вакуумні котли, а також камерні (шафові) і камерні з мішалкою установки. Контактними сушильними установками безперервної дії є вальцеві, шнекові і дискові.

Камерна контактна сушарка із мішалкою (рис. 18.1) для сушіння пера складається з внутрішнього 12 і зовнішнього 11 корпусів, що утворюють сорочку, в яку по трубі 4 подається пара.

Зовні корпус покритий шаром теплоізоляції 10 і облицьований сталевими листами. У нижній частині корпусу передбачений люк 8 для ремонту лопатей мішалки. В передній плоскій кришці корпусу змонтований люк 13 для завантаження пера, який закривається шибром з ручним керуванням. У задній кришці встановлений патрубок 7 для вивантаження пера. У верхній частині передньої і задньої кришок є отвори, закриті коробами 1, 5 і з'єднані трубопроводом. Через них здійснюється відвід вологого повітря.

Мішалка складається з валу, закріпленого у двох сферичних кулькових підшипниках, до якого на важелях кріпляться лопаті 9. Мішалка приводиться в обертання від двигуна-редуктора 6 через муфту. На камері встановлено посудини 3 для подачі антисептичних і антистатичних розчинів.

Сушіння пера проводять протягом 10 хв при температурі 70°C і тиску обігрівальної пари 0,2 МПа. Продуктивність агрегату по сухому пір'ї до 90 кг/год при одночасному завантаженні 37...45 кг. Використання пари 140...200 кг/год.

Вальцеві сушарки застосовують для сушіння рідких, в'язких і пастоподібних продуктів (кров, меланж, міздровий клей). Вони бувають з одним і двома вальцями, працюючими при атмосферному або зниженому тиску.

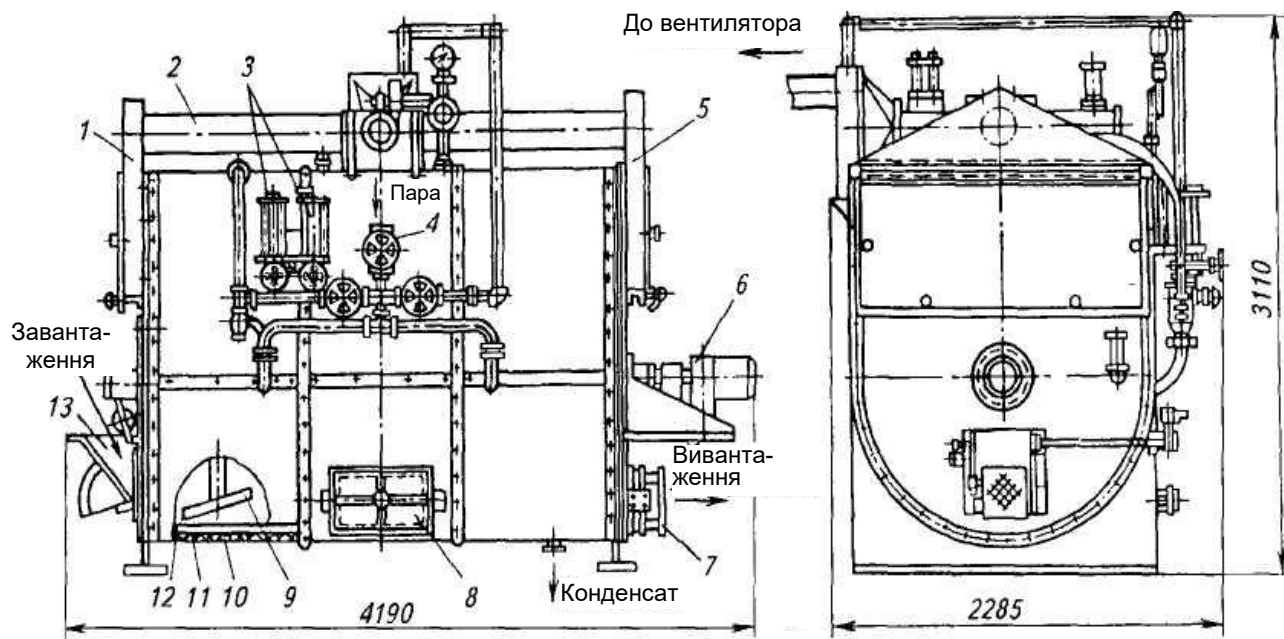


Рис. 18.1. Установка РЗ-ФАР/1 для сушіння пера: 1, 5 – коробки для відводу вологого повітря; 2 – повітропровід вологого повітря; 3 – посудини для дезінфікуючого розчину; 4 – труба для подачі пари; 6 – двигун-редуктор; 7 – патрубок для вивантаження пера; 8 – люк; 9 – лопать мішалки; 10 – теплоізоляція; 11, 12 – зовнішній і внутрішній корпуси; 13 – люк для завантаження

Ці сушарки відрізняються малою тривалістю контакту продукту з гарячою стінкою (7...30 с) і значною питомою випарною здатністю: 35...75 кг/(м² · год) при сушінні сильно зволжених матеріалів, для яких вплив підвищених температур допустимий, і 15...20 кг/(м² · год) при сушінні малозволжених матеріалів, що не допускають застосування високих температур.

Сушарка (рис. 18.2) являє собою два порожні чавунні вальці 1 діаметром 800 мм і робочою довжиною 1000 мм, що обертаються в підшипниках ковзання назустріч один одному із частотою 0,4 с⁻¹. Зазор між вальцями в холодному стані не менш 3,0 мм.

Нагрівальну пару, гарячу воду або інший теплоносіє подають у барабани через порожнисті цапфи. Температура на поверхні вальців 105...110°C. Тиск пари у вальцях 0,35 МПа, витрата пари на 1 кг висушеного продукту 1,2...1,4 кг. Конденсат пари або відпрацьовану воду відводять за допомогою сифонних трубок. Висушуваний матеріал подають живильником 2 згори між вальцями. Під час обертання вальців він розтікається по їхній поверхні тонким шаром (1–2 мм) і, в такий спосіб, висушується. Висушений матеріал знімається ножами 3 і шнеками 5 видаляється із сушарки. Відпрацьоване повітря через витяжний пристрій 4 викидається в атмосферу.

Перевага сушіння у вакуумі полягає в тому, що підвищується інтенсивність процесу при низьких температурах і немає небажаних наслідків, пов'язаних з нагріванням матеріалу до високих температур.

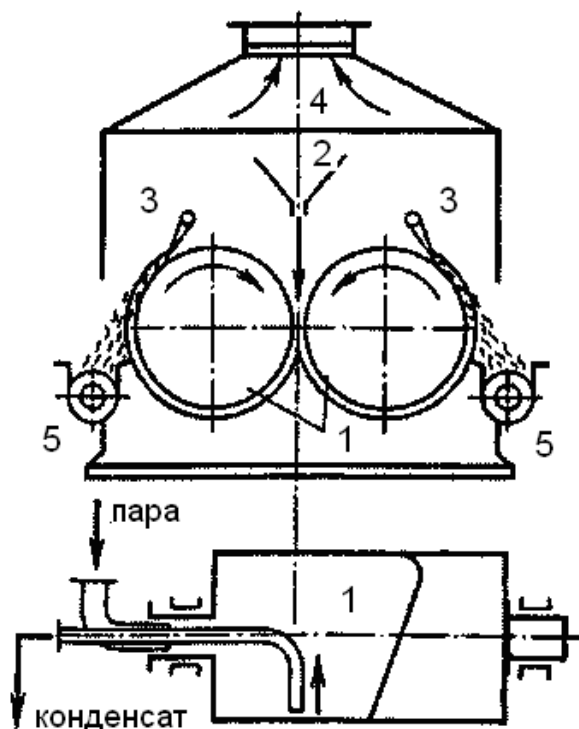


Рис. 18.2. Схема двовальцевої сушарки

У вакуумних сушарках вальці поміщають в герметичну камеру з дверцятами і люками для обслуговування. Вологий продукт надходить в камеру по трубах, а висушений шнеком подається по черзі в один із двох збірників, який після заповнення від'єднується шибером від апарату і розвантажується. Температура сушіння у вакуумному апараті $60\ldots 70^{\circ}\text{C}$, що сприяє підвищенню якості продукту без зниження продуктивності апарату.

Шнекові сушарки застосовують в основному для зневоднювання сипких і кускових матеріалів. В апаратах для тривалого сушіння шнеки розташовують один над одним.

Шнекова сушильна установка (рис. 18.3, а) для сухих тваринних кормів або шквари складається з трьох апаратів (рис. 18.3, б), розташованих один під одним. Кожний апарат має коритоподібний корпус 3 із паровою сорочкою 6. Всередині корпусу обертається шнек 5 із частотою $0,09\text{ с}^{-1}$. Крок шнека 65 мм. Пару подають у парову сорочку 6 корпусу 3 та порожнину валу шнека 5.

Вологий матеріал надходить через завантажувальний канал 2 у корпус 3 апарату, усередині якого він переміщається шнеком 5 до розвантажувального каналу 11. Далі він проходить у нижній апарат і після послідовного проходження всіх трьох апаратів зневоднюється та вивантажується з нижнього.

Сушіння відбувається в тонкому шарі (30 мм). Тривалість процесу становить 40 хв, а продуктивність апарату (по сировині) – до 500 кг/год. Вологість висушеного продукту 10%. З тиском пари в сорочці до 0,4 МПа температура сухого продукту при виході з третьої секції дорівнює 105°C , що забезпечує її стерилізацію.

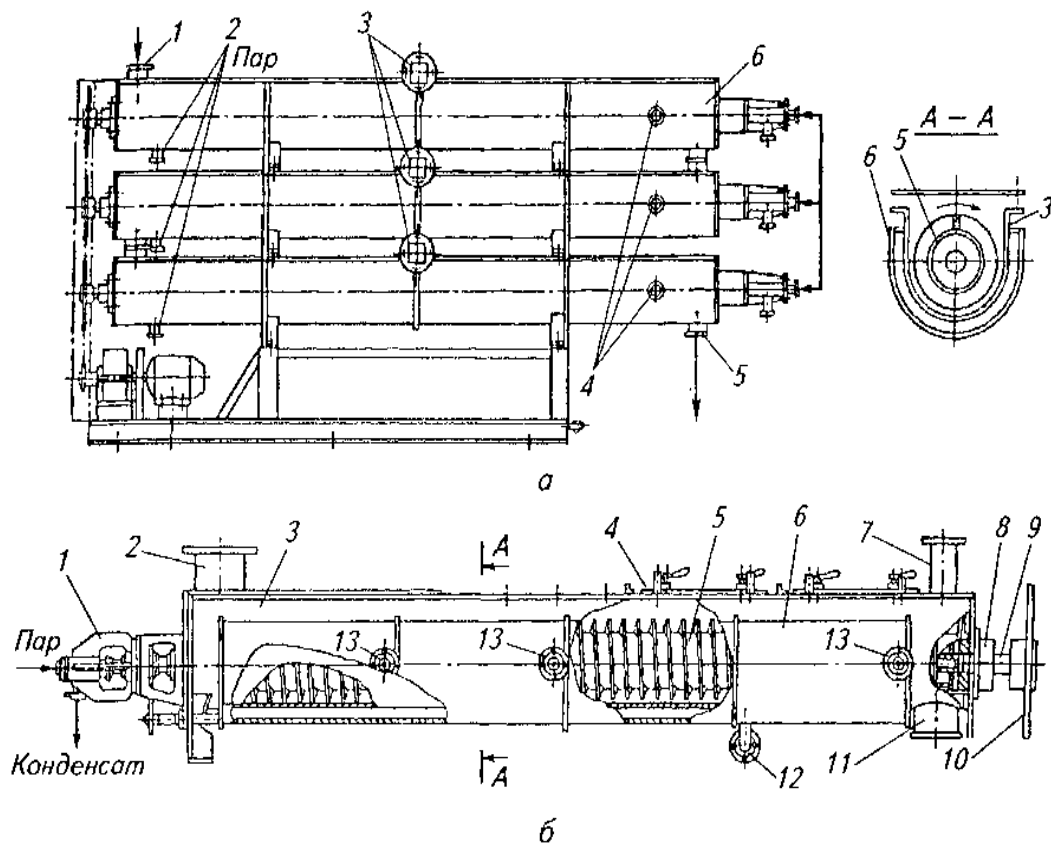


Рис. 18.3. Шнекова сушильна установка:

- а – загальний вигляд: 1 – завантажувальний канал; 2 – патрубки для відведення конденсату; 3 – колектори для відведення вологого повітря; 4 – патрубки для подачі пари; 5 – патрубок для вивантаження продукту; 6 – сушильні секції;
- б – сушильна секція: 1 – сальник; 2 – завантажувальний канал; 3 – корпус; 4 – кришка; 5 – шнек; 6 – парова сорочка; 7 – канал для відводу пари; 8 – підшипник; 9 – вал шнека; 10 – приводна зірочка; 11 – розвантажувальний канал; 12, 13 – патрубки

Дискова контактна сушарка фірми «Сторк-Дюк» (Нідерланди) безперервної дії показана на рис. 18.4. У ній інтенсифікація тепло і масообміну здійснюється за допомогою обертових дисків, які обігріваються парою зсередини.

Сушарка (рис. 18.4, а) являє собою циліндричний корпус 10, обладнаний обігрівальною сорочкою, колектором 3 і патрубками 4, 5, 6 для відводу вологого повітря. У торцевих кришках, які кріплять до корпусу болтами, присутні підшипникові опори. У середині корпусу обертається дисковий вал (рис. 18.4, б), який складається з двох коаксіально встановлених труб 11 і 13. На зовнішній трубі 13 приварені диски, складові циліндричних кілець 14, до яких приварені бічні стінки 15, що закриваються торцевими кільцями 17.

Суміш подають через цапфу валу в трубу 13 і з неї через отвори в диски, де пара конденсується. Конденсат стікає через сполучні трубки 12 в центральну трубу 11 і виводиться з апарату через цапфу, забезпечену сальниковим ущільненням.

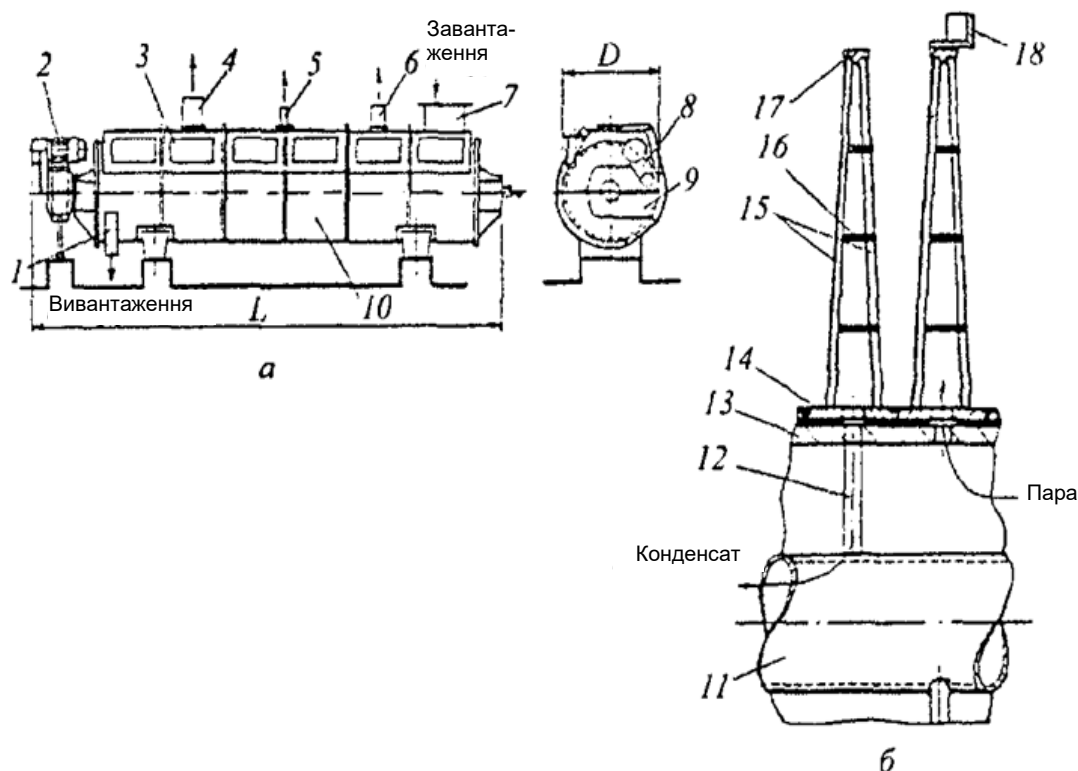


Рис. 18.4. Дискава контактна сушарка фірми «Сторк-Дюк» (Нідерланди):

а – загальний вигляд; б – схема дискового валу: 1 – патрубок для вивантаження; 2 – електродвигун; 3 – колектор для вологого повітря; 4, 5, 6 – патрубки для відводу вологого повітря; 7 – патрубок для завантаження сировини; 8 – клинопасова передача; 9 – редуктор; 10 – корпус сушарки; 11 – центральна труба; 12 – з'єднувальні труби; 13 – зовнішня груба; 14 – кільце; 15 – бічні стінки дисків; 16 – стяжки; 17 – торцеве кільце; 18 – лопать

Продукт завантажують в сушарку через патрубок 7, він тонким шаром розподіляється між лотками де відбуваються його нагрівання і сушіння, та переміщається уздовж корпусу косо поставленими лопатями 18 до патрубку для вивантаження 1. Продукт нагрівається та переміщається вздовж стінки корпусу апарату.

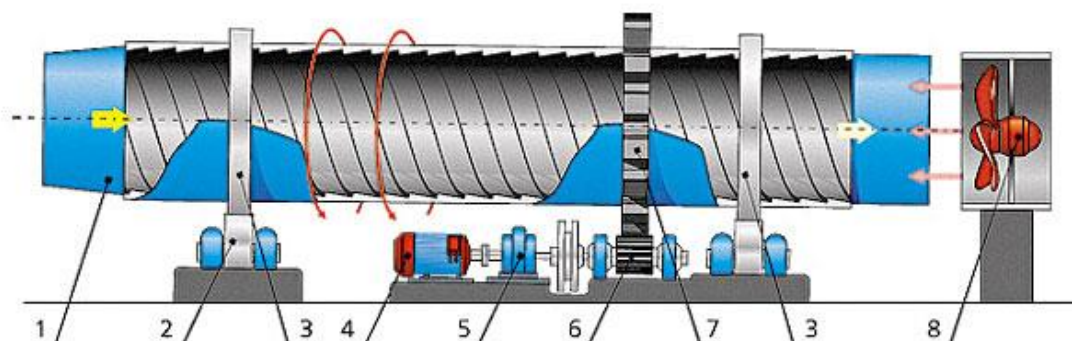
Вал приводиться в обертання електродвигуном 2 через клинопасову передачу 8 і циліндричний редуктор 9. Залежно від продуктивності діаметр диска змінюється в межах від 1,6 до 2,9 м, а довжина апарату від 3 до 11 м. При цьому площа поверхні теплопередачі змінюється від 26 до 40 м², а потужність електродвигуна – від 7,5 до 10 кВт.

18.2. Конвективні сушильні установки

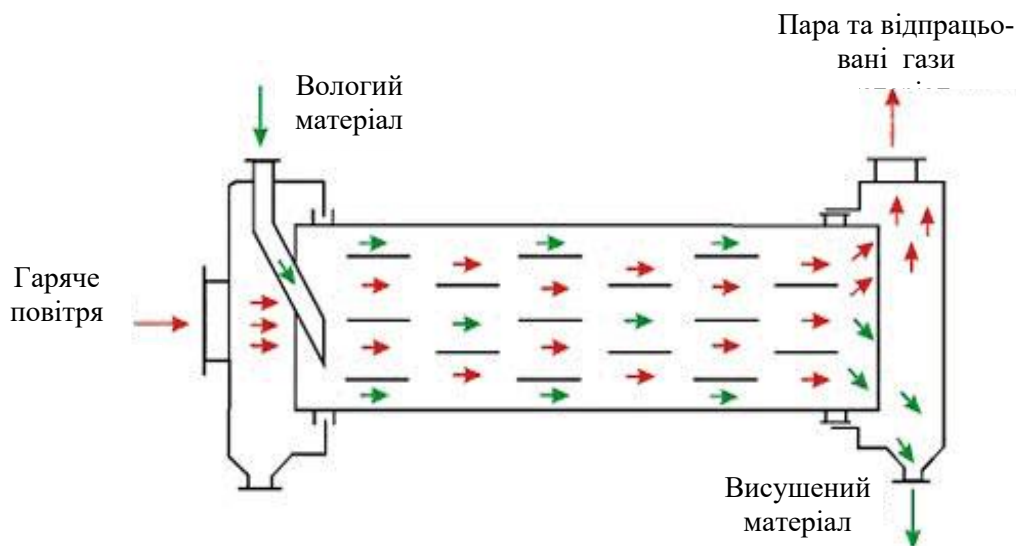
У конвективних сушильних установках для підведення теплоти застосовують нагрітий газ (сушильний агент), який контактує безпосередньо з оброблюваним продуктом. Одночасно цей газ служить вологопоглинаючим середовищем. В якості газу використовують повітря, продукти згоряння палива (газоподібного, рідкого або твердого) або газоповітряну суміш, якщо допустимо контакт продукту, що висушується з продуктами згоряння.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Барабанні сушарки (рис. 18.5) призначені для конвективного сушіння кускових матеріалів у похило обертовому циліндричному барабані.



а



б

Рис. 18.5. Барабанна сушарка: а – будова: 1 – барабан; 2 – підшипникова опора; 3 – опорний бандаж; 4 – електродвигун; 5 – редуктор; 6 – зубчасте колесо; 7 – зубчастий вінець; 8 – подача гарячого повітря; б – схема роботи

У переважній більшості це атмосферні сушарки, в яких сушильним агентом є повітря або топкові гази у суміші з повітрям. Основний елемент сушарки – барабан 1, що обертається на підшипникових опорах 2, спираючись на них

своїми бандажами 18. Барабан обертається за допомогою зубчастого вінця 7, що перебуває у зчепленні із зубчастим колесом 6, яке приводиться в дію від електродвигуна 4 через редуктор 5. Частота обертання барабана $1...8 \text{ хв}^{-1}$.

Діаметр барабана залежить від продуктивності сушарки і становить 1200...2800 мм. Відношення довжини до діаметра становить від 3,5:1,0 до 7:1. Барабан установлюють горизонтально, або трохи з нахилом ($0,5...3^\circ$) у бік переміщення матеріалу. Для кращого контакту матеріалу з сушильним агентом у барабані встановлюють внутрішню насадку. Типи насадок зображено на рис. 18.6.

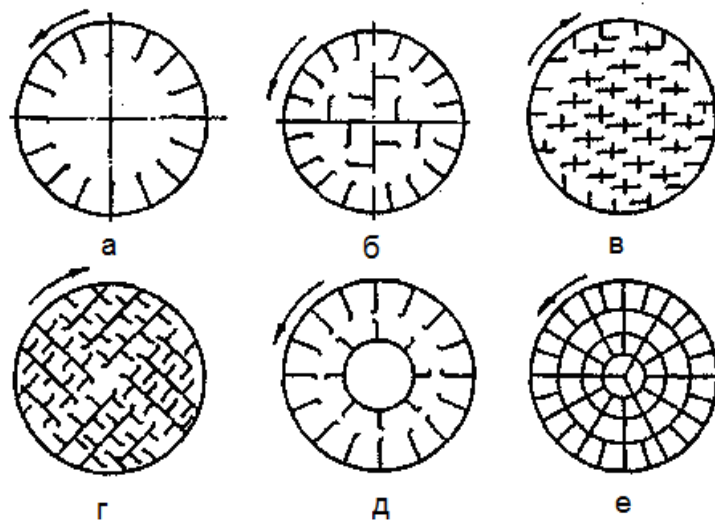


Рис. 18.6. Типи насадок у барабанній сушарці:
а – радіально-лопатева; б – секторна; в, г – розподільні; д – комбінована;
е – перевалювальна із закритими комірками

Вологий матеріал подають у барабан живильником, а висушений вивантажують через вивантажувальний отвір і транспортують шнеком. Для вловлювання частинок матеріалу з сушильного агенту встановлюють циклон, через який відпрацьовані гази виходять в атмосферу. Напрямки потоків матеріалу і сушильного агенту – прямо- і протитечійні.

Стрічкові сушарки використовують для зневоднювання (при зустрічному русі продукту й повітря) кускових і сипких матеріалів, які можна пересипати й перелопачувати в процесі сушіння.

Найпоширеніші стрічкові сушарки, всередині металевого корпусу 1 яких є 18...5 сітчастих конвеєрних стрічок 2 з корозієстійкої сталі (рис. 18.7, а). Чотири стрічки завантажують тільки з торцевого боку, а п'яту – з різних боків. Чотиристрічкова сушарка (рис. 18.7, б) з перехресними потоками повітря і матеріалу складається з прямокутної камери 1, в якій рухаються чотири нескінченні стрічки 2, надіті на барабани 3, 4, один з яких є ведучим 18. Між вільною і робочою гілками кожної стрічки розміщені опорні ролики 7. Для підігрівання повітря передбачений калорифер 5. Кожна стрічка має індивідуальний привод та варіатор швидкостей.

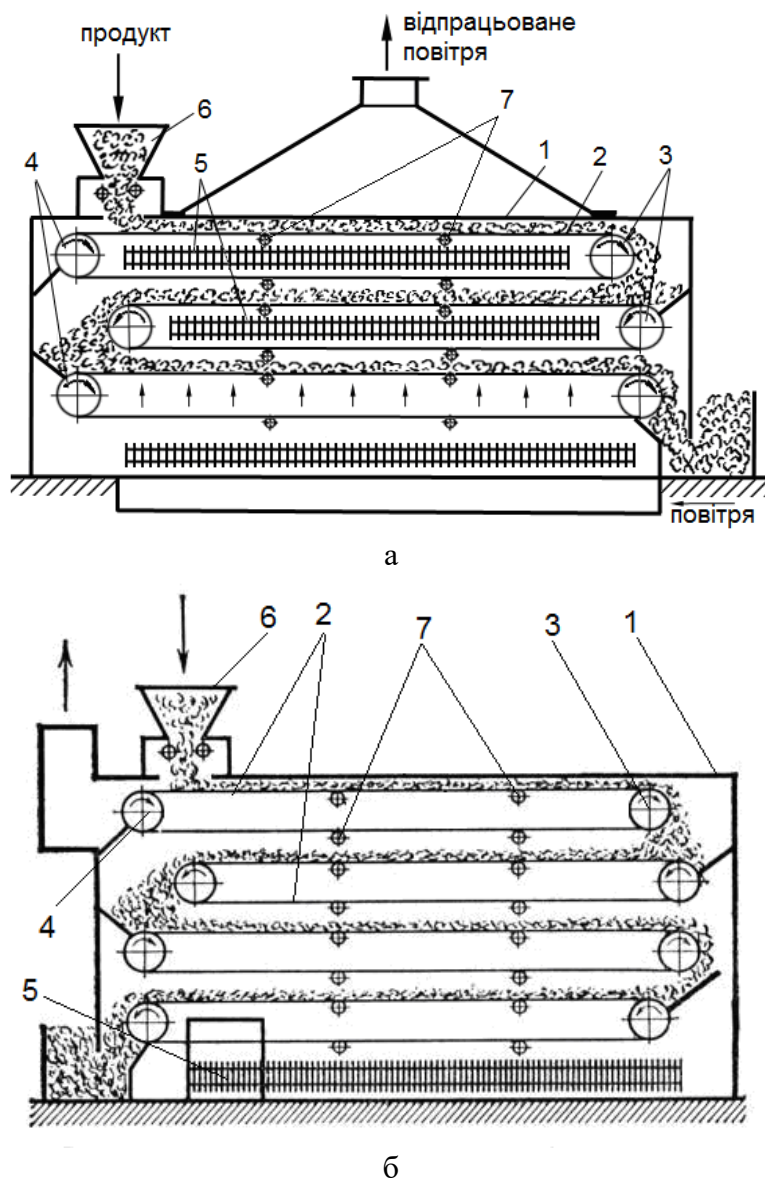


Рис. 18.7. Сушарка стрічкова: а – тристрічкова; б – чотиристрічкова

У п'ятистрічкових сушарках, при потребі, нижню стрічку використовують для охолодження висушеної продукції. Найшвидше волога видаляється на тих стрічках, на яких сировина свіжа, тому швидкість руху їх найбільша. Висушуваний матеріал подають у бункер живильника 6 і спеціальним пристроєм розподіляють рівномірним шаром по всій ширині стрічки. Матеріал переміщається стрічкою до протилежного кінця сушарки і зсипається на нижню стрічку, яка транспортує його в протилежному напрямі. Дійшовши до низу камери, висушений матеріал потрапляє у розвантажувальний бункер.

Свіже повітря через повітряні канали надходить під нижню вільну гілку стрічки сушильної камери, підігрівається в калориферах нижньої зони, пронизує шар матеріалу на робочій частині стрічки, а потім послідовно проходить знизу вгору через усі обігрівачі і стрічки. Відпрацьоване повітря через канал 7 виходить із сушарки. Швидкість руху повітря в сушильній камері $\sim 3,0$ м/с; швидкість руху стрічки $- 0,18...0,7$ м/хв.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Стрічкова конвективна сушарка фірми «Марубені» (Японія) з багатозначною системою підведення сушильного агенту призначена для сушіння желатину. Стрічка конвеєра 15 (рис. 18.8) виготовлена зі сталевий нержавіючої сітки шириною 2,2 м і довжиною 32 м. Стрічка проходить через прямокутний теплоізолюваний тунель 3, розділений поперечними перегородками на десять зон. У дев'яти зонах здійснюється сушіння, а в десятому – охолодження желатину.

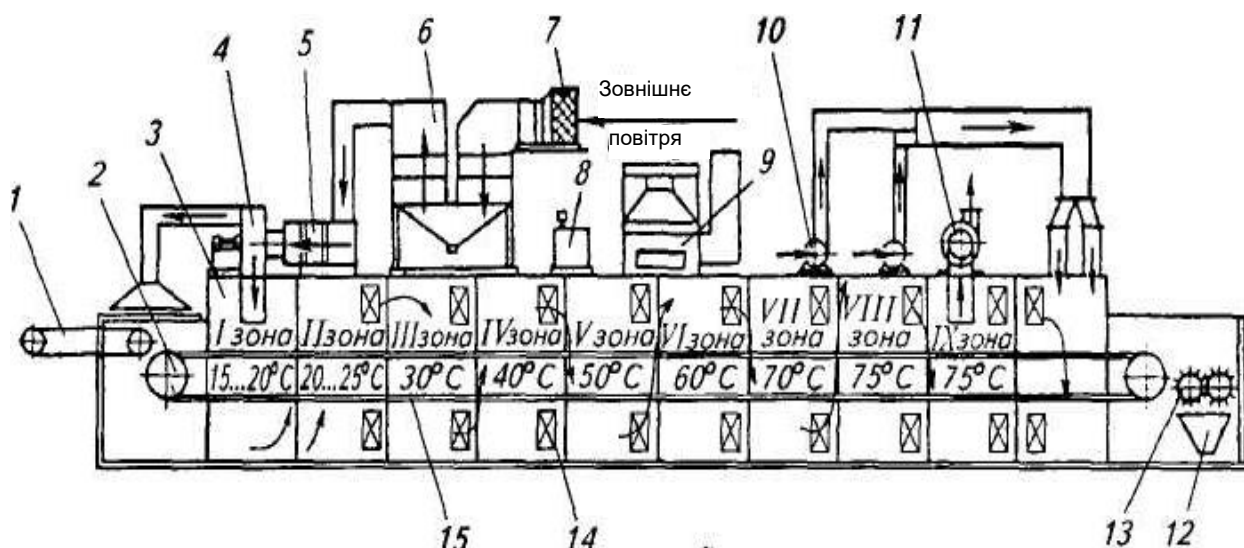


Рис. 18.8. Стрічкова конвективна сушарка фірми «Марубені» (Японія):

- 1 – ввіброконвеєр; 2 – сушильний конвеєр; 3 – теплоізолюваний тунель; 4 – нагнітаючий вентилятор; 5 – камера регулювання температури повітря; 6 – кондиціонер; 7 – фільтр; 8 – насосна станція; 9 – регенератор; 10 – нагнітаючі вентилятори; 11 – вентилятор для відведення відпрацьованого повітря; 12 – приймальна воронка; 13 – дробарка; 14 – калорифери; 15 – стрічка конвеєра

Желатин надходить з екструдера у вигляді нескінченних ниток – «локшини» діаметром 3 мм і ввіброконвеєром 1 розподіляється на сітці конвеєра 2 шаром товщиною до 15 мм. Зовнішнє повітря проходить через фільтр 7 і потрапляє в кондиціонер 6, де нормалізуються його вологість і температура. Взимку повітря нагрівається до 15°C і зволожується до вологовмісту 0,005 кг/кг сухого повітря.

Вентилятором 4 повітря нагнітається в першу зону, і далі, нагріваючись в автономних калориферах 14, він проходить інші зони. Температура його поступово підвищується від 15 до 75°C в останній зоні, звідки повітря видаляється вентилятором 11 в атмосферу або частково направляє знову в кондиціонер. Висушений і охолоджений желатин надходить в дробарку 13 і в приймальну воронку 12 та направляє на подальшу переробку. Сітка конвеєра промивається гарячою водою температурою 80°C в агрегаті, встановленому під стрічкою конвеєра. При необхідності її стерилізують гострою парою. Продуктивність сушильної установки до 200 кг/год, тривалість сушіння при різних швидкостях стрічки 2...7 год.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Пневматична конвективна сушарка фірми «Сторк-Дюк» (Нідерланди) (рис. 18.9) призначена для сушіння відходів, що містять малу кількість жиру: кров, пір'я, шерсть та ін. Сушіння проводиться в прямокутному сушильному каналі (трубі) 5, в який вихідний продукт надходить з шнекового живильника 4 через подрібнювач 18. З іншого боку через повітропровід у подрібнювач подається повітря, нагріте в калорифері 1 до 385...470°C. Нагрівник працює на газоподібному або рідкому паливі. Сушіння продукту в підвішеному стані відбувається в струмені рухомого сушильного агенту (суміші повітря і топкових газів) протягом декількох секунд.

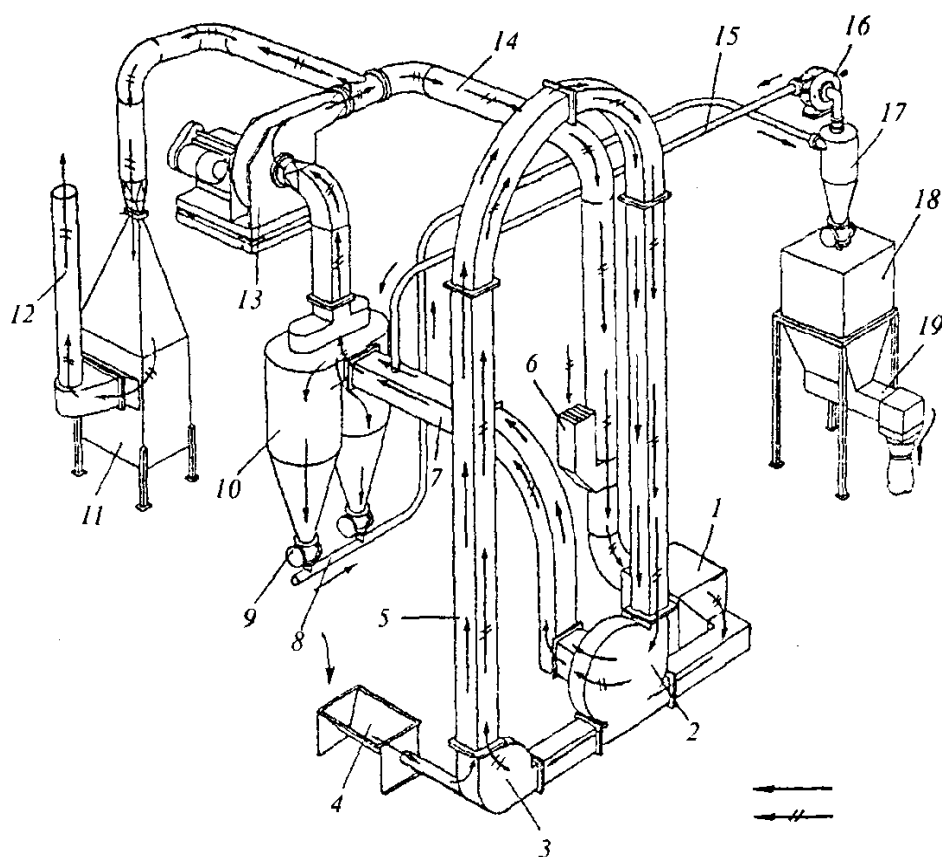


Рис. 18.9. Пневматична конвективна сушарка фірми «Сторк-Дюк» (Нідерланди):
1 – калорифер; 2 – сепаратор; 3 – подрібнювач; 4 – шнековий живильник; 5 – сушильний канал (труба); 6 – патрубок для подачі свіжого повітря; 7 – повітропровід для висушеного продукту; 8 – пневмотранспортер; 9 – шлюзовий затвор; 10, 17 – циклони; 11 – промивач Вентурі; 12 – відвідний повітропровід; 13, 16 – вентилятори; 14, 15 – рециркуляційні трубопроводи; 18 – бункер; 19 – шнековий дозатор

Довжина каналу 5 повинна забезпечувати тривалість перебування продукту, необхідну для висушування здебільшого частинок продукту. Невисохлі частинки відділяються від суміші в сепараторі 2 і знову надходять на сушіння. Суміш висохлих частинок продукту і повітря по повітропроводу 7 подається в один з циклонів 10, де відбувається їх поділ. Повітря температурою 100°C частково по трубопроводу 14 повертається в калорифер 1, а частково очищається від пилу в промивачі Вентурі 11 і через повітропровід 12 виводиться з установки.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Сухий продукт накопичується в циклоні і потім через шлюзовий затвор 9 пневмотранспортером 8 відводиться в циклон 17. Далі він збирається в бункері 18 з шнековим дозатором 18. Повітря з циклону 17 вентилятором 16 відводять в повітропровід 7. Вихідна вологість продукту не повинна перевищувати 50%, тому кров перед сушінням коагулюють і зневоднюють на центрифугах.

Сушарки з віброкиплячим шаром застосовуються для сушіння крові, яєчного меланжу, яєчного білка і кісткових бульйонів. Принципово процес сушіння полягає в тому, що рідкий продукт пневматичними форсунками розпилюють в шар гранул інертного матеріалу-носія, які перебувають у псевдорідинному стані під дією вібрації і потоку повітря. Краплі рідини осідають на поверхні гранул, де висушуються гарячим повітрям. Внаслідок зіткнень і тертя гранул сухий продукт сколюється, подрібнюється і виноситься повітрям з сушильної камери. В апараті забезпечується висока швидкість процесу сушіння через велику сумарну площу поверхні гранул, на яких осідає продукт, і через безперервне оновлення цієї поверхні.

Установка А1-ФМУ (рис. 18.10) складається з сушильної камери 6, калориферно-вентиляторної камери для подачі свіжого повітря, віброприводу 23 і решітки 5, циклонів 2 для відділення сухого продукту, приймального 14 і витратного 15 баків для рідкого продукту. Всі вузли збираються на рамі. Вібропривід складається з валу з ексцентриками, встановленого в підшипниках і приводиться в обертання від електродвигуна через клинопасову передачу.

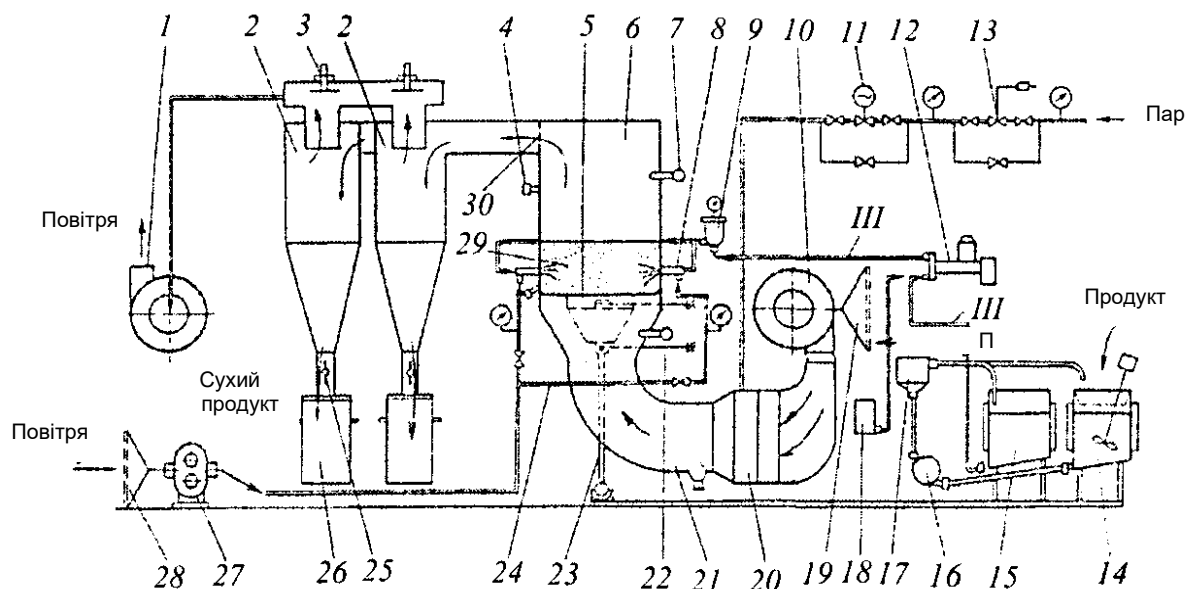


Рис. 18.10. Сушильна установка А1-ФМУ: 1 – відсмоктувальний вентилятор, 2 – циклони, 3 – регулюючий шибер; 4 – патрубок для води; 5 – решітка; 6 – сушильна камера; 7, 22 – термометри, 8 – форсунка; 9 – бак-розширювач; 10 – нагнітаючий вентилятор; 11 – регулюючий клапан; 12 – насос-дозатор; 13 – редукційний клапан; 14, 15 – приймальний та витратний баки; 16 – насос; 17 – фільтр; 18 – бак для води; 19, 28 – фільтри; 20 – паровий калорифер; 21 – повітропровід; 23 – вібропривід; 24 – патрубок; 25 – шибер; 26 – бачок; 27 – компресор; 29 – гранули фторопласту; 30 – відбійна сітка

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Вал вертикальними тягами з'єднаний з решітками 5 і приводить її у вертикальний коливальний рух з частотою 7,5 Гц та амплітудою 8 мм. Площа поверхні решітки 0,32 м². На грати через люк в камері завантажують 55 кг інертних гранул – кубиків з фторопласту зі стороною 4 мм.

До конічного днища камери приєднаний повітропровід 21, по якому вентилятором 10 нагнітають свіже повітря, що нагрівається в паровому калорифері 20. Температура повітря на вході в сушильну камеру 120...140°C, об'ємна витрата 5000 м³/год, тиск пари в калорифері 0,2...0,4 МПа.

Повітря у вентилятор засмоктується через фільтр 18. Рідкий продукт з приймального бака 14 з мішалкою насосом 16 через фільтр 17 подається у витратний бак 15 і з нього насосом-дозатором 12 в бак-розширювач, в якому згладжуються пульсації від насоса в результаті утворення повітряної подушки.

Продукт в баках 14 і 15 охолоджується крижаною водою температурою до 8°C. З бака розширювача рідкий продукт надходить у дві форсунки 8 і розпорошується стисненим повітрям, що подається компресором 27. Тиск повітря 5...55 кПа. Суміш відпрацьованого повітря і сухого продукту проходить через відбійну сітку 30, що затримує гранули, і потрапляє в два циклони 2, звідки повітря відводиться в атмосферу вентилятором 1, а продукт через шибери 25 збирається по черзі в два бачка 26.

Продуктивність установки по меланжу від 75 до 80 кг/год, по випареній волозі – від 59 до 76 кг/год при масовій витраті пари до 200 кг/год. Встановлена потужність електродвигунів 20 кВт, маса установки 3,7 т.

Розпилювальні сушарки застосовують для сушіння рідких розчинів, суспензій, емульсій, пульпи і згущених, пастоподібних матеріалів. У м'ясній промисловості їх використовують для сушіння цільної крові та її фракцій, медичного панкреатину, м'ясних і кісткових бульйонів, яєчного меланжу та ін.

Основа розпилювального сушіння – тонке диспергування вихідного матеріалу в потоці високотемпературного газового середовища, завдяки чому утворюється розвинена сумарна поверхня зовнішнього тепло і масообмін та істотно (до 10...100 мкм) зменшується розмір частинки, що визначає внутрішній обмін.

Сушіння протікає інтенсивно, тривалість процесу становить 5...30 с. При цьому температура продукту, навіть у зоні підвищених температур теплоносія, близька до температури адіабатичного випаровування чистої рідини. Мала тривалість сушіння і невисока температура розпорошених частинок забезпечують високу якість готового продукту без денатурації білка, збереження вітамінів тощо. До недоліків розпилювального сушіння відносять великі питомі габарити установок через низьку вологість вихідного сушильного агенту, особливо при температурах сушильного агенту 100...150°C.

Розпилювальна сушильна установка складається з розпилювального пристрою, сушильної камери, системи підготовки і подачі сушильного агенту, системи очищення відпрацьованого газу.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Сушильна установка фірми «Нема» (Німеччина) з нерухомою механічною форсункою і змішаними потоками (рис. 18.11) призначена для сушіння цільної крові та її компонентів. Вона складається з циліндричної сушильної вежі 6 з плоским дном і кришкою.

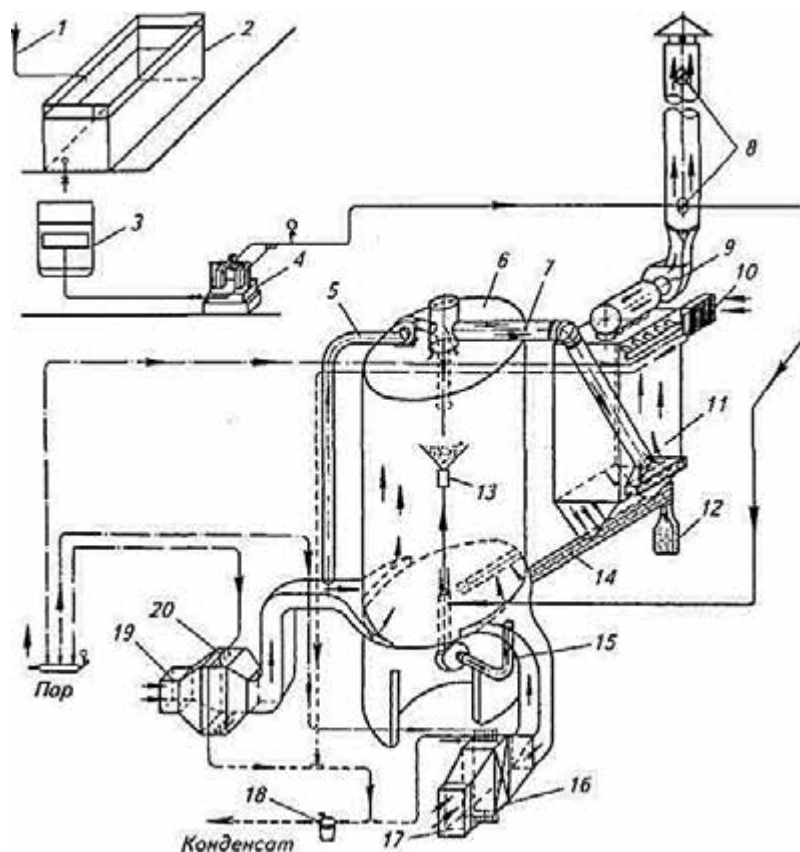


Рис. 18.11. Розпилювальна сушильна установка фірми «Нема» (Німеччина) з нерухомою форсункою: 1 – трубопровід для подачі крові; 2 – приймальний бак; 3 – розхідний бак; 4 – плунжерний насос; 5, 15 – повітроводи; 6 – сушильна башта; 7 – відвідний повітропровід; 8 – шибер; 9 – головний вентилятор; 10, 16, 20 – парові калорифери; 11 – повітряний фільтр; 12 – бункер для сухого продукту; 13 – форсунка; 14 – шнек; 17, 19 – фільтри; 18 – збірник конденсату

Кров з цеху по трубопроводу 1 надходить в приймальний бак 2 і з нього у розхідний бак 3 з поплавковим регулятором рівня. Далі плунжерним насосом 4 під тиском 6 МПа вона знизу підводиться до форсунки 13. Повітря через фільтри 17 і 19 надходить у парові калорифери 16 і 20 і потім вводиться в вежу через щілини в нижній частині її обичайки. Частина повітря для регулювання конусності факела розпорошеної рідини підводиться знизу і зверху вежі по повітроводам 5 і 15. Велика частина висушеного продукту осідає на дно, зсувається обертовими шкребками в щілину і потрапляє на шнек 14, який переміщає його в бункер 12.

Вологе повітря з частинками сухого продукту відсмоктується з центру даху вежі і повітропроводом 7 надходить у фільтр 11, де очищається у тканинних рукавах. Фільтр продувається повітрям, який нагрівається до 80°C у паровому

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

калорифері 10. Головний вентилятор 9 відсмоктує відпрацьоване повітря з установки, створюючи в ній незначне розрідження, і викидає його в атмосферу. Діаметр вежі 2,9 м, висота 4,4 м, тиск пари в калориферах 0,7 МПа, температура нагрітого повітря 140°C, а відпрацьованого – 55...60°C. Продуктивність установки по випаруваній волозі 70 кг/год при питомій витраті пари 4,3 кг/кг.

Установка з рухомими форсунками (рис. 18.12) дозволяє отримати більш рівномірне розпилення рідини. У циліндричній сушильній вежі 4 з плоским дном на опорній колонці 7 встановлена «люстра» з механічними розпилювальними форсунками 8, які приводяться в обертання приводом 13, що встановлений поза

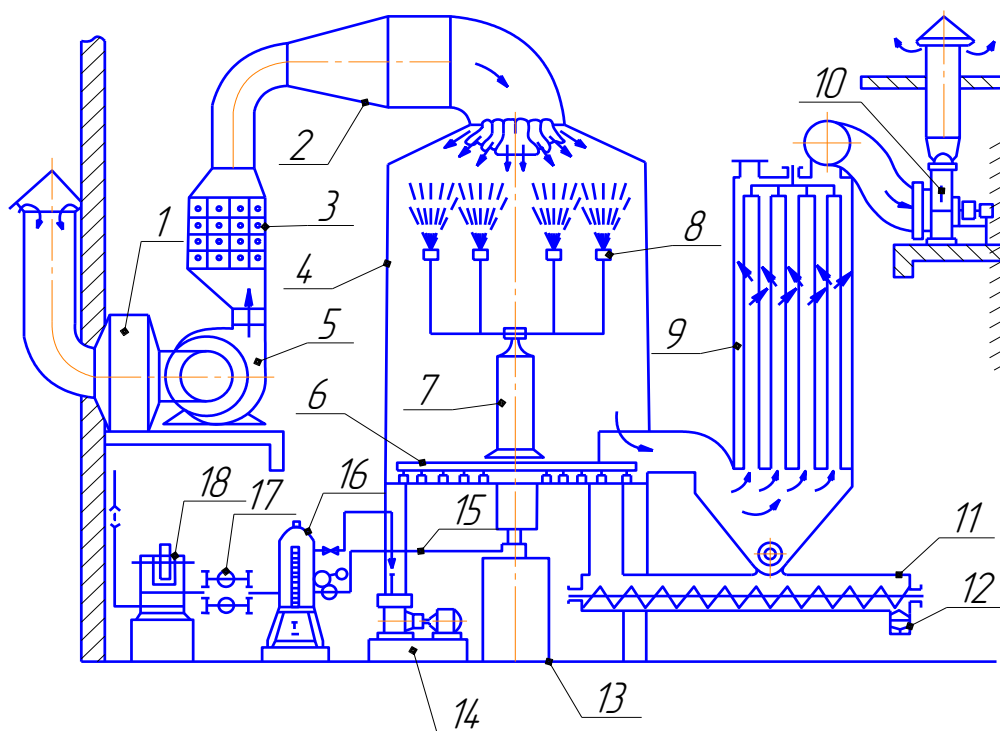


Рис. 18.12. Схема розпилювальної сушильної установки з рухомими форсунками:

- 1 – фільтр для очищення свіжого повітря; 2 – повітропровід для подачі нагрітого повітря; 3 – калорифер; 4 – сушильна башта; 5 – вентилятор для подачі свіжого повітря; 6 – шкребки; 7 – опорна колонка; 8 – розпилювальні форсунки; 9 – рукавний фільтр; 10 – вентилятор для відсмоктування вологого повітря; 11 – шнековий транспортер; 12 – вібралоток; 13 – привід обертання форсунок; 14 – компресор; 15 – трубка для подачі продукту; 16 – зрівноважувач тиску; 17 – фільтри; 18 – плунжерний насос

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Висушений продукт зчищається з днища обертовими шкребками 6 у люк, а потім надходить у шнековий транспортер 11. Вологе повітря відводять через щілину в нижній частині башти в рукавний тканинний фільтр 9, де відокремлюються віднесенні сухі частинки.

Внутрішній діаметр камери 2,9 м, висота 3,5 м. Продуктивність установки по випареній волозі при сушінні меланжу 50...70 кг/год, питома витрата пари на 1 кг випареної вологи 3,6...4 кг.

Прямоточна розпилювальна сушарка фірми «Ніро Атомайзер» (Данія) з дисковим розпиленням показана на рис. 18.13. Продукт з приймального бака 1 насосом 3 подають у розпилювальний диск 9, привід якого 10 встановлений на плоскому даху вежі. Привід забезпечений варіатором, що дозволяє змінювати частоту обертання диска від 150 до 400 с⁻¹. Розпилювальний диск – канального типу, з одноярусним розташуванням каналів.

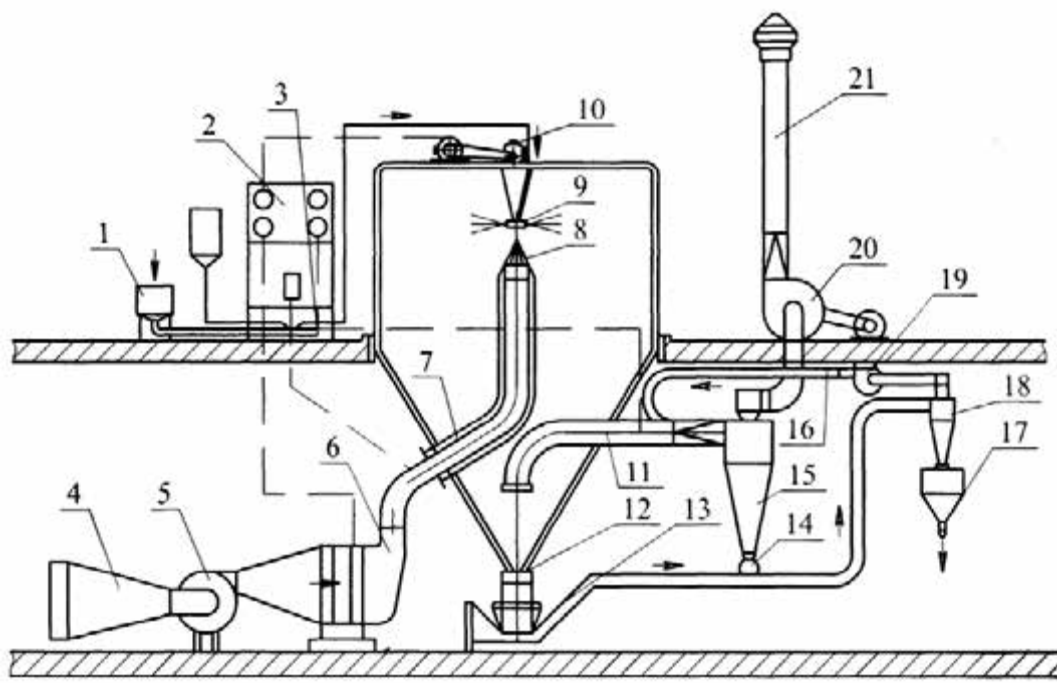


Рис. 18.13. Схема прямої розпилювальної сушарки фірми «Ніро Атомайзер» (Данія):

- 1 – приймальний бак, 2 – щит управління; 3 – продуктивний насос, 4 – фільтр; 5, 19, 20 – вентилятори; 6 – паровий калорифер; 7, 16 – повітроводи; 8 – повітророзпилювач; 9 – розпилювальний диск; 10 – привід розпилювального диска; 11 – всмоктувальний трубопровід; 12 – затвор; 13 – пневмотранспортер; 14 – шлюзовий затвор; 15, 18 – циклони, 17 – бункер для сухого продукту; 21 – вихлопний повітропровід

Повітря забирають через фільтр 4 вентилятором 5, нагрівають у паровому калорифері 6 до 140°C і по повітроводу 7 подають знизу в факел розпиленої рідини. Конічний повітророзподільник 8 складається з лопатей, зазор між якими можна регулювати.

Основна маса сухого продукту осідає на конічному дні вежі, кут нахилу якого більше кута природного укосу порошку. Тому порошок обсипається в затвор 12 і далі віддається пневмотранспортером 11. Відпрацьоване повітря

із залишками сухого порошку відводять по трубопроводу 11, очищають в циклоні 15 і видаляють в атмосферу вентилятором 20. З циклону сухий продукт зсипається в пневмотранспортер 13, потрапляє в кінцевий циклон 18 і з нього в бункер 17. Повітря з цього циклону по повітроводу 16 повертають у трубопровід 11. Кров попередньо згущують у вакуумному випарному апараті до вологості 65...67% і висушують до 6%. Продуктивність сушарки по випареній волозі 150 кг/год, питома витрата пари 2,2 кг.

Прямоточний розпилювальний сушильний апарат із пневматичним видаленням сухого продукту наведено на рис. 18.14.

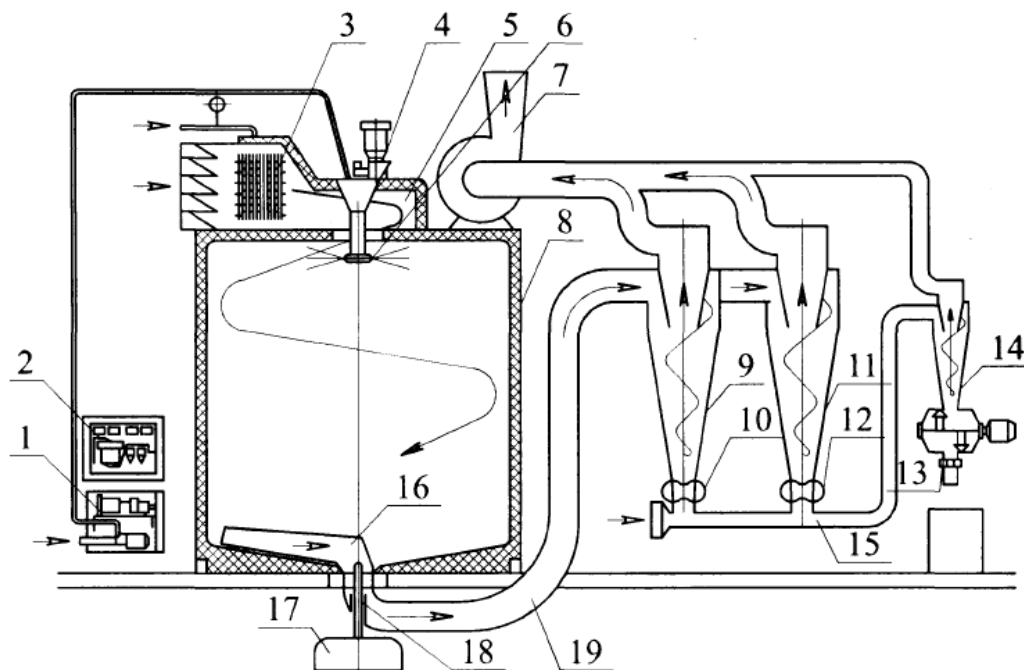


Рис. 18.14. Схема прямого розпилювального сушильного апарату з пневматичним видаленням сухого продукту: 1 – продуктивний насос; 2 – щит управління; 3 – калорифер; 4 – електромеханічний привод розпилювача; 5 – повітророзподільник; 6 – розпилювальний диск; 7 – витяжний вентилятор; 8 – сушильна башта; 9, 11, 14 – циклони; 10, 12, 13 – шлюзові затвори; 15 – пневмотранспортер; 16 – пневматичний скребок; 17 – привод шкребка; 18 – вал; 19 – трубопровід

Сушильна башта 8 має конусне дно з великим кутом конусності і плоский верх. Через отвір у центрі даху встановлено розпилювальний диск 6 з електромеханічним приводом 4. Продукт подають до розпилювального диску насосом 1. На даху під розпилювальним диском змонтований повітророзподільник 5, куди з калорифера 3 нагнітається повітря. У повітророзподільнику повітря закручується і попадає в зону розпилення продукту. Видаляють продукт пневматичним скребком 16, який є трикутним коробом, закріпленим у центрі башти на вихідному валу 18 приводу 17. Центральна частина коробка з'єднана з кільцевим колектором, який переходить у трубопровід 19 для відпрацьованого сушильного агента. Короб не має знизу стінки і, переміщуючись над дном, утворює невеликий зазор, через який

внаслідок розрідження, що створюється вентилятором 7, сухий порошок всмоктується в короб і по трубопроводу 19 транспортується в циклони 9 і 11, де відділяється від повітря. Потім по черзі з циклонів через шлюзові затвори 10 і 12 сухий порошок передається пневмотранспортером 15 в циклон 14 і з нього через шлюзовий затвор 13 в приймальну тару.

Основний недолік розпилювальних сушильних установок, окрім великих габаритів сушильних веж, – низьке насичення (10...30%) і висока температура (65...70°C) повітря, що виходить. Крім того, сухі фільтри і циклони не забезпечують повного очищення повітря, що виходить. Для зниження питомих витрат на випаровування вологи застосовують установки з повторним використанням відхідних газів в скрубєрі або установки з двоступінчастим процесом сушіння.

Сушіння проходить при температурі свіжого повітря 130°C. Сухий продукт осідає на дно вежі, а повітря температурою 80°C і вологістю 15% відводиться в скрубєр. Туди ж нагнітають нагрітий рідкий продукт, що розпилюється механічними форсунками і випарюється до вологості 72%. Випарений продукт подають у сушильну вежу. Відділене в циклонах повітря вентилятором подають в скрубєр, де відбувається його мокре очищення. Подібна схема дозволяє домогтися того, що питома витрата пари на випаровування 1 кг вологи досягає 1,35...1,40 кг.

Двоступенева установка складається з випарної та сушильної прямоточних камер з дисковим розпиленням рідини. На відміну від скрубєра у випарену камеру надходить не тільки відпрацьоване повітря з циклону, але і свіже, підігріте в калориферах. Повітря в калорифері нагрівають до 165...170°C, а температура повітря, що виходить від сушильної камери, дорівнює 102...105°C. Згущений продукт відокремлюють від повітря в «мокрому» циклоні і подають у вузол розпилення сушильної камери. Основна маса рідини збирається на дні посудини в каплезбірнику, де внаслідок охолодження стінок конденсується пара.

Цю установку можна використовувати для стерильного сушіння термолабільних розчинів. З цією метою встановлюють фільтри бактеріологічного очищення повітря, тепловий бар'єр за мокрим циклоном і камеру для стерильної упаковки сухого продукту.

18.3. Інженерні розрахунки сушильних установок

Основа для розрахунку установки – початкові дані, в які включають відомості про висушуваний матеріал і режими сушіння.

Початкові дані. Задають продуктивність установки по початковому продукту M (кг/год), початкову і кінцеву вологість і температуру продукту, його теплоємність, щільність або насипну масу, розміри шматків або часток. Встановлюють допустиму температуру сушіння, що не знижує якості готового продукту. Задають також спосіб сушіння, вид сушильного агенту, характер його циркуляції, спосіб нагріву сушильного агенту і висушуваного матеріалу, спосіб розміщення і транспортування матеріалу.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Параметрами, що визначають режим сушіння, служать властивості поступального і відпрацьованого сушильного агенту, його максимальна температура, швидкість і напрям руху, а також тривалість сушіння. Властивостями початкового продукту є вологість і теплоємність.

Вологість продукту визначають як відношення маси води в загальній масі матеріалу w (%) або до маси абсолютно сухого залишку матеріалу w_c (%):

$$w = (G_B/G) \cdot 100; w_c = (G_B/G_C) \cdot 100, \quad (18.1)$$

де G_B, G, G_C – маса води, вологого продукту і сухої речовини, кг.

Загальна маса вологого продукту (кг):

$$G = G_C + G_B = \frac{G_C(100+w_c)}{100} = \frac{G_B(100+w_c)}{w_c} \quad (18.2)$$

Маса (кг) води продукту:

$$G_B = G - G_C = \frac{G w_c}{100} = G w_c / (100 - w_c), \quad (18.3)$$

Маса (кг) сухої речовини:

$$G_C = G - G_B = G_B \frac{100}{w_c} = G \cdot \frac{100}{100+w_c}, \quad (18.4)$$

Теплоємність [Дж/(кг·К)] вологого матеріалу:

$$c_m = \frac{100c_c + c_B w_c}{100 - w_c}, \quad (18.5)$$

де c_c і c_B – теплоємність сухого залишку і води, Дж/(кг·К).

При використанні зовнішнього повітря як сушильного агенту приймають початкову температуру t_0 і відносну вологість ϕ_0 для зимового і літнього часу стосовно місця (район, місто і т.д.), де розташовуватиметься проектувана сушарка.

Відносна вологість повітря (%):

$$\phi = \left(\frac{\rho_n}{\rho_n'} \right) \cdot 100 = \left(\frac{\rho_n}{\rho_n'} \right) \cdot 100, \quad (18.6)$$

де ρ_n – концентрація пари ненасиченого вологого повітря, кг/м³; ρ_n – концентрація пари насиченого вологого повітря, кг/м³; $\frac{\rho_n'}{\rho_n}$ – відповідно парціальний тиск ненасиченої і насиченої пари при температурі суміші, Па.

Інша характеристика – вологовміст повітря, що дорівнює відношенню маси перегрітої водяної пари, що міститься у вологому повітрі, до 1 кг сухого повітря. Вологовміст позначають через x (кг/кг) або через d (г/кг):

$$d = 1000 \cdot G_n / G_B, \quad (18.7)$$

де G_n і G_B – маса пари (г) і повітря (кг).

Для пароповітряної суміші вологовміст (г/кг) можна визначати за формулою:

$$d = 0,622 p_n / (p_6 - p_n), \quad (18.8)$$

де p_n – парціальний тиск пари, Па; p_6 – барометричний тиск, Па.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Приведена теплоємність [Дж/(кг·К)], віднесена до 1кг сухого повітря:

$$c = c_{c.в.} + 1000dc_n, \quad (18.9)$$

де $c_{c.в.}$ і c_n – середня питома теплоємність сухого повітря і пари, Дж/(кг·К).

При температурі повітря $t_{п} < 200^{\circ}\text{C}$ можна прийняти $c_{c.в.} = 1004$ Дж/(кг·К), а при більш високих температурах слід враховувати залежність її від температури. Теплоємність пари приблизно дорівнює: $c_n = 1842$ Дж/(кг·К).

Теплофізичною характеристикою стану вологого газу служить ентальпія i , приведена до 1кг сухого повітря, Дж/кг:

$$i = i_{c.в.} + \frac{d}{1000} \cdot i_n = c_{c.в.} \cdot t + \frac{d}{1000} i_n, \quad (18.10)$$

де $i_{c.в.}$ – питома ентальпія сухого повітря, Дж/кг; i_n – питома ентальпія пари, що знаходиться в суміші при цьому парціальному тиску і температурі, Дж/кг.

У сушильних установках водяна пара пароповітряної суміші знаходиться в перегрітому стані і його питома ентальпія (Дж/кг):

$$i_n = 597 + 0,44t, \quad (18.11)$$

де t – температура пари, $^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок сушильної камери (вежі)

Першим етапом розрахунку сушильної установки є розрахунок сушильної камери. Незалежно від конструкції установки спочатку визначають кількість випареної вологи, баланс вологи і витрату повітря. Далі з урахуванням конструктивних особливостей апарату визначають його основні розміри і складають тепловий баланс.

Кількість випареної вологи для періодично і безперервно працюючих установок:

$$G_{в.в.} = G_1 - G_2, \quad (18.12)$$

де G_1 і G_2 – маса або масова витрата вологого і висушеного матеріалу, кг або кг/год.

Знаючи вологість матеріалу до w_1 , і після w_2 сушіння, можна визначити масу випареної вологи:

$$G_{в.в.} = G_1 \left[\frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} \right] = G_2 \left[\frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} \right]. \quad (18.13)$$

Баланс вологи в сушильній камері записують в наступному вигляді:

$$G_1 \cdot \frac{w_1}{100} + L \cdot \frac{d_1}{1000} = G_2 \left(\frac{w_2}{100} \right) + L \cdot \frac{d_2}{1000}, \quad (18.14)$$

де $G_1 \cdot (w_1/100)$ – маса або масова витрата вологи в сирому матеріалі, кг або кг/год; $L \cdot (d_1/1000)$ – маса або масова витрата вологи, що пішла з повітрям, кг або кг/год; L – маса або масова витрата абсолютно сухого повітря, кг або кг/год; d_1, d_2 – вологість вхідного і вихідного повітря, г/кг; $G_2 \cdot (w_2/100)$ – маса або

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

масова витрата вологи, що поступила з повітрям, кг або кг/год; $L \cdot (d_2/1000)$ – маса або масова витрата вологи в сухому матеріалі, кг або кг/год.

Звідси отримуємо масову витрату(кг/год) абсолютно сухого повітря:

$$L = [1000/(d_2 - d_1)] \cdot G_{\text{в.в.}}, \quad (18.15)$$

Відносна витрата абсолютно сухого повітря на 1 кг випареної вологи (кг/кг):

$$l = L/G_{\text{в.в.}} = 1000/(d_2 - d_1). \quad (18.16)$$

Враховуючи, що при нагріванні в калорифері вологість повітря не міняється, $d_2 = d_1$ отримуємо відносну витрату абсолютно сухого повітря (кг/кг):

$$l = 1000/(d_2 - d_0), \quad (18.17)$$

де d_0 – вологість повітря перед калорифером.

Орієнтовно розміри сушильної камери (довжина, висота і ширина) визначають з урахуванням способу сушіння, продуктивності, тривалості сушіння, способів організації потоків висушуваного матеріалу і сушильного агенту .

Тривалість сушіння знаходять по експериментальних кривих сушіння і швидкості сушіння, за довідковими даними або по величинах, отриманих з аналогічних процесів.

Розміри сушильної камери повинні забезпечити розміщення одноразової кількості висушуваного матеріалу, транспортних засобів (решіток, візків, конвеєрів та ін.), повітропроводів, що створюють рівномірну подачу сушильного агенту .

Тепловий баланс сушильної камери складають для статичного режиму, що встановився. Теплота $Q_{\text{под}}$ до камери подається сушильним агентом, нагрітим в калорифері до температури t_1 .

Теплота в камері витрачається на випаровування вологи з продукту, частково вона втрачається і виноситься з сушильним агентом, що виходить. Виходячи з цього, тепловий баланс, приведений до 1 кг випареної вологи, має вигляд:

$$c_1 \cdot l \cdot t_1 = i + \Sigma q + c_2 \cdot l \cdot t_2, \quad (18.18)$$

де c_1, c_2 – теплоємність вологого повітря на вході і виході з камери, Дж/(кг·К); t_1, t_2 – відповідні температури повітря, °С; i – питома ентальпія сухої насиченої пари на виході з сушильної камери, Дж/кг; q – втрати теплоти, Дж/кг.

З цього рівняння можна визначити необхідну температуру (°С) нагріву повітря в калорифері:

$$t_1 = \frac{c_2}{c_1} \cdot t_2 + \left[\frac{i + \Sigma q}{c_1 l} \right], \quad (18.19)$$

Втрати теплоти складаються з втрат в навколишнє середовище, на нагрівання вологого матеріалу і транспортних засобів.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Втрати в навколишнє середовище визначають по загальних методиках з урахуванням закономірностей теплопередачі через захисні конструкції (стіни, дно, дах камери).

Втрати теплоти (Дж/кг) на нагрівання висушуваного матеріалу:

$$q_M = \frac{c''_M G_2 t_2 - c'_M G_1 t_1}{G_{B.B.}}, \quad (18.20)$$

де G_1, G_2 – маса матеріалу на вході в камеру і на виході з неї, кг; t_1, t_2 – відповідні температури матеріалу, °С; c'_M, c''_M – відповідні теплоємності матеріалу, Дж/(кг·К).

Теплота (Дж/кг), яку необхідно надати повітрю в калорифері:

$$q = (c_1 \cdot t_1 - c_0 \cdot t_0)l,$$

Параметри вологого повітря в сушильній камері можна визначити з довідкових таблиць або по id – діаграмі.

Розрахунок контактних сушильних установок

При розрахунку контактних установок визначають їх продуктивність за вологим матеріалом, матеріальний і тепловий баланси, витрата пари на сушіння. При розрахунку вальцевих сушарок безперервної дії визначають і потужність приводу.

Розрахунок шафової сушарки. Продуктивність (кг/год) шафової сушарок періодично дії за вологим матеріалом:

$$M_B = \frac{G_1}{\tau_{\Pi}} = V_1 \cdot \frac{\rho_B}{\tau_c + \tau_{\Pi.3}}, \quad (18.21)$$

де G_1 – маса одноразового завантаження вологого матеріалу, кг; V_1 – об'єм цього матеріалу, м³; ρ_B – вологість вологого матеріалу, кг/м³; τ_{Π} – тривалість циклу сушіння, год; τ_c – тривалість процесу сушіння; $\tau_{\Pi.3}$ – тривалість підготовчо-заключних операцій (завантаження, вивантаження і т.д.), год.

Тривалість сушіння важко визначити аналітично, тому її знаходять з експериментально певної напруженості (випарної особливості) поверхні нагріву A по випареній волозі [кг/(м²·год)]:

$$A = \frac{G_{B.B.}}{F \cdot \tau_c}, \quad (18.22)$$

де F – площа теплопередавальної поверхні, м².

Напруженість у вакуумних шафових установках складає 1...2 кг/(м²·год).

Площу теплопередавальної поверхні розраховують з балансу вологи і теплоти при сушінні. Кількість вологи, що випарувалася, в сушарці (кг/год):

$$G_{B.B.} = G_1 \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2}, \quad (18.23)$$

де w_1 і w_2 – початкова і кінцева вологість матеріалу, %.

Витрата теплоти (Дж/кг) на нагрівання матеріалу і випаровування вологи:

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

$$Q = G_1 c_1 (t_2 - t_1) + r G_{\text{в.в.}}, \quad (18.24)$$

де c_1 – теплоємність вологого матеріалу, Дж/(кг·К); t_2 – температура матеріалу в процесі сушіння, °С; t_1 – початкова температура продукту, °С. Витрата пари (кг/год) на сушіння:

$$G_n = \frac{Q + \Sigma Q_{\text{вит}}}{(i_n - i_k)}, \quad (18.25)$$

де $\Sigma Q_{\text{вит}}$ – втрати тепла сушаркою, Дж; i_n, i_k – питома ентальпія пари і конденсату, Дж/кг.

Площу поверхні (м²) нагріву визначають з основного рівняння теплопередачі.

Загальну поверхню обігріву з конструктивних міркувань розділяють на n нагрівальних пластин і дек з продуктом. Далі компонують ці плити по висоті і периметру камери.

Розрахунок вальцевої сушарки. Продуктивність (кг/с) вальцевої сушарки за вологим матеріалом:

$$M_B = \varphi \cdot l \cdot b \cdot v_k \cdot \rho_1, \quad (18.26)$$

де φ – коефіцієнт корисного використання довжини вальця ($\varphi = 0,7 \dots 0,8$); l – довжина, яку утворюють вальці, м; b – товщина плівки матеріалу, м; v_k – колова швидкість барабана, м/с; ρ_1 – щільність вологого матеріалу, кг/м³. Колова швидкість (м/с):

$$v_k = \frac{\pi D}{\tau_c} \varphi_1, \quad (18.27)$$

де D – зовнішній діаметр вальця, м; τ_c – тривалість сушіння, с; φ_1 – коефіцієнт, що враховує частину кола вальця, на якому відбувається сушіння ($\varphi_1 = 0,75 \dots 0,8$).

Тривалість сушіння співпадає з одним оборотом вальця, тому частота обертання вальця (с⁻¹):

$$n = \tau_c^{-1} \quad (18.28)$$

Таким чином, продуктивність (кг/с) одновальцевої сушарки:

$$M = \varphi \cdot \varphi_1 \cdot \pi D l \cdot b \cdot \rho_1 \cdot n. \quad (18.29)$$

Тривалість сушіння визначають по експериментально отриманій напруженості поверхні нагріву [кг/(м²·год)]:

$$A = \frac{3600 G_{\text{в.в.}}}{F \tau_c}, \quad (18.30)$$

де F – площа поверхні нагріву, м².

$$F = \varphi \cdot \varphi_1 \cdot \pi D l. \quad (18.31)$$

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Напруженість поверхні нагріву для атмосферних вальцевих сушарок 60...30 кг/(м²·год), для вакуумних – 40...70 кг/(м²·год).

Матеріальний і тепловий баланс сушарок складають за приведеною вище методикою.

Потужність електродвигуна приводу (кВт) вальця витрачається на тертя в опорах і в приводному механізмі, а також на подолання опору шару сухого продукту, що знімається:

$$N_{e.d} = \frac{P \cdot l_n \cdot v_k (1 + \mu \cdot t \cdot g \cdot \alpha)}{1000}, \quad (18.32)$$

де P – сила відділення плівки сухого продукту, приведена до 1 м довжини ножа, Н/м, $P = (30...45) \cdot 10^2$; l_n – довжина ножа, м; v_k – колова швидкість на поверхні вальця, м/с; μ – коефіцієнт тертя ножа по поверхні вальця, $\mu = 0,8...0,85$; α – кут нахилу ножа, град.

Розрахунок конвективних сушильних установок

Методики розрахунку конвективних сушарок істотно залежать від конструкції апаратів.

Розрахунок шафових і тунельних сушарок. При розрахунку шафових і тунельних установок періодичної дії визначають продуктивність по вологому продукту, одноразове завантаження і габарити камери. Далі проводять матеріальний і тепловий розрахунки.

Продуктивність (кг/год) шафових і тунельних сушильних установок періодичної дії з вологого матеріалу визначають по загальній формулі (див. формулу (18.21)).

Тривалість сушіння знаходять з експериментальних кривих сушіння або швидкості сушіння, а також з досвіду експлуатації аналогічного обладнання. За дослідними даними знаходять і $\tau_{n.з.}$.

По продуктивності розраховують одноразове завантаження (кг) камери або тунелю:

$$G_1 = M_B / (\tau_c + \tau_{n.з.}). \quad (18.33)$$

Площу поверхні (м²) сирого продукту в сушарці знаходять по питомій нормі завантаження:

$$F = G_1 / g_3, \quad (18.34)$$

де g_3 – норма завантаження, кг/м².

Для сирієї щетини і волосся $g_3 = 1,35$ кг/м² при товщині шару 0,01 м, для органопрепаратів – 1 кг/м² при товщині шару 1,5 мм, для рогів і копит – до 50 кг/м². Шкури в камері розташовують вертикально, прикріплюючи затискачами до дерев'яних жердин, які укладають на металевих стелажах. Відстань між жердинами при сушінні шкур 0,2 м.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Кишки перед сушінням надувають повітрям і підвішують в камері на шнурках. Навішують кишки в три яруси. Тривалість (год) сушіння: кишок – 4...6, шкур – до 3, шерсті і волосся – 4...6, органопрепаратів – 3...4, рогів і копит – 6.

Після визначення геометричних розмірів камери знаходять об'єм випареної з продукту вологи, а потім складають матеріальний і тепловий баланси сушіння (див. формулу (19)). Після розрахунку температури нагріву повітря в калорифері вибирають форму організації процесу. Якщо визначена початкова температура повітря t_1 , менше за допустиму ($t_1 < t_d$), то можливий нормальний сушильний процес з повним підігріванням повітря в калорифері і викидом вологого повітря в атмосферу, з частковим попереднім і внутрішньокамерним підігріванням або з повним середньокамерним підігріванням. Якщо $t_1 > t_d$, то застосовують процес з рециркуляцією сушильного агента, що відпрацював. Закінчує розрахунок визначення витрати пари на підігрівання повітря в калорифері.

Розрахунок сушильних установок для сушіння дисперсних матеріалів в зваженому стані. При переході від сушіння в щільному шарі до сушіння в зваженому стані змінюється характер тепло- і масообміну між частками матеріалу і сушильним агентом. При розпушуванні шару сушильний агент дістає можливість контакту з кожною окремою часткою системи, при цьому зменшуються дифузійні і термічні опори на межі розділу фаз, завдяки чому підтримуються високі потенціали зовнішнього перенесення теплоти і маси. Усе це дозволяє скоротити тривалість сушіння, тобто перебування продуктів при високих температурах, що особливо важливо для збереження якості термолабільних матеріалів.

Зважений стан продуктів створюється, як відомо, шляхом пропускання повітря через шар продукту (псевдозрідження), вібрації продукту (віброзрідження) або комбінації цих методів.

Розрахунок сушильних установок з псевдозрідженням шаром. Важлива характеристика процесів сушіння в зваженому стані – швидкість витання частинок $v_{\text{вит}}$, залежно від якої визначають швидкість руху газового потоку v_r . Швидкість руху – це швидкість рівномірного падіння частки в нерухомому газі або повітрі. Якщо потік газу рухається вгору і $v_r < v_{\text{вит}}$, то частка падатиме вниз; якщо $v_r = v_{\text{вит}}$, то вона буде нерухома відносно стінок камери або труби; якщо $v_r > v_{\text{вит}}$, то частка підніматиметься вгору. У низхідному потоці швидкість частки рівна $v_r + v_{\text{вит}}$ і вона рухається вниз.

Швидкість руху можна визначити із критерію Рейнольдса:

$$Re_{\text{вит}} = v_{\text{вит}} \cdot d_{\text{ек}} / \nu, \quad (18.35)$$

де $v_{\text{вит}}$ – швидкість руху частинок, м/с; $d_{\text{ек}}$ – еквівалентний діаметр частинок, м; ν – кінематична в'язкість газу, м³/с.

Еквівалентний діаметр(м) для часток неправильної форми :

$$d_{ек} = 10^3 \sqrt[3]{\frac{G_q}{\pi z \rho_q}}, \quad (18.36)$$

де G_q – маса часток, кг; z – число часток в цій масі; ρ_q – густина часток, кг/м³.
Критерій знаходять через критерій Федорова:

$$Re_{вит} = A Fe^n \quad (18.37)$$

де A, n – постійні величини, визначені експериментально; Fe – критерій Федорова:

$$Fe = d_{ек}^3 \sqrt[3]{\frac{4}{3v^2} \left(\frac{\rho_q}{\rho_z} - 1 \right)}, \quad (18.38)$$

де ρ_z – густина газу, кг/м³.

Тоді швидкість руху (м/с):

$$v_{вит} = Re_{вит} \cdot v / d_{ек}. \quad (18.39)$$

Площа поверхні підтримувальних решіток (м²), через які підводиться повітря:

$$F_p = L / (3600 \cdot v_{вит} \cdot \rho_z), \quad (18.40)$$

де L – масова витрата сушильного агента, кг/год.

Масову витрату L визначають з балансу сушіння за приведеною вище методикою.

Коефіцієнт тепловіддачі в киплячому шарі знаходять з критеріальних залежностей:

при $30 < Fe < 100$

$$Nu = 0,013 Fe^{0,74} \cdot Re_{вит}^{0,65} (H_0 / d_{ек})^{-0,34}, \quad (18.41)$$

при $100 < Fe < 200$

$$Nu = 0,241 Fe^{0,6} \cdot Re_{вит}^{0,65} (H_0 / d_{ек})^{-0,34}, \quad (18.42)$$

де H_0 – висота нерухомого шару продукту, м. Звідси коефіцієнт тепловіддачі Вт/(м²·К):

$$\alpha = Nu \lambda / d_{ек}. \quad (18.43)$$

Масу продукту (кг), що одночасно знаходиться в апараті, розраховують по рівнянню теплообміну:

$$G_n = Q \cdot \rho_q \cdot d_{ек} / (6\alpha \cdot \Delta t), \quad (18.44)$$

де Q – витрата теплоти, що йде на випаровування вологи і нагрів матеріалу, Дж/с; ρ_q – середній еквівалентний розмір часток, м; Δt – середньологарифмічна різниця температур, К.

Тоді висота(м) нерухомого шару продукту:

$$H_0 = G_n / (F_p \cdot \rho_{нас}), \quad (18.45)$$

де $\rho_{нас}$ – насипна густина продукту, кг/м³.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

В результаті віброзрідження відбувається розпушування шару матеріалу і зменшується його гідравлічний опір. Тому швидкість і витрату повітря вибирають за умовами сушіння.

Розрахунок сушильних установок з інертними носіями

При розрахунку сушіння рідких матеріалів, розпилених на інертні носії, які знаходяться в стані виброзрідження, визначають об'єм і масу матеріалу, який знаходиться на одній гранулі носія. Якщо носії мають форму куба із стороною $l_{гр}$ (м), а товщина шару матеріалу на поверхнях куба h_m (м):

$$g_i = \rho_m V_i = (l_m^3 - l_{гр}^3) \rho_m, \quad (18.46)$$

де ρ_m – густина сирого матеріалу, кг/м³; V_i – об'єм напиленого матеріалу, м³; $l_m = l_{гр} + 2h_m$ – довжина сторони куба з урахуванням товщини шару вологого матеріалу.

Якщо частки носія мають неправильну форму, то маса (кг) вологого матеріалу, напиленого на одній гранулі:

$$g_i = \left(\frac{\pi}{6}\right) (d_m^3 - d_{ек}^3) \rho_m, \quad (18.47)$$

де $d_{ек}$ – еквівалентний діаметр часток, м.

$$d_m = d_{ек} + 2h_m. \quad (18.48)$$

де d_m – еквівалентний діаметр часток з урахуванням товщини шару вологого матеріалу, м.

При заданій продуктивності по випареній волозі визначають необхідну для проведення процесу теплоту Q (Дж/год) і масову витрату сушильного агенту L (кг/год).

Швидкість руху часток під дією струменя сушильного агенту визначають через критерій Re_{sum} по еквівалентному діаметру.

Площу підтримувальних решіток визначають за значенням швидкості сушильного агенту $v_2 < v_{вит}$ з урахуванням накладення вібраційних дій. Параметри вібрацій визначають на підставі експериментальних даних.

Коефіцієнти тепловіддачі знаходять з критерію Nu і далі розраховують сумарну площу поверхні теплообміну (м²):

$$F = Q / (\alpha \cdot \Delta t), \quad (18.49)$$

де Q – теплота, що витрачається на випаровування води і нагрів висушуваного матеріалу, Дж; Δt – середньологарифмічна температура, К.

З іншого боку, площа поверхні теплообміну (м²):

$$F = \Sigma F_i = 6 \cdot l_m^2 \cdot z \quad (18.50)$$

де z – число часток матеріалу.

$$z = \frac{Q}{6\alpha \cdot \Delta t \cdot d_m^2}. \quad (18.51)$$

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Тоді маса одноразово завантаження сирого матеріалу(кг):

$$G_1 = z g_i = \frac{(l_m^3 - l_{zp}^3) \rho_m Q}{(6\alpha \Delta t \cdot d_m^2)}. \quad (18.52)$$

По приведених вище формулах далі визначають тривалість сушіння.

Розрахунок пневматичної сушарки

При пневматичному сушінні продукт рухається в трубі у висхідному потоці сушильного агенту. Щоб це стало можливим, швидкість руху сушильного агенту v має бути більше швидкості витання часток продукту $v_{\text{вит}}$. На практиці приймають, що $v_s = (1,25 \dots 1,5) v_{\text{вит}}$.

Залежно від розміру і щільності часток швидкість газу вибирають в межах від 10 до 40 м/с. Доцільно рівномірно подрібнювати матеріал до часток розміром 8...10 мм, підтримувати початкову температуру газів 500...550⁰С, концентрацію 0,5...1,5 кг матеріалу на 1 кг газу.

При розрахунку пневматичних сушарок окрім складання балансів вологи і теплоти по заданій продуктивності і параметрам висушуваного матеріалу визначають довжину і діаметр труби. За методикою І.М. Федорова, за основу беруть рівняння теплообміну між матеріалом і газом:

$$Q_1 = \alpha \cdot F \cdot \tau_c \cdot \Delta t, \quad (18.53)$$

де Q_1 – теплота, що витрачається на нагрівання матеріалу і випаровування вологи, Дж; α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К); F – площа зовнішньої поверхні часток, м²; τ_c – тривалість сушіння, с; Δt – середня різниця температур між газом і матеріалом, К.

$$F = \pi d_{\text{ек}}^2 \cdot z = 6G \cdot \frac{z}{d_{\text{ек}} \cdot \rho}, \quad (18.54)$$

де G – маса часток, кг; z – число часток в масі G ; $d_{\text{ек}}$ – еквівалентний діаметр часток, м; ρ – густина матеріалу часток, кг/м³.

$$z = \frac{6G}{\pi d_{\text{ек}} \cdot \rho}. \quad (18.55)$$

Коефіцієнт тепловіддачі α визначають з критеріального рівняння:

$$Nu = 0,83 Fe^{0,74} = 0,87 Ar^{0,24}, \quad (18.56)$$

де Ar – критерій Архімеда:

$$Ar = \frac{d_{\text{ек}}(\rho_m - \rho_g)g}{v^2 \rho_g}. \quad (18.57)$$

Тоді:

$$\alpha = \frac{Nu \lambda}{d_{\text{ек}}}, \quad (18.58)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт/(м·К).

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Визначивши F і α , з теплового балансу знаходять тривалість сушіння (год):

$$\tau_c = 3600 \cdot \frac{Q_1}{\alpha \cdot F \cdot \Delta t}, \quad (18.59)$$

де Δt – середньологарифмічна різниця температур, К.

Прийнявши $v_r = \varphi v_{\text{вит}}$ (де $\varphi = 1,25 \dots 1,5$), знаходять довжину (м) ділянки труби, де відбувається сушіння (з висхідним потоком):

$$l = \tau_c (v_2 - v_{\text{вум}}). \quad (18.60)$$

Загальна довжина труби(м):

$$l_m = l + l_p,$$

де $l_p = 0,5 v_1 d_{\text{ек}}$ – довжина ділянки розгону частинок, м.

Діаметр (м) труби сушарки:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot v_2}}. \quad (18.61)$$

де V – об'ємна витрата газу, м³/с.

Розрахунок розпилювальних сушарок

Об'єм сушильної камери V в наближених розрахунках визначають по дослідних значеннях A [кг/(м³·год)] – навантаженню одиниці об'єму камери по випарній волозі:

$$A = G_{\text{н.в}} / (V \cdot \tau), \quad (18.62)$$

Значення A залежить від температури сушильного агенту і виду продуктів. Так, при сушінні крові при $t_1 = 130^\circ\text{C}$ $A = 3 \dots 3,5$; при $t_1 = 180$, $A = 5 \dots 6$; при $t_1 = 200 \dots 250^\circ\text{C}$ $A = 10 \dots 12$; при $t_1 = 300 \dots 350^\circ\text{C}$ $A = 15$.

За методикою М.В. Ликова, об'єм камери (м³):

$$V = \frac{Q_1}{\alpha_v \cdot \Delta t}, \quad (18.63)$$

де Q_1 – витрата теплоти, що йде на нагрівання продукту і випаровування вологи, Дж/с; α_v – об'ємний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м³·К); Δt – середня логарифмічна різниця температур для періодів постійної і падаючої швидкості сушіння, К.

Для випадку прямо потоку:

$$\alpha_v = 2,56 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\lambda G_c}{\rho_{\text{с.н}} \cdot F} \left(\frac{1}{d} \right)^{1,6} \cdot \left(\frac{1}{v_{\text{вум}} + v_2} \right)^{0,8}, \quad (18.64)$$

де λ – теплопровідність газу при його середній температурі, Вт/(м·К); G_c – продуктивність по сухому продукту, кг/год; $\rho_{\text{с.н}}$ – густина сухого продукту, кг/м³; F – площа поперечного перерізу камери, м²; d – середній об'ємно-поверхневий розмір часток, м; $v_{\text{вит}}$ – швидкість витання часток, м/с; v_r – швидкість газу в камері, м/с. При протитечійному русі останній член рівняння приймають рівним $[1/(v_{\text{вит}} - v_2)]^{0,8}$.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

Діаметр вежі (м) при дисковому розпиленні:

$$D = 2,25 \cdot S$$

де S – дальність польоту часток, м.

Дальність польоту (м) розраховують по формулі Г.А. Кук:

$$S = \left(\frac{8}{3}\right) \cdot \left(\frac{r}{\phi}\right) \cdot \left(\frac{\rho_q}{\rho_e}\right) \cdot \ln\left(\frac{v_n}{v_k}\right). \quad (18.64)$$

де ϕ – коефіцієнт опору; ρ_q – густина вологого матеріалу, кг/м³; ρ_e – густина сушильного агента, кг/м³; v_n, v_k – початкова і кінцева швидкості часток, м/с.

При $Re < 2$ (ламінальний режим):

$$\phi = 24/Re, \quad (18.66)$$

при $Re < 1000$ (перехідний режим):

$$\phi = 18,5/Re^{0,6}, \quad (18.67)$$

при $Re > 1000$ (турбулентний режим): $\phi = 0,44$.

У цих формулах:

$$Re = v_q \cdot d/\nu \quad (18.68)$$

де v_q – швидкість польоту часток, м/с; d – діаметр частинок, м; ν – кінематична в'язкість повітря, м²/с.

Початкову швидкість для дисків з радіальними каналами знаходять по формулі А.М. Ластовцева:

$$v_n = \left(\frac{\omega^{0,8} R^{0,4}}{A^{0,4}}\right) \cdot \left[1 - \frac{0,35}{A^{0,92} \cdot \omega^{0,42} \cdot R^{1,48}}\right]^{0,4}. \quad (18.69)$$

де ω – кутова швидкість обертання, с⁻¹; R – зовнішній радіус диска, м.

Для круглих каналів:

$$A = 0,9 \cdot r^{0,35} \cdot v^{0,25} \cdot z^{0,8} \cdot G_p^{-0,8}, \quad (18.70)$$

для прямокутних каналів:

$$A = 0,105 \cdot b^{0,35} \cdot v^{0,25} \cdot z^{0,8} \cdot G_p^{-0,8}, \quad (18.71)$$

де r, b – радіус і висота каналу, м; v – кінематична в'язкість рідини, м²/с; z – число каналів; G_p – об'ємна витрата рідини, м³/с.

Активна висота камери (м) при дисковому розпиленні $H = (1,1...1,25)D$, при форсунковому $H = (1,5...2,5)D$.

Продуктивність форсунки (м³/с) з механічним розпиленням:

$$M_\phi = \mu \cdot F \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_p}}, \quad (18.72)$$

де $\mu < 1$ – коефіцієнт витрати; F – площа вихідного отвору, м²; Δp – тиск, Па; ρ_p – густина рідини, кг/м³.

При розпиленні малов'язких рідин механічною форсункою діаметр крапель розраховують за формулою (м):

$$d = \frac{k \cdot 8 \cdot \sigma \cdot g}{(\rho_g \cdot v_n)}, \quad (18.73)$$

де k – коефіцієнт, залежний від властивостей рідини; σ – поверхневий натяг продукту, Н/м; ρ_g – густина газу, кг/м³; v_n – швидкість продукту при виході з сопла, м/с.

Потужність (кВт), необхідна для розпилювання матеріалу в механічній форсунці:

$$N = \frac{M_\phi p}{1000 \cdot \eta}. \quad (18.74)$$

де M_ϕ – продуктивність форсунки за вологим матеріалом, м³/с; p – тиск, що створюється насосом, Па; η – ККД насоса.

Продуктивність (м³/с) дискового розпилювача:

$$M_\phi = 8,5 \cdot 10^{-4} \cdot \omega (f \cdot z)^{0,4} \sqrt{R_2^2 - R_1^2}, \quad (18.75)$$

де ω – кутова швидкість обертання диска, м²; z – число каналів; R_2, R_1 – зовнішній і внутрішній радіуси каналів диска, м.

Середній діаметр (мм) крапель при дисковому розпиленні:

$$d = \frac{5,2}{n} \sqrt{\frac{\sigma}{R_2 \cdot \rho_p}}, \quad (18.76)$$

де n – частота обертання диска, с⁻¹; σ – поверхневий натяг матеріалу, Н/м; R_2 – зовнішній радіус диска, м.

Потужність (кВт) електродвигуна до дискового розпилювача:

$$N_{ed} = 1,095 M_\phi \cdot n^2 \cdot (R_2^2 - R_1^2) \cdot \eta_{np}^{-1} \quad (18.77)$$

де η_{np} – ККД приводу диска.

Швидкість руху (м/с) повітря в камері можна приблизно визначити з рівняння:

$$v_{нов} = \frac{4\alpha}{\pi D^2}. \quad (18.78)$$

де α – об'ємна витрата повітря, необхідного для сушіння продукту, м³/с; D – діаметр камери, м. Значення α знаходять з балансів вологи і теплоти.

18.4. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Які типи сушарок використовуються в м'ясній промисловості.
2. Опишіть будову та принцип роботи двовальцевої атмосферної сушарки. Який вид теплопідведення в ній використаний?
3. Для яких продуктів застосовують шнекові сушарки? Через які поверхні в сушарці підводиться теплота?
4. Опишіть конструкцію дискової сушарки для шкварок.

Розділ 18. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

5. Які конструкції конвективних сушильних установок використовують в м'ясній промисловості?
6. Як влаштована стрічкова конвективна сушарка з багатозонною системою підведення сушильного агенту ?
7. Які види продуктів сушать в пневматичній сушарці? З яких вузлів вона складається?
8. Який механізм сушіння в розпилювальних сушарках?
9. Перерахуйте основні види пристроїв для розпилення, що використовуються в розпилювальних сушарках.
10. Опишіть конструкцію сушильних установок з форсунками для розпилення продуктів.
11. Які способи застосовують для видалення сухого продукту з сушильної вежі?
12. Як визначити баланс вологи при сушінні матеріалів і витрату сухого повітря?
13. Як розрахувати продуктивність шафової або тунельної конвективної сушарки?
14. Як визначити коефіцієнт тепловіддачі в киплячому шарі продукту?
15. Який порядок розрахунку пневматичних сушарок?
16. Як визначати об'єм і розміри сушильної камери в розпилювальних сушильних установках?
17. Який порядок розрахунку продуктивності і потужності приводу дискового розпилювача?

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

19.1. Обладнання для охолодження

Охолодження м'яса та м'ясопродуктів в повітрі можна здійснити як одностадійним способом (при постійному режимі протягом всього процесу охолодження 30...36 год при температурі повітря близько 0°C, відносної його вологості 87...97% і швидкості його руху 0,15...0,25 м/с), так і двох та тристадійним способами, коли кожна стадія процесу відрізняється за параметрами теплопровідного середовища (на першій стадії процесу температура охолоджуючого повітря не нижче –8°C при створенні швидкості його руху 1,0...2,0 м/с при тривалості процесу охолодження 7...10 год).

Технологія заморожування м'яса передбачає два способи: двофазний, коли заморожується попередньо охолоджене м'ясо, і однофазний, коли заморожується тепле, не остигле м'ясо. В апаратах інтенсивного заморожування температура повітря підтримується –30...–40°C при швидкості його руху близько напівтуші 2,0...3,0 м/с. Тривалість заморожування в таких умовах становить 16...24 год, при усушці – 1,5%.

Камери охолодження (рис. 19.1) з поперечним рухом повітря або з дуттям повітря зверху вниз призначені для охолодження м'яса і можуть бути циклічного (періодичного) або безперервної дії. Місткість камер циклічної дії розраховують не більше ніж на півзмінну продуктивність цеху первинної переробки худоби, а безперервного – на зміну продуктивність. Камера охолодження з поперечним рухом повітря (рис. 19.1, а) складається з повітроохолоджувача 7, перегородок 2, охолоджуваних напівтуш м'яса 3, переміщуваних за допомогою підвісного конвеєра 4 (стрілки показують напрямки руху повітря).

Камера охолодження з дуттям повітря зверху вниз (рис. 19.1, б) включає в себе повітроохолоджувач 7, вентилятор 2, умовна стеля 4 і охолоджувані туші 5, переміщувані за допомогою підвісного конвеєра 3.

На підвісних шляхах камер охолодження м'ясо завантажують за допомогою конвеєра або вручну, одночасно сортуючи його за категоріями вгодованості і масі. Розміщують туші з інтервалами на рамах в 30...50 мм. На ділянці підвісного шляху довжиною 1 м розміщують 2...3 яловичих або 3...4 свинячих напівтуші. Великі туші розміщують в зоні з найбільш низькою температурою і найбільш інтенсивним рухом повітря.

Охолодження м'яса в напівтушах 1 і тушах здійснюють у приміщеннях камерного типу або тунелях, обладнаних підвісними пристроями 2, компресорно-конденсаторними агрегатами 3 і системами розподілу повітря 4 (рис. 19.2). Камери охолодження являють собою теплоізовані приміщення 5 місткістю 15...45 т. Останнім часом камери проектують шириною не більше 6,0 м і довжиною 30,0 м. Розподіл повітря у вантажному обсязі камери охолодження здійснюють: через нагнітальні і всмоктувальні канали; безканалними (струминними) системами з подачею повітря в простір між стелею і каркасом

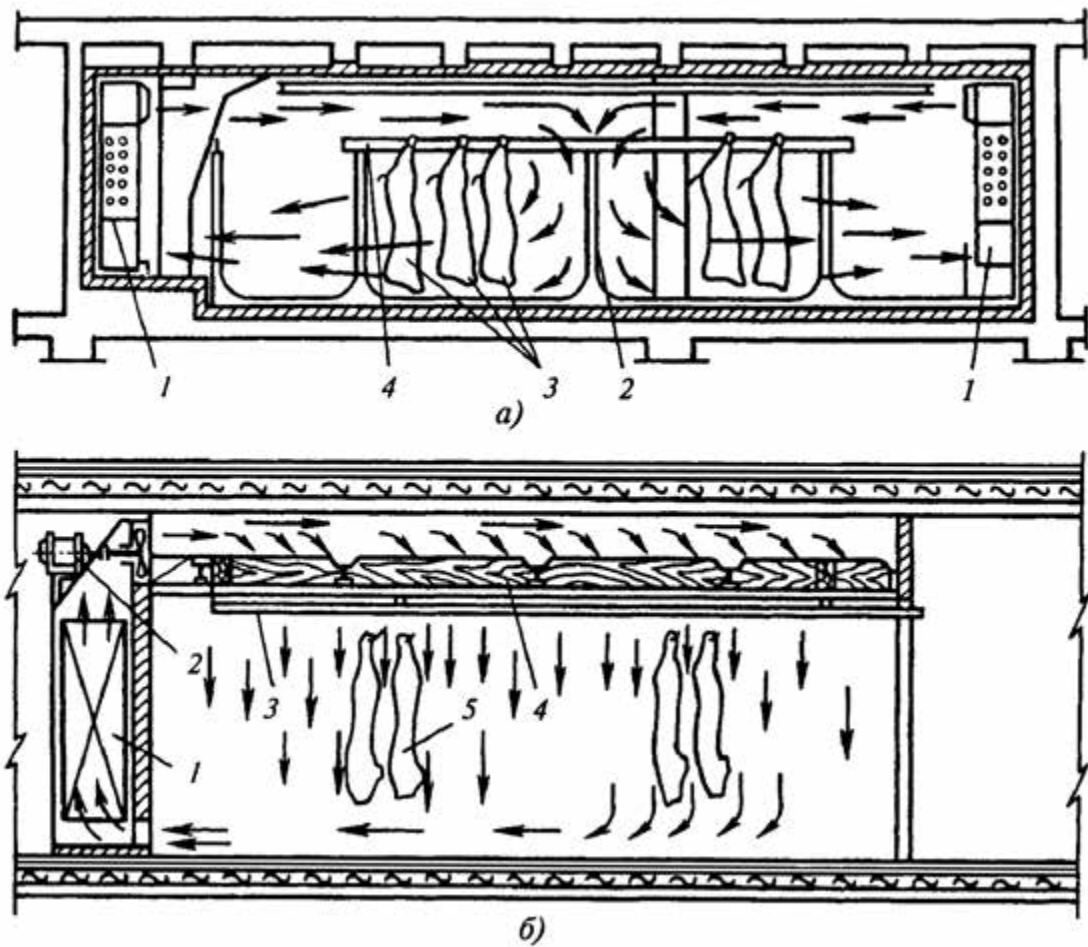


Рис. 19.1. Схема камер для охолодження м'яса: а – з поперечним рухом повітря; б – з дуттям повітря зверху вниз

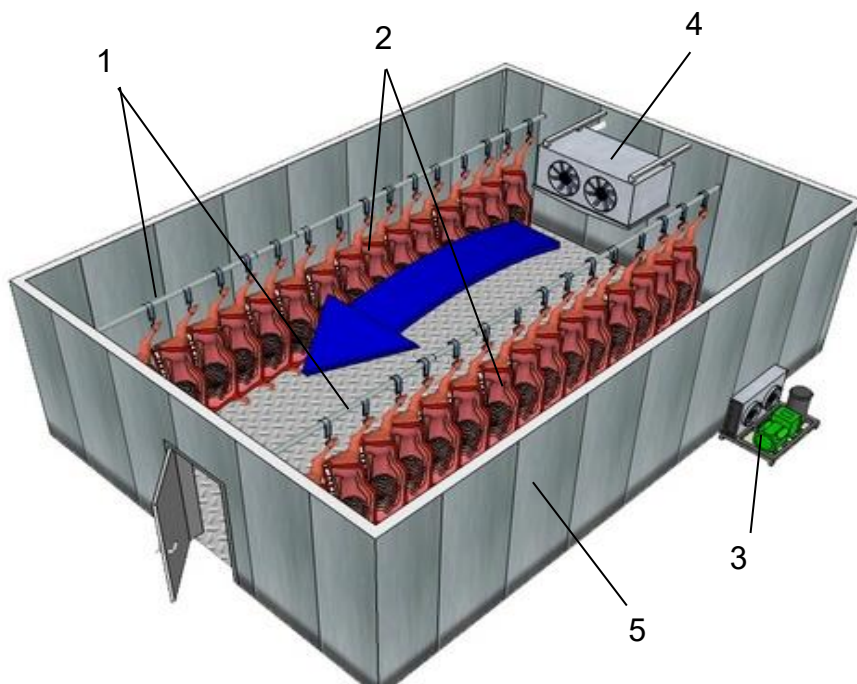


Рис. 19.2. Будова холодильної камери

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

підвісних шляхів; тунельними системами з продування повітря уздовж або поперек підвісних шляхів камери; через щілини умовної стелі з дуттям повітря зверху вниз; вентиляванням вантажного об'єму камери стельовими повітроохолоджувачами; із сопел міжшляхових повітроводів, розташованих над напівтушами (метод повітряного душення).

Жир охолоджують після очищення перед фасуванням та пакуванням для створення необхідної консистенції і збереження якості. При фасуванні у велику тару (бочки) охолоджують яловичий і баранячий жир до 40°C, свинячий та кістковий – до 35°C. При пакуванні у дрібну тару масою 250...500 г жир охолоджують до 18...21°C.

Для охолодження жиру використовують апарати періодичної дії (котли з охолоджувальною сорочкою і мішалкою) та безперервної дії (циліндричні і пластинчасті).

Котли місткістю до 1 м³ мають вертикальну камеру, яка забезпечена охолоджуючою сорочкою та конічним дном. Холодоносієм служить холодна вода. Для інтенсифікації процесу охолодження котли комплектуються якірною лопатевою або планетарною мішалкою. Охолоджений жир зливають з котла через трубу в центрі конічного днища. Котли – малоінтенсивні апарати, в яких через малу поверхню теплопередачі охолодження продукту протікає повільно, а через контакт з повітрям жир окислюється. Таке обладнання не використовують у потокових лініях.

У циліндричних апаратах безперервної дії застосовують метод тонкошарового охолодження при протитечійному русі холодоносія або холодоагенту і продукту. Охолоджувач жиру Д5-ФОЖ (рис. 19.3), призначений для охолодження свинячого і яловичого жиру, відноситься до таких апаратів.

Він складається з трьох робочих циліндрів 1, 6 та 10, до торців яких приварені фланці. На зовнішній поверхні циліндрів кріпиться металева V-подібна спіраль 15, в яку встановлена гумова стрічка 16. До торців циліндрів болтами пригвинчена передня 8 і задня 18 стінки. Зовні циліндри закриті кожухами 17, які болтами прикріплені до передньої і задньої стінок. Кожухи і стінки герметизують гумовими прокладками. Гумові стрічки, стикаючись із кожухами, утворюють спіральні канали для води. Вода надходить через вентиль 12 в сорочку верхнього циліндра і далі по перехідних гумових патрубках перетікає в середній і нижній, а потім виводиться з апарату.

В середині циліндрів встановлені барабани-витискувачі 3, на поверхні яких на осях поздовжньо закріплені лопаті пристрою перемішування. Лопаті відцентровими силами притискаються до внутрішньої поверхні робочих циліндрів, зчищаючи охолоджений жир. Витискувач має в передній частині цапфу підшипника, а в задній – втулку. Цапфа обертається у втулці кришки 4, яка прикріплена до передньої стінки циліндра і ущільнена гумовою кільцевою прокладкою 2. Втулку витискувача встановлюють на приводний вал 20, який обертається в трьох підшипниках кочення 19.

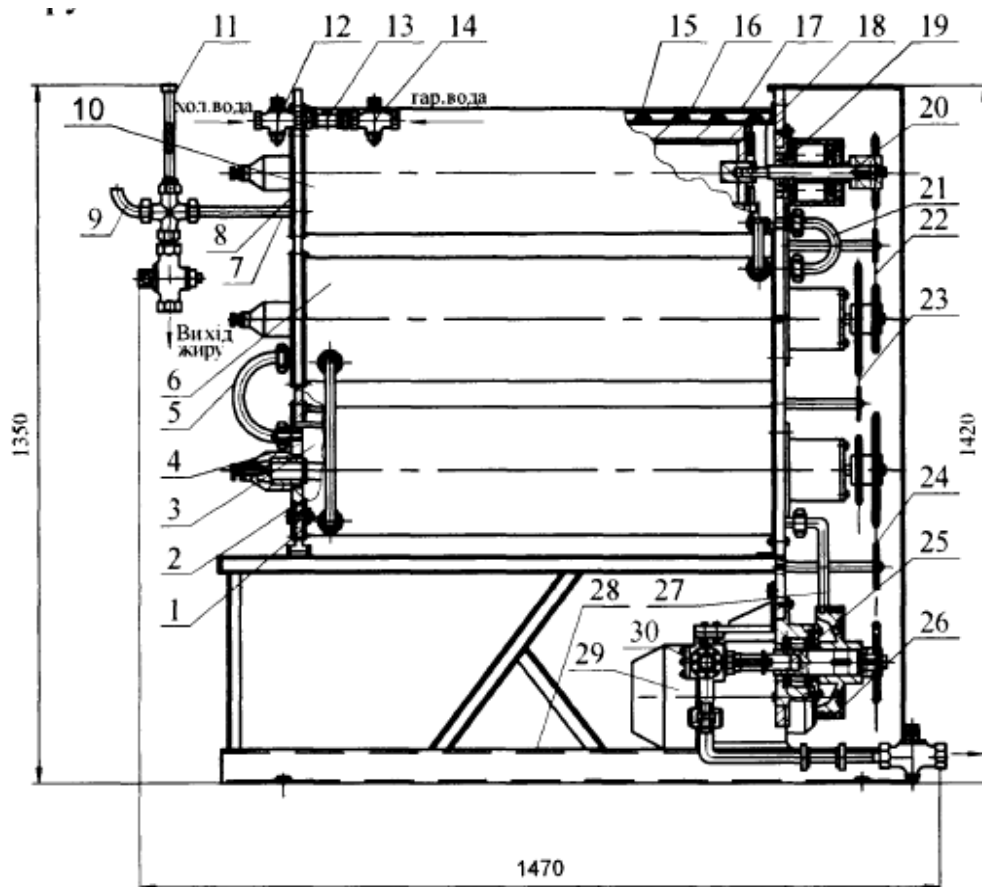


Рис. 19.3. Охолоджувач жиру Д5-ФОЖ: 1, 6, 10 – робочі циліндри; 2 – прокладка; 3 – барабан-витискувач; 4 – кришка; 5, 21 – перехідні патрубки; 7 – вихідний патрубок; 8, 18 – передня і задня стінки циліндра; 9 – патрубок для повернення жиру; 11 – термометр; 12, 14 – вентилі для холодної та гарячої води; 13 – трійник; 15 – металева спіраль; 16 – гумова стрічка; 17 – кожух; 19 – підшипник; 20 – приводний вал; 22, 23, 24 – ланцюгові передачі; 25 – проміжний вал; 26 – клинопасова передача; 27 – нагнітальна труба; 28 – станина; 29 – електродвигун; 30 – насос

Робочі циліндри кріпляться на станині 28, на якій в нижній частині встановлений електродвигун 29 і шестеренчастий насос 30 для подачі жиру. Насос приводиться в обертання через клинопасову передачу 26 і проміжний вал 25, який з'єднаний з валом пасової передачі. Жир надходить по трубі в насос, з нього нагнітається по трубі 27 в нижній циліндр і далі по перехідних патрубках 5 і 21 – у середній та верхній (охолодження здійснюється в режимі протитечії).

Витискувачі циліндрів 4, 6, 8 (рис. 19.4) приводяться в рух від веденого валу клинопасової передачі 11 послідовно через ланцюгові передачі 9, 7 і 5, забезпечуючи частоту обертання витискувачів: верхнього 360 об/хв, середнього 480 об/хв і нижнього 630 об/хв. Потужність електродвигуна 1,5 кВт. Загальна площа теплопередачі апарата 1,2 м², температура охолоджуючої води 10 °С, її витрата 1,5 м³/год, що дає можливість охолоджувати яловичий жир до 42 °С, свинячий до 35 °С від початкової температури 76 °С. Продуктивність охолоджувача Д5-ФОЖ становить 1350 кг/год по свинячому жиру і 1500 кг/год по яловичому.

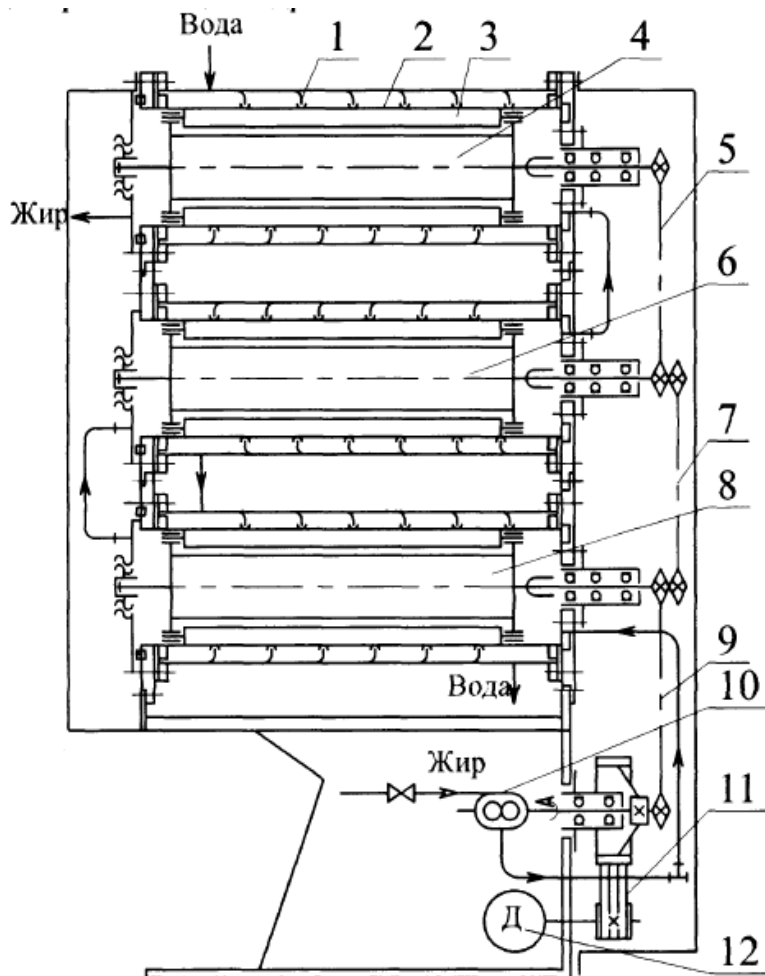


Рис. 19.4. Кінематична схема охолоджувача жиру Д5-ФОЖ: 1 – гумова стрічка; 2 – циліндр; 3 – лопать; 4, 6, 8 – витискувачі; 5, 7, 9 – ланцюгові передачі; 10 – шестеренчастий насос; 11 – клинопасова передача; 12 – електродвигун

Перед початком роботи охолоджувача потрібно зняти кришки, вийняти витискувачі, змастити циліндр охолодження жиром, а потім зібрати його. Рециркуляційний і підвідний трубопроводи приєднують до відгалуження випускного і всмоктувального патрубків. Відкривають кран гарячої води і подають воду в сорочку. Вмикають електродвигун. Відкривають повітряний кран на кришці верхнього циліндра, а при появі з нього жиру – закривають. Потім перекривають гарячу воду і подають в сорочки холодоносії. Подачу холодоносія або жиру регулюють таким чином, щоб при охолодженні свинячого жиру термометр показував температуру 38...40°C, а яловичого 46...48°C.

По закінченні роботи охолоджувача жиру перекривають крани подачі холодоносія, а також крани на підвідному трубопроводі і всмоктувальному патрубку; подають жир на циркуляцію протягом 2...3 хв; відключають охолоджувач від електромережі; відкривають кран на зливному відводі нагнітального патрубка і подають жир з охолоджувача в підставлену місткість. Відразу після відкриття крана на зливному відводі відкривають повітряний кран на кришці верхнього циліндра.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

У процесі експлуатації потрібно періодично перевіряти натяг ланцюгів у ланцюгових передачах і пасів клинопасової передачі; по мірі притуплення ножів потрібно їх перезаточувати; охолоджуючі сорочки потрібно очищувати один раз на шість місяців; слідкувати за температурою підшипників, яка не повинна перевищувати 15...20°C; контролювати стан сальникової набивки насоса, приймаючи своєчасні заходи по підтягуванню, а в разі зношення – по заміні набивки; міняти гумові манжети та ущільнюючі приводні валики через 1000...2000 год. роботи; одночасно зі зміною манжет потрібно проводити заміну мастила підшипників приводного валу. Також під час роботи потрібно підтримувати апарат у чистоті.

Охолоджувач жиру Д5-ФОП (рис. 19.5) має два робочих циліндри 6, встановлених паралельно в горизонтальній площині на станині 1. Циліндри мають водяну сорочку, яка розділена на спіральні канали, і теплоізоляцію. В середині циліндрів обертаються витискувачі з шарнірним кріпленням лопатей на осях. Гарячий жир прокачується шестеренчастим насосом через циліндри, а протитечією через водяну сорочку проходить холодоносіє (вода або розсіл). Насос і витискувачі приводяться в дію електродвигуном 2 потужністю 3 кВт.

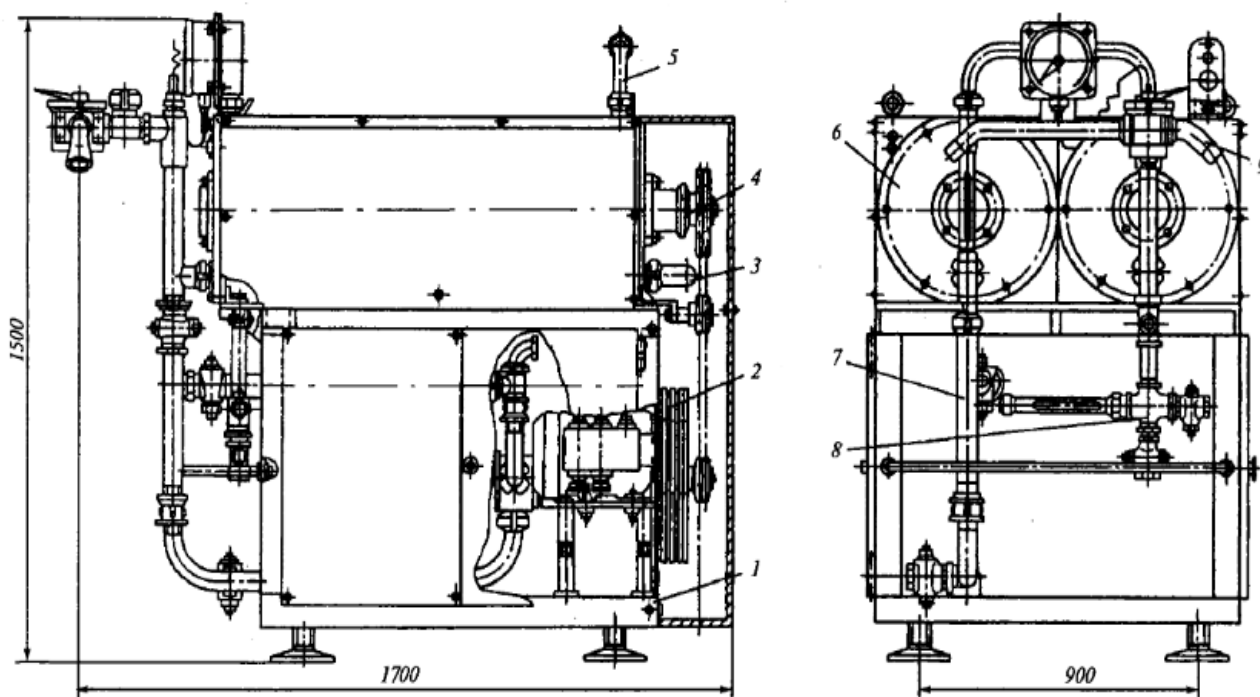


Рис. 19.5. Охолоджувач жиру Д5-ФОП

Загальна площа поверхні теплопередачі апарату складає 1,96 м², продуктивність становить від 1700 до 2700 кг при зміні температури холодоносія (води або розсолу) від 10 до –10°C. Кінцева температура яловичого жиру 40°C, свинячого 35°C. Маса апарату 650 кг.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Знежирену і висушену шквару охолоджують від початкової температури приблизно 100°C до кінцевої $30\ldots 40^{\circ}\text{C}$ в шнековому охолоджувачі (рис. 19.6). Охолоджувач складається з U-подібного корпусу 3, що обладнаний водяною сорочкою, в яку через патрубки 9 подається холодна вода. Зверху корпус закритий кришкою з патрубком 10, через який відводиться пара. У середині корпусу обертається шнек 2, витки якого приварені до труби. У трубу через вузол 11 подають і відводять воду для охолодження. Шнек приводиться в обертання від електродвигуна 6 потужністю 1,7 кВт через клинопасову передачу 7 і черв'ячний редуктор 5. Зовнішній діаметр шнека 352 мм при висоті витка 26,5 мм. Шквара завантажується через горловину 1, і вона транспортується шнеком назустріч руху холодної води. Продуктивність охолоджувача до 500 кг/год при частоті обертання шнека $0,05\text{ с}^{-1}$.

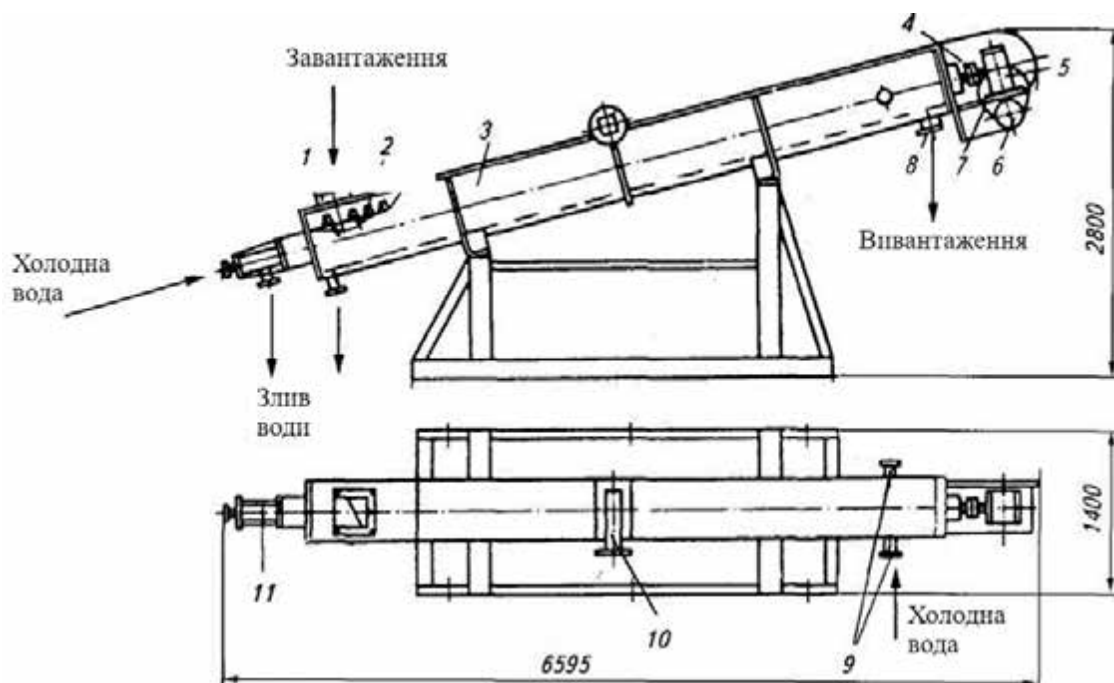


Рис. 19.6. Шнековий охолоджувач для шквари: 1, 8 – горловини завантаження і вивантаження; 2 – шнек; 3 – корпус; 4 – муфта; 5 – черв'ячний редуктор; 6 – електродвигун; 7 – ланцюгова передача; 9 – патрубки для подачі холодної води; 10 – патрубок для видалення пари; 11 – вузол для подачі води у шнек

Шнековий охолоджувач для субпродуктів птиці зображений на рис. 19.7. Охолодження в ньому відбувається при прямому контакті продукту та холодної води. Це допустимо при охолодженні таких продуктів, як печінка, серце, шлунок і шийї птиці, якість яких не погіршується при контакті з водою. Продукт завантажується через завантажувальну горловину, і шнеком транспортується вздовж похило встановленого корпусу. Назустріч продукту рухається вода температурою 1°C , яка подається через зрошувач, що знаходиться в корпусі. Час охолодження продукту до 4°C становить 15 хв. Продуктивність охолоджувача до 250 кг/год, потужність приводу шнека 0,25 кВт, об'ємна витрата холодної води $0,9\text{ м}^3/\text{год}$.



Рис. 19.7. Шнековий охолоджувач для субпродуктів птиці

У шнекових апаратах можуть також охолоджувати тушки птиці після нутрування. Ковбасні батони після варіння охолоджують холодною водою (зануренням у неї або зрошенням) і холодним повітрям. Метою охолодження є обмеження життєдіяльності мікроорганізмів, що залишилися після варіння, які можуть викликати порчу готової продукції. Охолодження проводять спочатку з великою швидкістю – водою, а потім повільно – повітрям. При цьому відбувається підсушування батона.

Для охолодження ковбас методом занурення використовують шнекові апарати безперервної дії. Для охолодження методом зрошення застосовують душові установки (рис. 19.8), в яких холодна вода розбризкується на поверхню ковбасних батонів. Тривалість такого охолодження становить для сосисок 10 хв, ковбас залежно від діаметра батона 15...20 хв. Охолодження проводять до температури в центрі батона 30°C.

Для інтенсифікації процесу охолодження та економії води застосовують гідроаерозольне охолодження, в якому вода форсунками дрібно диспергується. Коефіцієнт тепловіддачі від подібної водоповітряної суміші на 15...20% вище, ніж від води при душуванні.

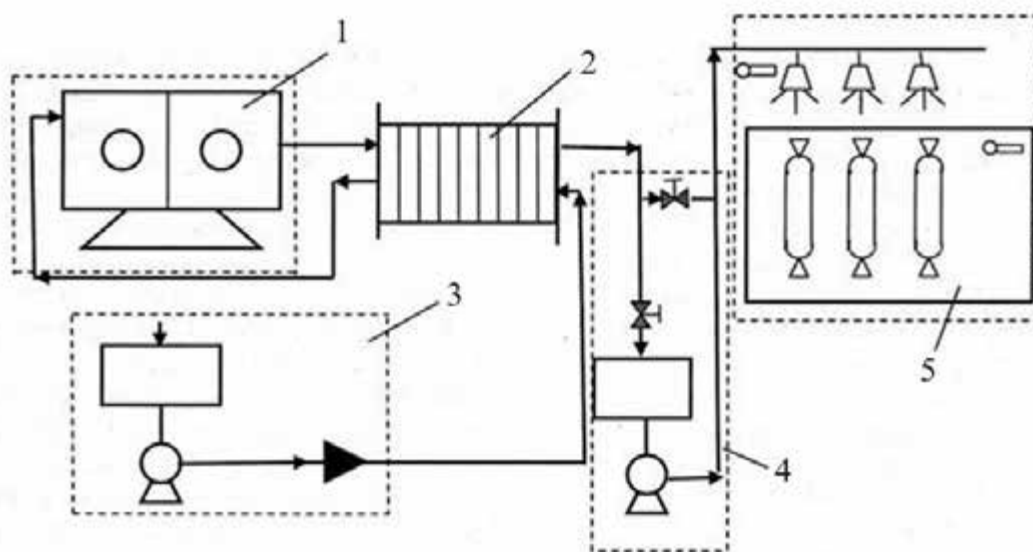


Рис. 19.8. Схема установки для охолодження водою ковбасних виробів:
1 – холодильний агрегат; 2 – пластинчастий теплообмінник; 3 – приймальна ємність для подачі води; 4 – гідромодуль; 5 – тунельна охолоджувальна камера

При остаточному охолодженні ковбас повітрям температура в центрі знижується до 8°C . При цьому виникають втрати маси близько 5%.

Гідроаерозольна установка Л10-ФКО/1 для охолодження ковбас (рис. 19.9) складається з тунельної камери 5, в якій по підвісному шляху 1 переміщуються рами з ковбасами 2. У камері на бічних стінках встановлені в два ряди 48 форсунок 4, до яких по трубопроводу подається водопровідна або охолоджена до 5°C в водоохолоджувачі 10 вода. Діаметр отворів у форсунках 0,6 мм. Вода подається насосом 7 через гідростатичний відстійник 6 і фільтр 4. Тиск води у форсунках 0,4...0,5 МПа, витрата води 14,4...8,0 кг/год.

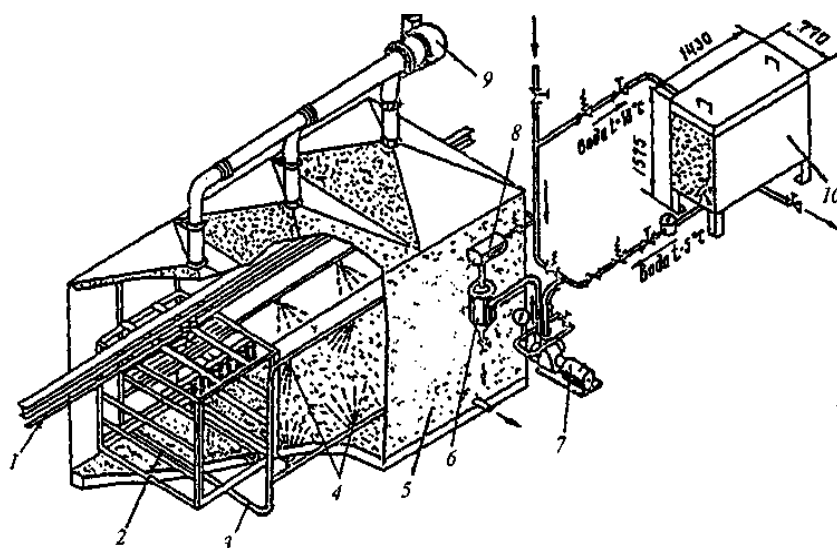


Рис. 19.9. Гідроаерозольна установка Я10-ФКО/1 для охолодження ковбас:
1 – підвісний шлях; 2 – рами з ковбасами; 3 – трубопровід; 4 – форсунки;
5 – тунельна камера; 6 – гідростатичний відстійник; 7 – насос; 8 – фільтр;
9 – витяжна вентиляція; 10 – водоохолоджувач

Гідроаерозольне охолодження дозволяє скоротити на 1% втрати маси ковбас, в 2 рази – витрата води, в 3...4 рази – витрата електроенергії. Продуктивність установки 1 т/год.

19.2. Льодогенератори

Льодогенератори дозволяють отримувати лід різних видів – блоковий, плитковий, трубчастий, шкаралуп'яний, стружковий, лускатий. Найбільшу питому поверхню має лускатий лід з прісної або солоної води, що в 1,4 рази більше шкаралуп'яного, в 2,3 рази більше плиткового і в 4,3 рази – трубчастого льоду.

Інтенсивність охолодження тим вище, чим більше поверхня контакту льоду з продуктом. Найбільшу питому поверхню охолодження мають шкаралуп'яний і лускатий лід. Ці види льоду, а також близький до них стружковий лід найчастіше застосовуються для охолодження м'ясної сировини.

Для виробництва льоду застосовуються льодогенератори різних типів і конструкцій. Кожний льодогенератор складається з двох частин (рис. 19.10): машинного відділення 1 та відділення для виробництва льоду 2.



Рис. 19.10. Зовнішній вигляд льодогенератора

Для виробництва льоду у формі кубиків або циліндрів в льодогенераторах використовується пульверизаційна система – лід утворюється при безперервному розбризкуванні води із пульверизатора (форсунок) на охолоджувальну поверхню випарника, який має форму стаканчиків, перевернутих догори дном (рис. 19.11).

Випарник складається з льодоформ 11 (стаканчиків, перевернутих нагору дном), до яких припаяний трубчастий змійовик 12. При роботі льодогенератора насос 7 подає воду з ванни 16 в колектор 14. Проходячи через форсунки, вода розприскується і потрапляє у стаканчики, на внутрішній поверхні яких

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

утворюється шар льоду, що постійно збільшується. Частина охолодженої води стікає у ванну 9 і знову подається насосом 7 у колектор 14.

Приблизно через 20...25 хв роботи льодогенератора в режимі заморожування льоду за допомогою реле часу відкриваються електромагнітні вентиля. Через ventиль 6 гарячий хладон нагнітається компресором у випарник, а через ventиль 17 – тепла вода надходить у піддон, омиваючи його. Циліндрики льоду в стаканчиках підтають, відокремлюються від форм, падають на похилу поверхню колектора і через шторку 10 скочуються в бункер. Цикл відтавання триває близько 3 хв, після чого реле часу переключає роботу льодогенератора на цикл заморожування льоду, відключаючи електромагнітні вентиля. Вода, що залишилася у піддоні 13 випарника, через отвір стікає у ванну 9. Рівень води в ній підтримується не вище верхнього кінця переливної трубки 15.

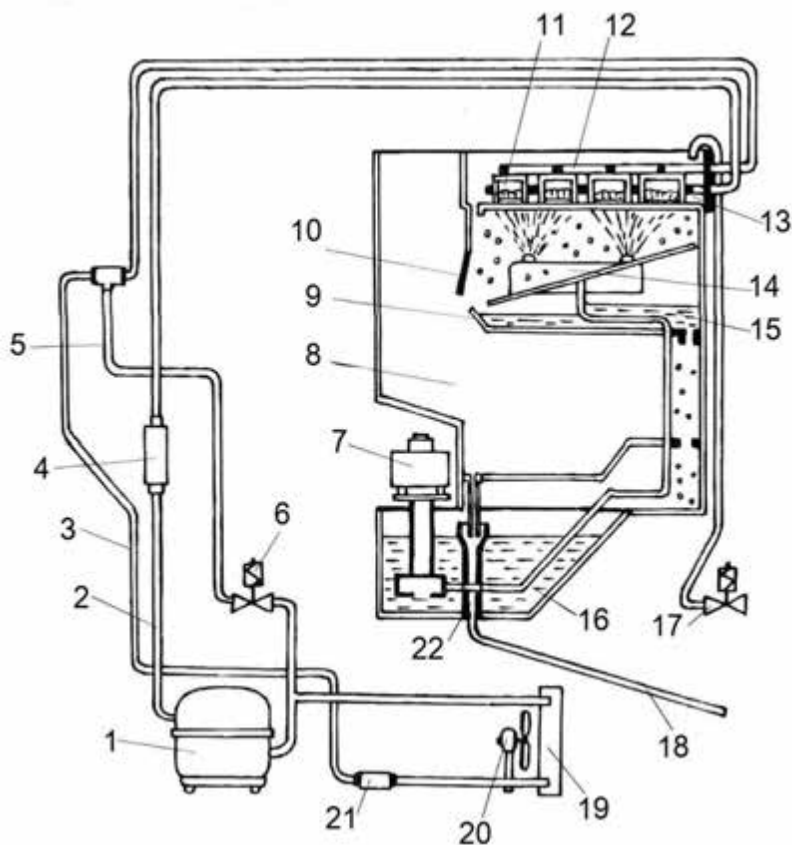


Рис. 19.11. Схема льодогенератора для виробництва льоду у формі кубиків або циліндрів з пульверизаційною системою: 1 – компресор; 2 – всмоктувальний трубопровід; 3 – капілярна трубка; 4 – фільтр-осушувач; 5 – трубопровід гарячої пари; 6 – електромагнітний ventиль; 7 – водяний насос; 8 – бункер; 9, 16 – ванни; 10 – шторка; 11 – льодоформи; 12 – змійовик випарника; 13 – піддон випарника; 14 – колектор з форсунками; 15, 22 – переливні трубки; 17 – електромагнітний ventиль подачі води; 18 – зливна трубка; 19 – конденсатор; 20 – ventильатор; 21 – фільтр осушувач

Кубики льоду мають округлу форму з масою в середньому 18 г. Недолік льодогенераторів з пульверизаційною системою утворення льоду – висока чутливість до чистоти води. При заморожуванні води, солі, що містяться в ній, переходять у незамерзлу частину води, яка збільшує їхню концентрацію.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Збільшення концентрації солей спричинює утворення непрозорого льоду, закупорку форсунок і різке зниження продуктивності льодогенератора. Для попередження зазначених явищ у льодогенераторі здійснюється заміна незамерзлої води у ванні насоса. Вода у ванну подається через фільтр очищення.

Лід у вигляді луски має форму 1...3 міліметрових пластинок. Лускатий лід використовується для оформлення прилавків та вітрин з м'ясом, рибою, фруктами та делікатесною продукцією. Також його можуть додавати в кутер під час подрібнення м'яса. Це дає змогу уникнути перегрівання м'яса та денатурації білків.

Лускатий лід виготовляють в льодогенераторах барабанного типу. Барабанні льодогенератори можна класифікувати за такими основними ознаками: способом охолодження барабана, системі приводу барабана, розташуванню барабана, кількості робочих поверхонь, характеру управління і призначенням.

За способом охолодження розрізняють апарати з безпосереднім кипінням холодоагенту в барабані або з використанням вторинного холодоносія (найчастіше розсолу). На вибір способу охолодження впливають задана товщина замороженого шару продукту, загальна продуктивність апарату, технологічні можливості заводу–виготовлювача і особливості холодильної системи підприємства, на якому буде використовуватися апарат.

Зі зменшенням заданої товщини заморожуваного шару продукту зростає середня швидкість заморожування і, отже, питоме теплове навантаження на робочу поверхню барабана. Сучасні апарати тонкошарового наморожування, і перш за все генератори лускатого льоду, в більшості випадків мають систему безпосереднього кипіння, апарати для заморожування продуктів (в тому числі дрібноштучні) в шарі більше 2,5...3 мм – розсільне охолодження. Останнє використовується і в усіх інших випадках, коли з технологічних міркувань потрібно повільне заморожування продукту.

Збільшення загальної продуктивності барабанних апаратів, як правило, вимагає збільшення діаметра барабана. При безпосередньому кипінні холодоагенту барабан як посудину, що працює під тиском, розраховується на міцність.

За умовами міцності необхідна товщина стінок барабана може виявитися надмірно великою, відповідно більшим буде і термічний опір стінки барабана. Тоді технічно і економічно доцільно застосувати розсільне охолодження. Холодоносій прокачується через барабан при тисках, в 3–4 рази менших, ніж тиск безпосереднього кипіння холодоагенту.

По будові приводу барабана всі барабанні апарати можна розділити на дві основні групи:

- 1) апарати з обертовим барабаном і зафіксованим на станині різальним інструментом і пристроєм для подачі води (продукту) на заморожування;
- 2) апарати з нерухомим барабаном і обертовими щодо його робочих поверхонь ротором з ріжучим інструментом і пристроєм для подачі рідини.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

У першій групі крутний момент для подолання сил тертя і опору сколювання намороженого продукту передається безпосередньо на вал барабана від приводної станції. Як правило, станція має електродвигун і редуктор з системою плавної (варіатор) або ступеневої (коробка швидкостей) зміни частоти обертання барабана. У другій групі крутний момент передається на вал або безпосередньо на зубчастий вінець ротора.

Розташування барабана може бути горизонтальним і вертикальним. У перших барабанних морозильних апаратах барабани розташовувалися горизонтально. Від цієї схеми проектування конструктори відступили практично тільки в останній період при створенні апаратів з безпосереднім кипінням холодоагенту. Було експериментально встановлено, що кипіння холодоагенту в вертикальному барабані йде інтенсивніше, ніж в горизонтальному. Крім того, при вертикальному розташуванні стало можливе створення двостінних барабанів з кільцевою порожниною кипіння холодоагенту.

Кількість робочих поверхонь барабана залежить від пристрою і призначення апарату. Всі апарати з горизонтальним розташуванням барабана мають одну робочу поверхню – зовнішню. В апаратах з вертикальним барабаном можуть використовуватися як робочі або одна зовнішня, або одна внутрішня, або обидві поверхні двостінного барабана. Як правило, обертові вертикальні барабани мають одну зовнішню робочу поверхню. Перехід до конструкції з нерухомим двостінним барабаном послужив базою для створення найбільш досконалих генераторів лускатого льоду з двома робочими поверхнями.

Прототипом сучасних барабанних апаратів можна вважати перший генератор лускатого льоду з горизонтальним барабаном, створений ще на початку XX ст. в США Г. Філдом (рис. 19.12).

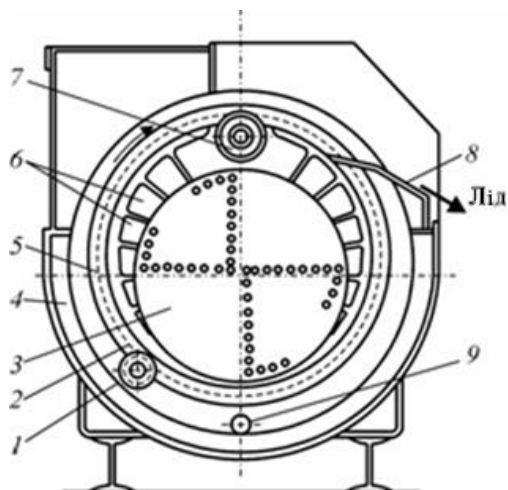


Рис. 19.12. Схема генератора лускатого льоду з горизонтальним барабаном конструкції

Г. Фільда: 1 – шестерня приводу барабана; 2 – зубчастий вінець барабана;

3 – кожухотрубний випарник-охолоджувач розсолу; 4 – ізоляція; 5 – гнучка металева обичайка барабана наморожування; 6 – канали для циркуляції розсолу в сорочці охолодження гнучкої обичайки; 7 – деформуючий ролик; 8 – шкребок для знімання льоду; 9 – трубопровід подачі води у водяну ванну

Барабанний льодогенератор для виробництва лускатого льоду являє собою циліндр 1, пов'язаний з порожнистим валом 2, що обертається за годинниковою стрілкою (рис. 19.13). Всередині, у верхній частині циліндра, встановлений деформуючий ролик 3, що змінює в цій частині форму циліндра. Циліндр монтується в ізольованому корпусі 4, який потім наповнюють до певного рівня прісною водою так, щоб вона омивала зовнішню поверхню обертового циліндра. Через порожнистий вал і сопла всередину циліндра розбризкується холодний розсіл, який охолоджує його внутрішню поверхню.

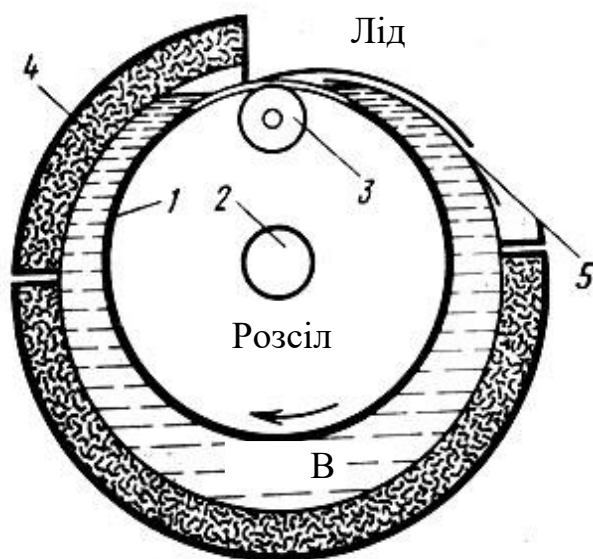


Рис. 19.13. Схема роботи барабанного льодогенератора лускатого льоду: 1 – обертовий циліндр; 2 – порожнистий вал; 3 – деформуючий ролик; 4 – ізоляція; 5 – льодоскат

З зовнішньої сторони циліндра 1 досить швидко утворюється крижана кірка товщиною 3...5 мм. При обертанні циліндра в тій його частині, де метал набігає на деформуючий ролик 3, крижана кірка зламується, відходить від поверхні циліндра і лід у вигляді лусочок через льодоскат 5 надходить в бункер.

Барабанний льодогенератор лускатого льоду (рис. 19.14) включає вертикальний порожнистий циліндричний випарник 13, всередині якого обертається ротор з закріпленим кільцевим колектором подачі води 5 і водовідвідний лоток 2. Вода через патрубок 15 подається в пустотілий вал ротора 6 і розподіляється через колектор 5 по внутрішній поверхні циліндра-випарника 13 безперервним потоком. Низькотемпературний холодоагент, що протікає з високою швидкістю між стінками циліндра, заморожує воду майже миттєво. На роторі є ножі 12 з нержавіючої сталі, які зрізують намерзлий на внутрішні стінки циліндра лід, не торкаючись їх. Лід падає в приймальний бункер, в той час як надлишок води по водовідвідних лотку 2 надходить до збірка, а потім назад в систему подачі води. Температура льоду може регулюватися, досягаючи $-17,8^{\circ}\text{C}$ і нижче. Товщина лускатого льоду складає 1,5...2,0 мм і може регулюватися шляхом безступінчастої зміни частоти обертання ротора і, отже, часу утворення

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

льоду. Льодогенератори можуть бути встановлені на судах і виробляти лід як з прісною, так і з морської води. У якості холодоагентів можуть застосовуватися гліколь, розсіл, а також R12, R22, R502, аміак; температура їх випаровування може бути від -15 до $-34,4^{\circ}\text{C}$.

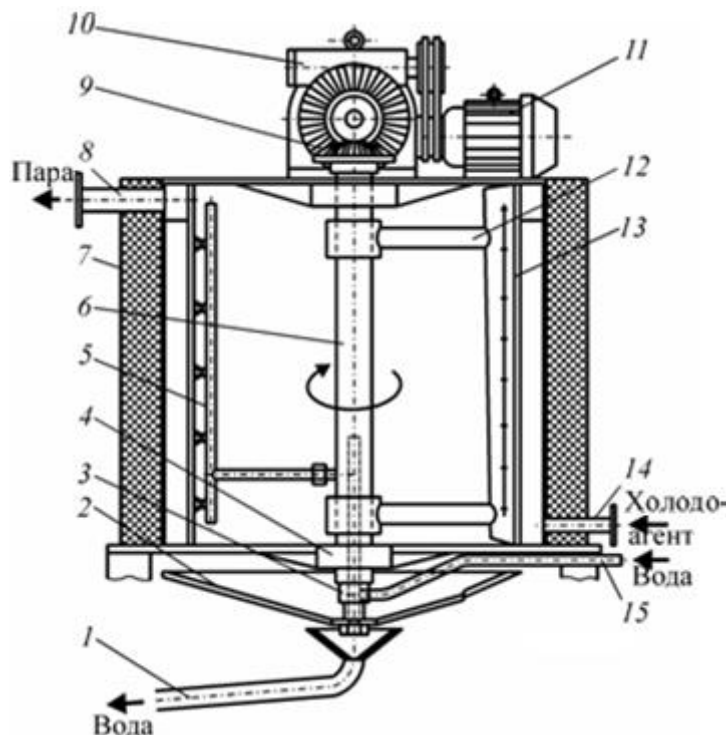
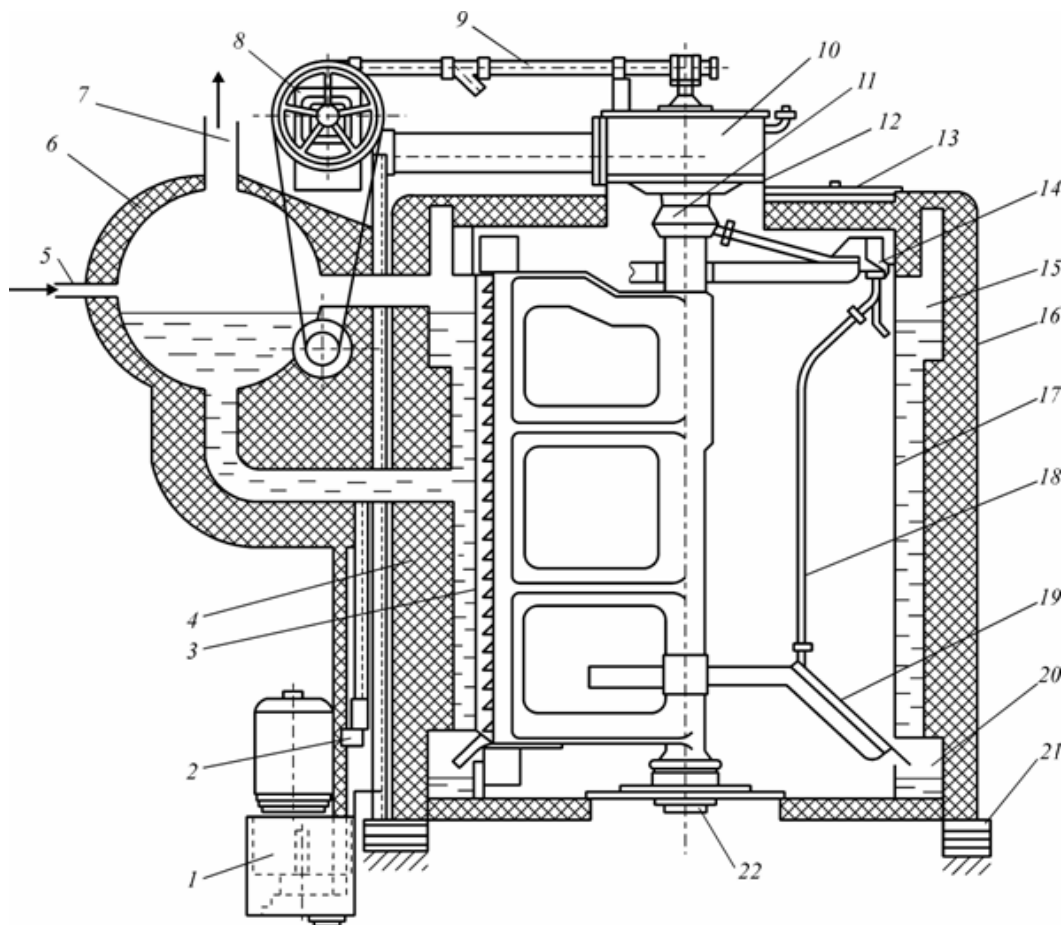


Рис. 19.14. Схема генератора лускатого льоду з наморожуванням на внутрішній стінці нерухомого циліндра: 1 – патрубок зливу надлишкової води на рециркуляцію; 2 – водозбірний лоток; 3 – сальник подачі води в порожнистий вал; 4 – опора валу; 5 – колектор подачі води; 6 – ротор; 7 – ізоляція циліндра; 8 – патрубок відводу парів холодоагенту; 9 – передача на вал від редуктора; 10 – редуктор; 11 – електропривод; 12 – ніж; 13 – циліндричний випарник; 14 і 15 – патрубки подачі холодоагенту і води відповідно

До теперішнього часу такі льодогенератори випускаються фірмами «North Star», США (рис. 19.15) та «FrigoFrance», Франція.

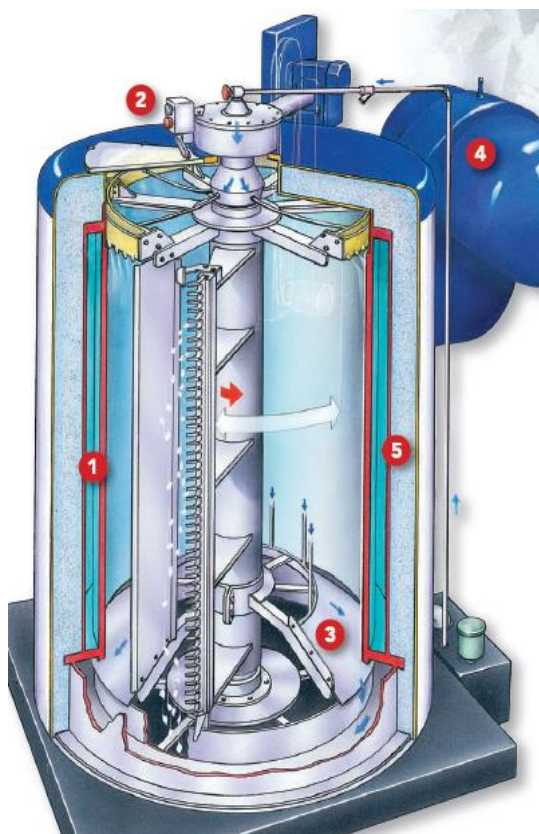
Більш досконалі конструкції льодогенераторів з барабанами двостороннього наморожування були запропоновані фірмою «Nema» (рис. 19.16). Основною особливістю цих конструкцій є те, що нерухомий барабан 7 має дві робочі поверхні: зовнішню 15 і внутрішню 14, а ріжучий інструмент 6, 13 і пристрої для зрошення робочих поверхонь 5, 12 розташовані на роторі.

Переваги цих апаратів в порівнянні з усіма раніше створеними очевидні: продуктивність їх практично подвоюється без істотної зміни габаритних розмірів і маси. Разом з тим в таких льодогенераторах збільшується витрата енергії на сколювання льоду, виникають підвищені вимоги до жорсткості виготовлення ротора, до системи його центрування по барабану. Оскільки при охолодженні барабана від температури навколишнього середовища до температури кипіння холодоагенту (від $+35$ до -40°C) досить відчутно змінюється його діаметр і відповідно зазорів між ріжучим інструментом і дзеркалом барабана.



а

Рис. 19.15. Льодогенератор фірма North Star (США): а – схема: 1 – рециркуляційна станція; 2 – вимикач приводу при підвищеній вібрації льодогенератора; 3 – гребінчастий ніж для сколювання льоду; 4 – ізоляція барабана; 5 – патрубок подачі рідкого холодоагенту; 6 – віддільник рідини; 7 – патрубок відводу парів холодоагенту; 8 – редуктор приводної станції; 9 – трубопровід подачі води; 10 – конічна передача на ножовий вал; 11 – ножовий вал з кронштейном ножа; 12 – сальникове ущільнення картера конічної передачі з підшипником валу; 13 – кришка оглядового люка; 14 – кільцевий зрошувач барабана; 15 – парова порожнину барабана-випарника; 16 – пластикова обичайка ізоляції; 17 – поверхня наморозування з корозійно-стійкої сталі; 18 – подача води для змиву льоду з дефлектора; 19 – конічний дефлектор для стоку надлишкової незамерзлої води; 20 – кільцевий збірник надлишкової води; 21 – опори льодогенератора з теплоізоляційного матеріалу; 22 – підшипник нижньої опори валу; б – загальний вигляд



б

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

рециркуляційній станції 19 і повертається на заморожування. Обертання валу здійснюється від електродвигуна 10 через еластичну муфту і черв'ячний редуктор 9.

В базову комплектацію льодогенератора GENEGLACE (рис. 19.17) входять: холодильна установка 1 на базі компресора COPELAND (Німеччина), сам льодогенератор 2 та електрообладнання 3, змонтоване на єдиному каркасі 4.

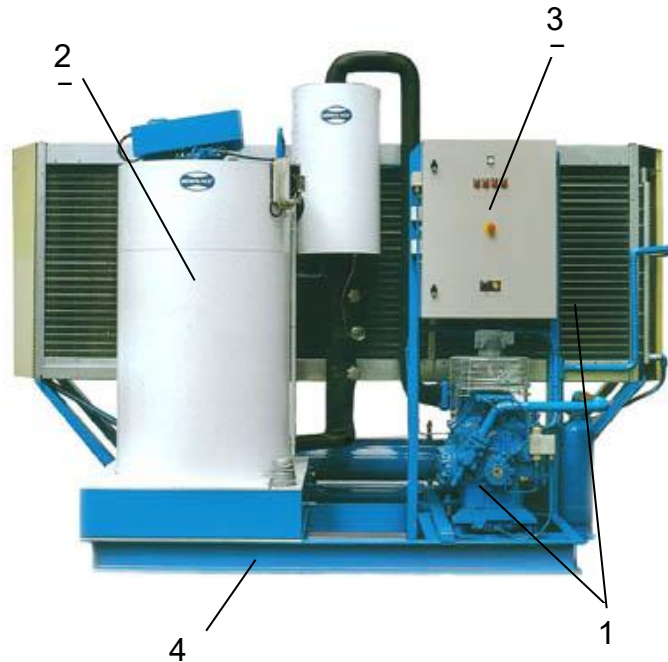


Рис. 19.17. Загальний вигляд льодогенератора “GENEGLACE”

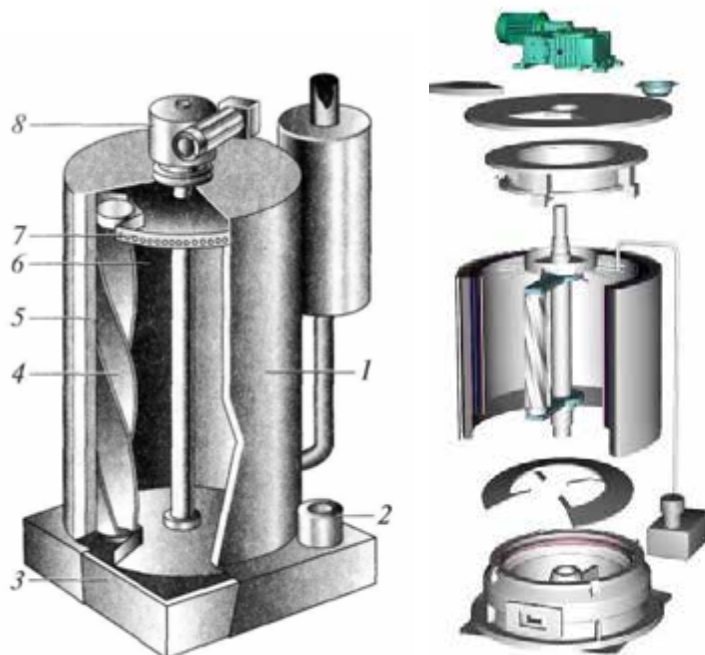


Рис. 19.18. Барабанный льодогенератор GENEGLACE для виробництва лускатого льоду:
1 – циліндр; 2 – насос; 3 – піддон; 4 – фреза; 5 – міжстінний простір;
6 – внутрішній простір; 7 – отвори; 8 – двигун-редуктор

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Під час роботи льодогенератора, вода з піддона 3 насосом 2 подається через отвори 7 на внутрішню стінку 6 циліндра 1 (рис. 19.18). Циліндр 1 охолоджується холодоагентом R22, що випаровується в міжстінному просторі 5. Лід, що намерзає на стінках циліндра 1, зрізується фрезою 7, яка приводиться в обертання від двигун-редуктора 8.

Випускаються також дискові льодогенератори лускатого льоду, в яких лід наморожують на вертикальних або горизонтальних дисках. В даний час існують моделі льодогенераторів з вертикальними дисками, з кількістю дисків від одного до чотирьох і з продуктивністю від 1 до 10 т/добу. Порожні диски мають товщину 6–7 мм, всередині циркулює холодоагент, який заморожує воду, що подається на диски з обох сторін. При обертанні диска лускатий лід знімається ріжучим інструментом. Льодогенератор моделі E-12 має диск діаметром 380 мм і може поставлятися в блоці з компресорно-конденсаторним агрегатом, або цей агрегат може встановлюватися окремо на відстані до 15 м. При температурі води, що подається на льодогенератор вище 21°C рекомендується використовувати окремий водоохолоджувач, що є більш економічним. Компресорні агрегати льодогенераторів можуть поставлятися з конденсаторами водяного або повітряного охолодження.

Льодогенератори для виробництва стружкового льоду фірми Ziegra Eismaschinen (Німеччина) працюють за іншим принципом, ніж льодогенератори лускатого льоду. Вода з витратного бака надходить у внутрішню порожнину вертикального циліндра 1 (рис. 19.19), що оточений змійовиком-випарником 2.

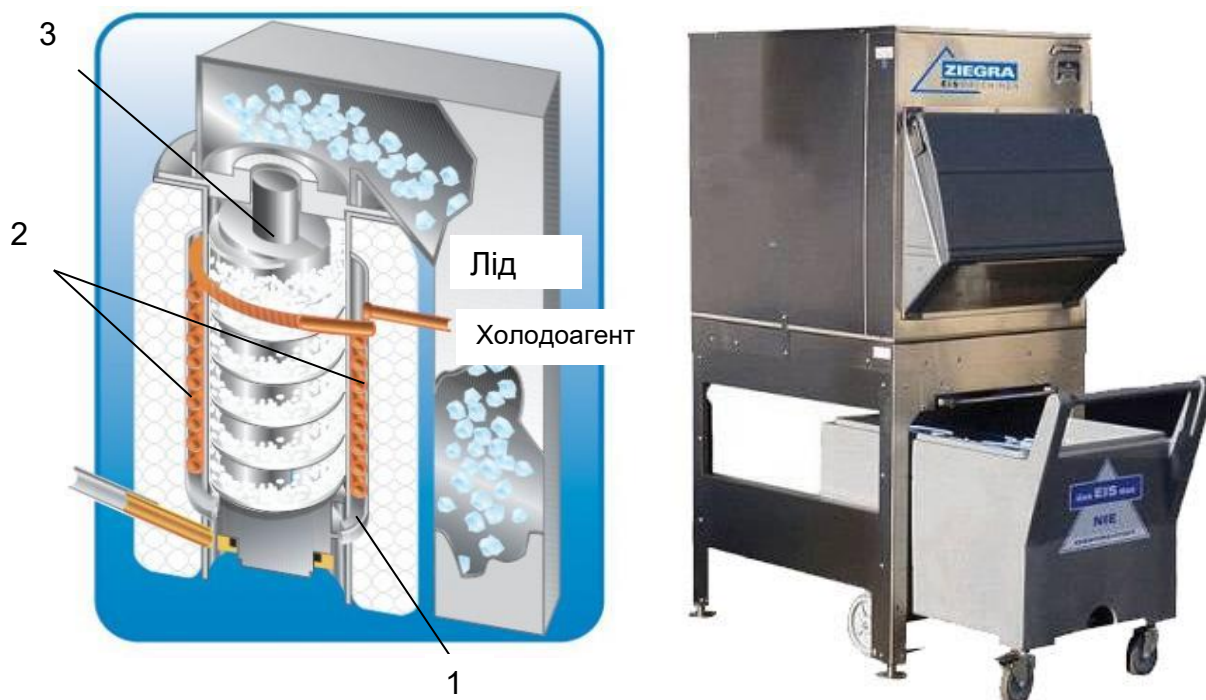


Рис. 19.19. Льодогенератори для виробництва стружкового льоду фірми Ziegra Eismaschinen (Німеччина)

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Всередині циліндра повільно обертається шнек 3, який зішкрібає намерзлий на внутрішній стінці лід і виносить його в верхню частину. При цьому шнек знімає зі стінок циліндра дуже тонкий шар льоду (стружку) по мірі його утворення, при цьому економиться енергія, яка була б необхідна для утворення більш товстого шару льоду. У верхній частині циліндра крижана стружка спресовується в щільні шматки, які при русі в циліндрі вище рівня рідини підморожуються, потім ламаються на більш дрібні частини і вивантажуються через патрубок.

Температура випаровування холодоагенту (R22 або R502) в змійовику 2, що оточує циліндр 1, становить від -19 до -30°C . Температура стружкового льоду близько $-0,5^{\circ}\text{C}$. Лід являє собою шматочки неправильної форми розміром 6...8 мм. Його охолоджувальна здатність така ж, як і у лускатого льоду, хоча температура останнього значно нижче. Лід мало злежується, добре зберігається і транспортується.

Продуктивність льодогенераторів стружкового льоду становить від 30 кг/добу до 10 т/добу. Головною частиною льодогенератора є циліндр. Продуктивність одного циліндра на добу становить від 30 кг до 2,5 т льоду. Ці циліндри досить компактні. Так циліндр, що здатний виробляти 100 кг льоду за добу, має діаметр 45 мм і висоту 300 мм. Найбільший циліндр, що виробляє до 2,5 т льоду на добу, має діаметр 90 мм при висоті 700 мм.

Самі льодогенератори також компактні, габарити льодогенератора продуктивністю 30 кг/добу складають $400 \times 500 \times 700$ мм при масі 60 кг і встановленій потужності 0,3 кВт, а габаритні розміри найбільшого льодогенератора (з чотирма циліндрами) складають $2200 \times 2200 \times 1800$ мм при масі 2200 кг і встановленій потужності 37 кВт. Льодогенератори працюють як на прісній, так і на морській воді, в останньому випадку температура льоду становить близько -7°C і, щоб запобігти опікам риби, його доцільно застосовувати в суміші з морською водою.

Для виробництва шкаралупного льоду за кордоном в різних сферах харчової промисловості широко застосовуються льодогенератори фірми Berg Chilling Systems Inc (Канада). Шкаралупний лід хоча і має дещо меншу питому поверхню охолодження, ніж лускатий, але завдяки закругленій формі шматків менше злежується і зберігається довше ніж останній при однакових температурних умовах. У льодогенераторах шкаралупний лід утворюється з двох сторін порожнистих вертикальних циліндрів-випарників 1 (рис. 19.20) з нержавіючої сталі, що зрошуються водою. Це льодогенератори періодичної дії, в яких лід намерзає на циліндри протягом 5...9 хв, потім в порожнисту частину циліндра автоматично подаються гарячі пари теплоносія, відталений лід падає в перфорований лоток 2, розбивається на шматки, а потім вивантажується з машини шнеком. Цикл розвантаження займає від 30 до 90 с. Всі деталі льодогенератора, що мають контакт з льодом або водою, виконані з нержавіючої сталі або синтетичних матеріалів, дозволених для застосування в харчовій промисловості.

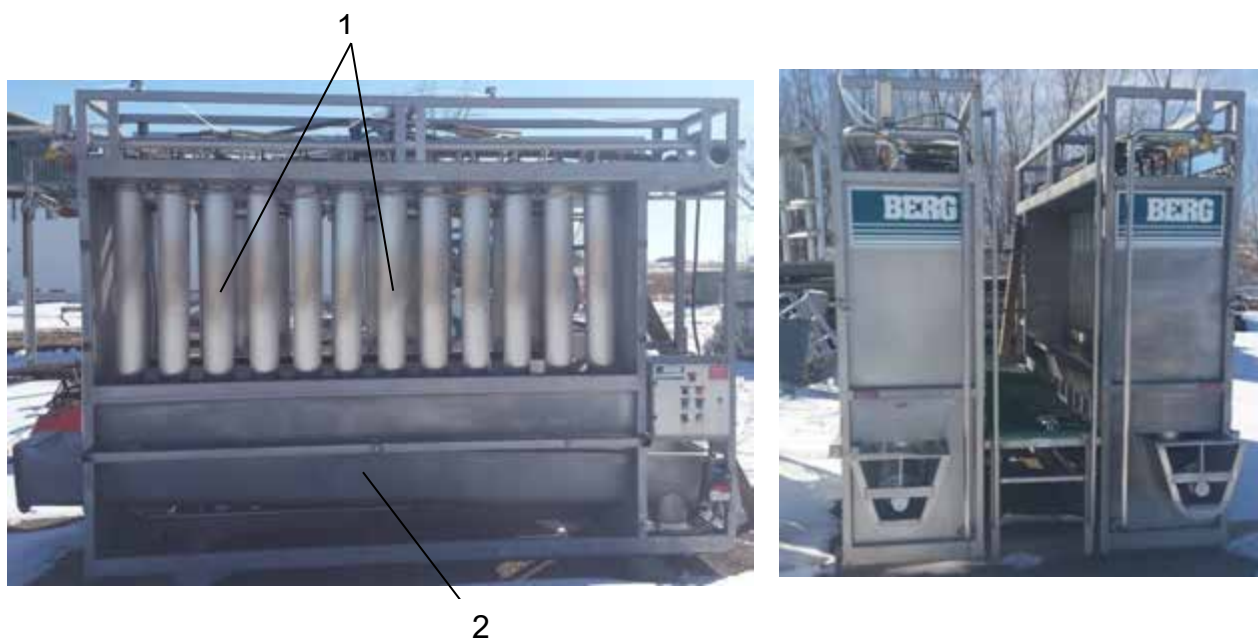


Рис. 19.19. Льодогенератори фірми Berg Chilling Systems Inc (Канада)
для виробництва шкаралупного льоду

Льодогенератори можуть випускати лід товщиною від 3 до 16 мм, товщина льоду встановлюється оператором на щиті управління. Лід може виготовлятися як з прісної, так і з морської води. Відсутність рухомих частин спрощує конструкцію і обслуговування льодогенератора, а також знижує енергоємність машини. Витрата електроенергії на виробництво льоду в льодогенераторах фірми Berg становить 40–43 кВт/год на 1 т льоду, що на 20% менше, ніж при виробництві лускатого льоду. Льодогенератори модульної конструкції мають продуктивність від 1,5 до 50 т льоду на добу, встановлена потужність від 7,5 до 200 кВт.

Трубчастий лід отримують в льодогенераторах (рис. 19.21), що працюють за принципом безпосереднього випаровування аміаку в міжтрубному просторі випарника 1. Випарник 1 являє собою кожухотрубний, вертикально розміщений теплообмінник. Міжтрубний простір випарника призначений для циркуляції рідкого та пароподібного холодоагенту і зв'язаний з ресивером 3 та компресором. Вода з бака 6 насосом 7 подається у верхню частину випарника 1, розподіляється по трубах 2, стікаючи по ним тонкою плівкою – замерзає, утворюючи крижані труби.

Відразу після утворення крижаних труб (орієнтовно після 5...9 хв) в міжтрубний простір випарника нагнітаються гарячі пари холодоагенту, які видавлюють рідкий холодоагент в ресивер 3. Під дією гарячих парів, крижані труби по поверхні зіткнення з металевими трубами відтають. Лід, відділяючись від стінок труб, опускається вниз та потрапляє до льододробарки 5. Подрібнений лід по лотку 8 вивантажується з машини. Цикл вивантаження триває від 30 до 90 с. Продуктивність льодогенератора 10 т/добу.

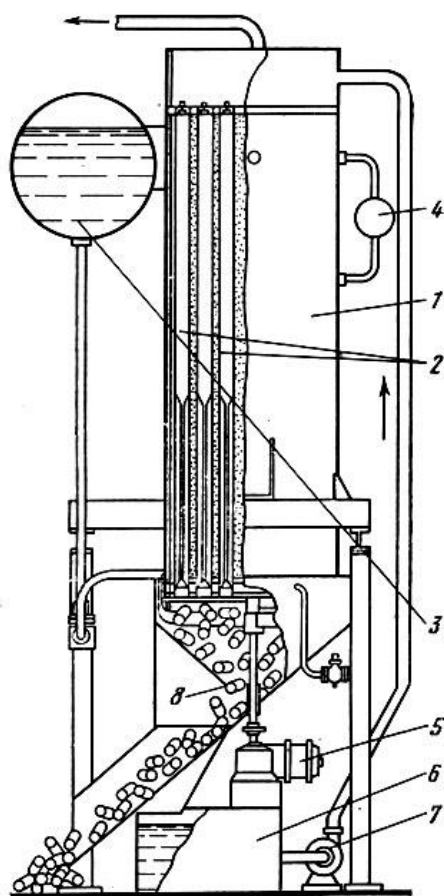


Рис. 19.21. Схема льодогенератора для виробництва трубчастого льоду:

1 – кожух випарника; 2 – труби для намерзання води; 3 – ресивер для перепуску рідкого аміаку; 4 – поплавковий регулюючий вентиль; 5 – дробарка льоду; 6 – бак для води; 7 – водяний циркуляційний насос; 8 – лоток для вивантаження льоду

19.3. Обладнання для заморожування

Камери заморожування забезпечують заморожування м'яса та м'ясопродуктів складаються з батарей і повітроохолоджувачів та можуть бути з вимушеним або природним рухом повітря. Камери з вимушеним рухом повітря обладнають повітроохолоджувачами, а іноді й батареями в поєднанні з різними системами розподілу повітря, а камери з природним рухом повітря – пристінними, стельовими або міжрядними радіаційними батареями.

Залежно від організації технологічного процесу камери для заморожування можуть бути однофазного або двофазного заморожування. У камерах однофазного заморожування передбачена велика площа поверхні охолоджувальних пристроїв.

Конструктивно камери заморожування виконують прохідними або тупиковими. У прохідних камерах м'ясо завантажується і вивантажується через дверні прорізи, розташовані зазвичай в торцевих стінах камери. У тупикових камерах завантаження і вивантаження відбуваються через один загальний дверний отвір.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Камери заморожування м'яса можуть працювати безперервно або періодично. У камерах тунельного типу, що працюють безперервно, здійснюється потоковість технологічного процесу.

Обладнання камери заморожування тунельного типу з поперечними рухом повітря (рис. 19.22, а) складається із стельових повітроохолоджувачів 1 з напрямними апаратами 6, розташованих над умовною стелею 3 та підвісними шляхами 5, укріпленими на підвісках 2. Охолоджене в повітроохолоджувачах повітря направляється в камеру через нагнітальні отвори 4 в умовній стелі, омиває напівтуші м'яса, і тепле повітря через всмоктувальний отвір знову направляється на охолодження в повітроохолоджувач.

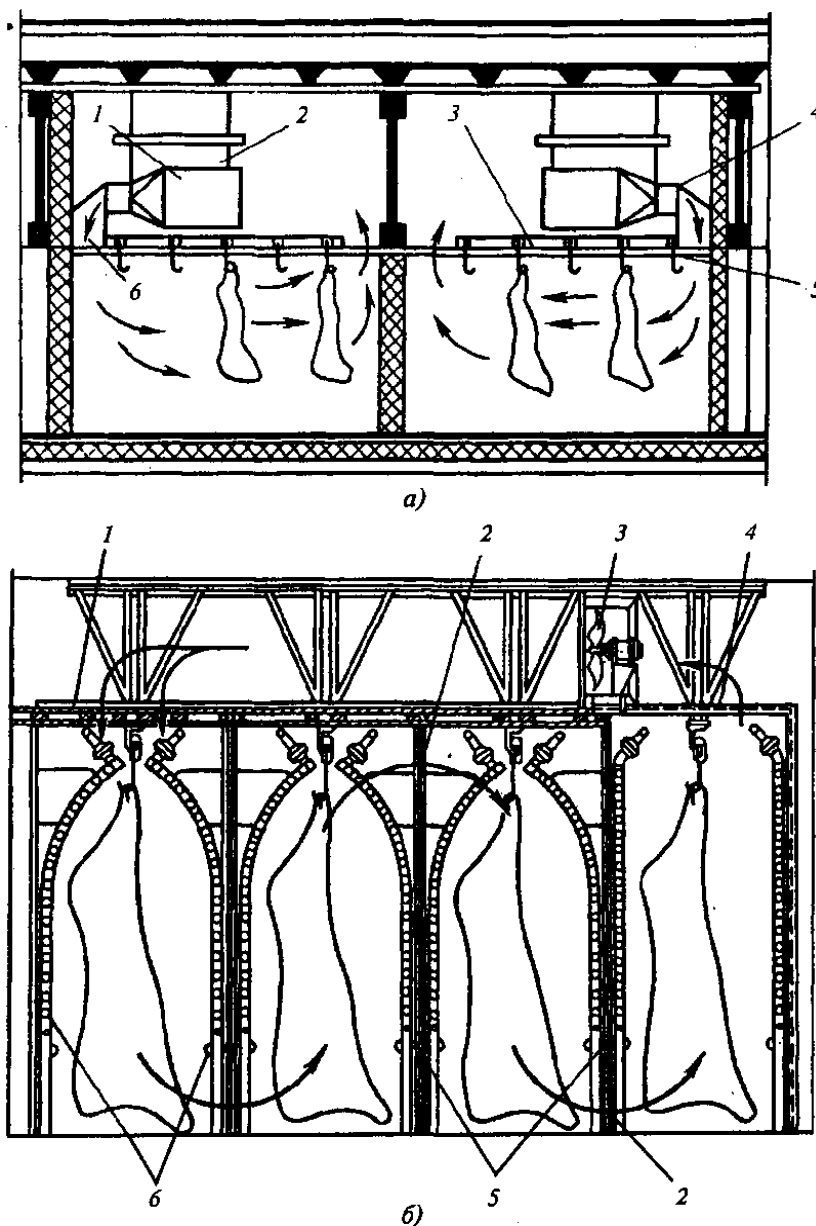


Рис. 19.22. Принципова схема камер заморожування м'яса:
а – з поперечним рухом повітря; б – з міжрядними батареями

У морозильній камері тунельного типу з міжрядними батареями (рис. 19.22, б) розміщено чотири тунелі, в кожному з яких є один підвісний шлях для підвішування і пересування м'яса. Уздовж стін кожного тунелю встановлені пристінні ребрені батареї 6. Повітря нагнітається вентилятором 3 по каналу, утвореному умовною стелею і перекриттям камери, через нагнітальний отвір 1 повітря направляється в перший тунель, в якому, рухаючись зверху вниз, омиває заморожувані напівтуші. Через отвір 5 у нижній частині перегородки 2 першого тунелю повітря потрапляє у другий тунель, в якому воно циркулює вже знизу вгору. Далі повітря через отвір перегородки переходить в третій тунель, опускається вниз і прямує в четвертий тунель, з якого засмоктується вентиляторами через всмоктувальний отвір 4, і знову прямує в перший тунель.

Камери заморожування тупикового типу з умовною стелею (рис. 19.23) мають повітроохолоджувач з всмоктувальним отвором близько підлоги камери. Охолоджене повітря викидається з повітроохолоджувача вентилятором 1 в простір між перекриттям і умовною стелею камери, які знаходяться на рівні каркаса підвісних шляхів. У вантажній обсяг камери заморожування повітря надходить через щілинні сопла 2 по обидві сторони ниток підвісних шляхів 3.

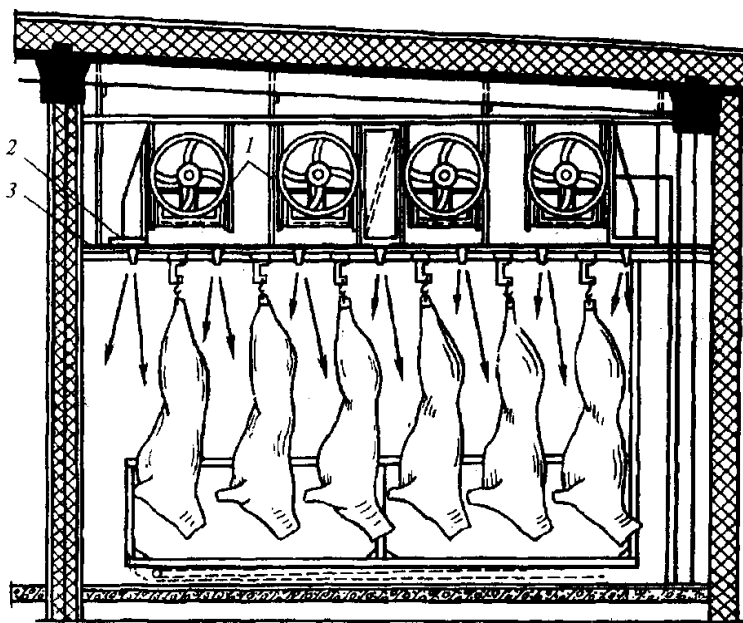


Рис. 19.23. Принципова схема камери заморожування м'яса тупикового типу

В сучасній холодильній техніці використовують наступні типи морозильних установок: з інтенсивним рухом повітря; флюїдизаційно-конвеєрні установки; плиткові морозильні установки; контактні морозильні установки.

У тунельній морозильній установці (рис. 19.24, а) продукт укладають на листи і завантажують у візки, які один за іншим подають у тунель 7 по напрямній рейці 6. По закінченню заморожування візок із продуктом виштовхують із тунелю за допомогою гідравлічної системи пересування 1. Заморожений продукт вивантажують із візків, які знову направляють на завантаження.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

У тунельній морозильній установці (рис. 19.24, б) продукт подають на стрічку верхнього конвеєра 6, який переміщає його до протилежного кінця тунелю. Звідси по жолобу 5 продукт надходить на стрічку середнього конвеєра 4, яка знову проходить через зону заморожування назад на вихід. Потім продукт, що заморожується, попадає на стрічку нижнього конвеєра 3 і знову проходить через зону заморожування тунелю до вихідного жолобу.

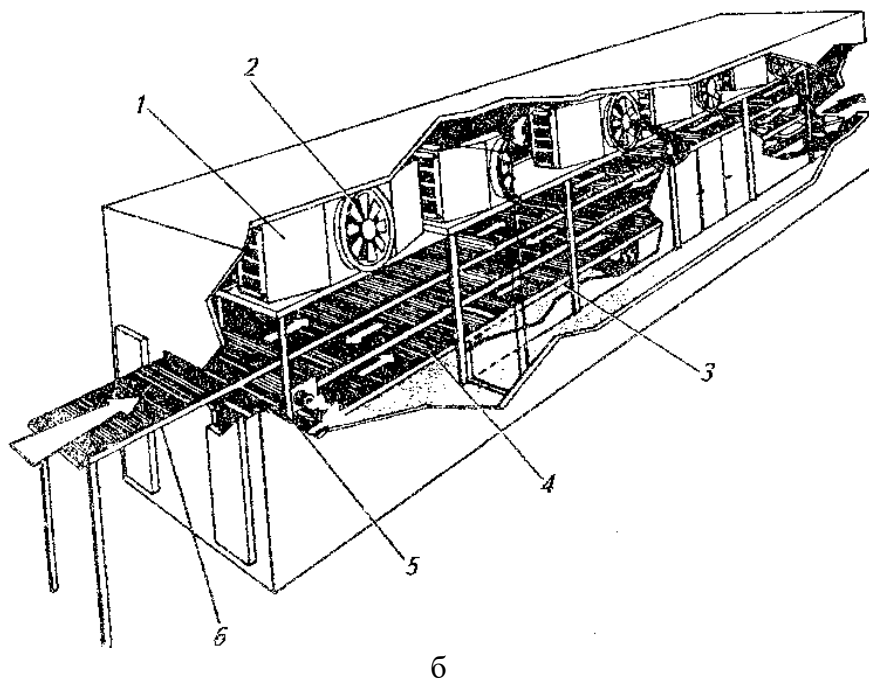
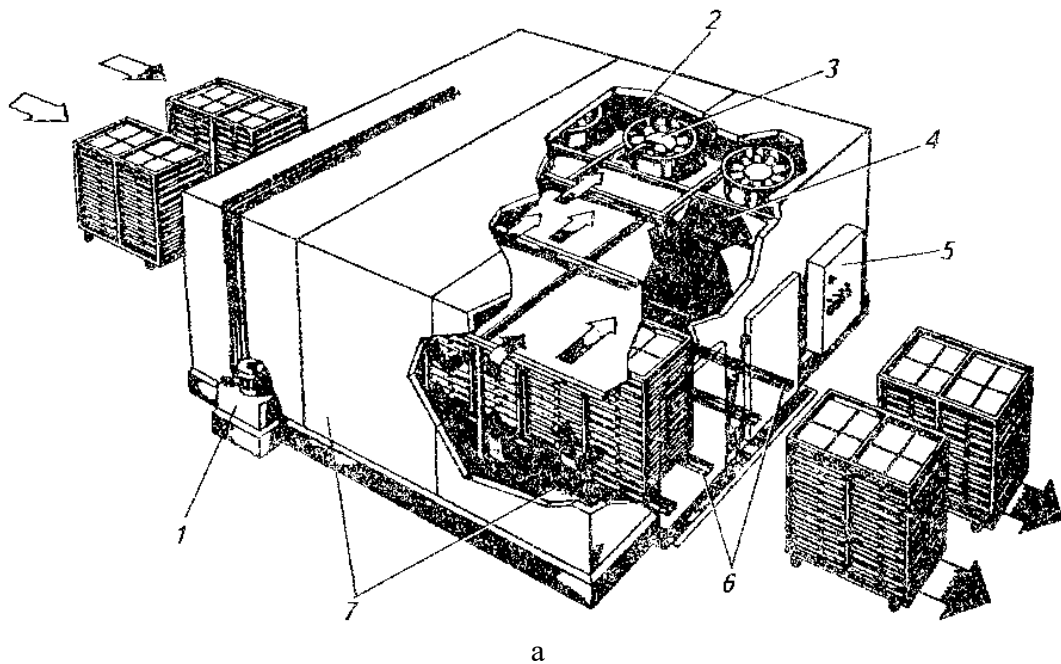


Рис. 19.24. Тунельні морозильні установки із завантаженням продукту:
а – візками: 1 – гідравлічний блок; 2 – рама; 3 – вентилятор; 4 – випарник; 5 – пульт керування; 6 – рейки для візка із продуктом; 7 – ізолюваний корпус із днищем;
б – конвеєром: 1 – повітроохолоджувач; 2 – вентилятор; 3 – нижній конвеєр; 4 – середній конвеєр; 5 – жолоб; 6 – верхній конвеєр

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Повітряні морозильні установки спірального типу (рис. 19.25) по конструкції мало чим відрізняються один від одного. Основна відмінність полягає в організації напрямку потоку холодного повітря. Продуктивність таких установок залежить в основному від числа витків спірального стрічкового конвеєра.

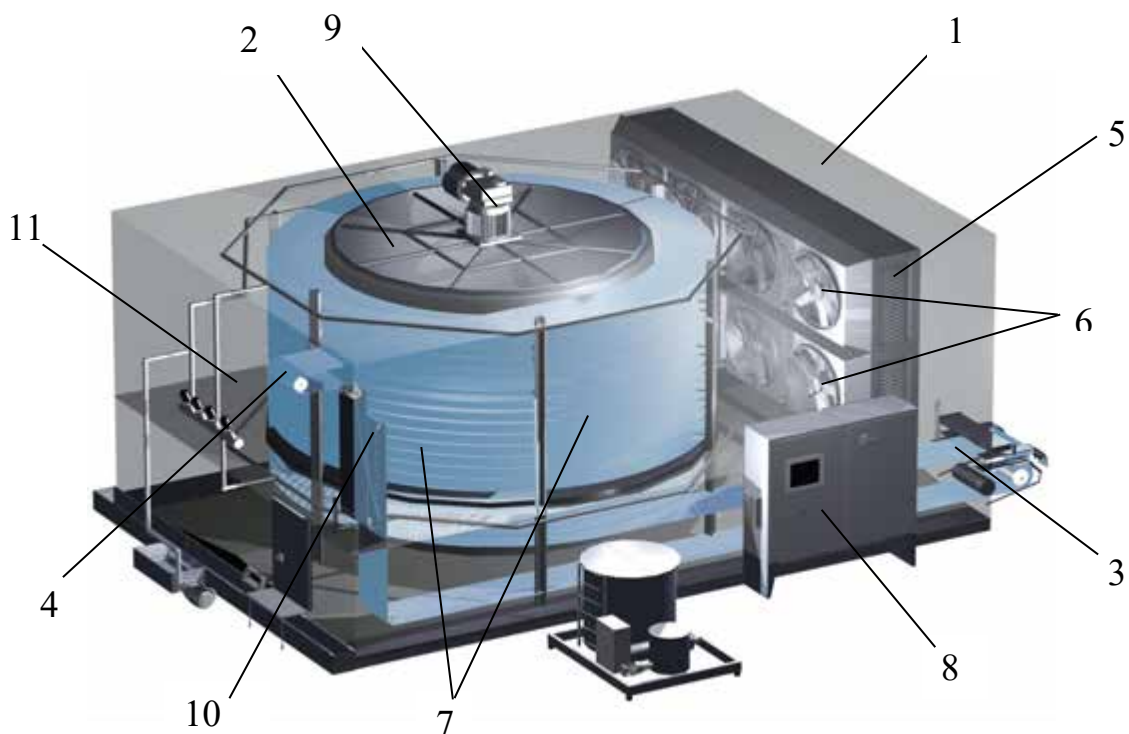


Рис. 19.25. Морозильна установка спірального типу: 1 – теплоізоляційний корпус; 2 – барабан; 3, 4 – блоки входу та виходу продукту; 5 – випарник, 6 – вентилятори; 7 – конвеєрна стрічка транспортера; 8 – шафа управління; 9 – привод барабана з редуктором; 10 – перекидач стрічки транспортера; 11 – майданчик обслуговування

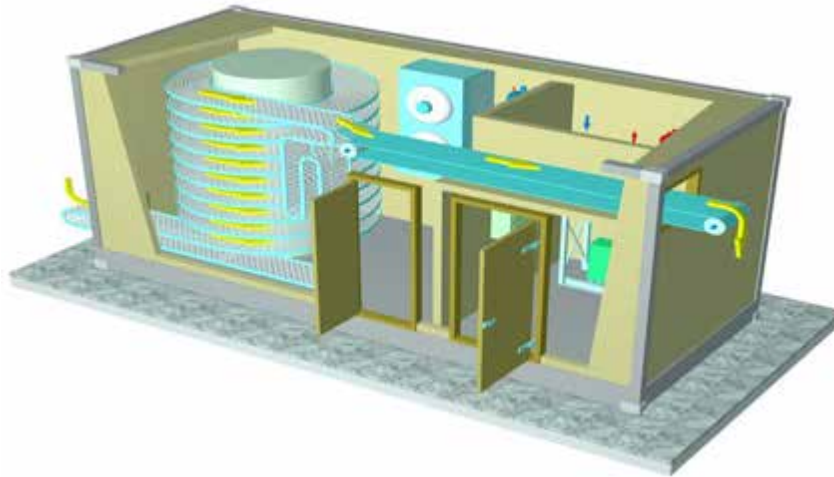
Особливість морозильних установок зі спіральним конвеєром полягає в тому, що для зменшення габаритних розмірів установки конвеєру надають складну просторову конфігурацію, наприклад конструкція установки включає барабан, навколо якого у вигляді спіралі переміщується стрічковий конвеєр.

Процес заморожування здійснюється таким чином. Продукт подають на завантажувальний конвеєр 3 установки, який транспортує його в зону заморожування. У теплоізольованій камері 1 конвеєрна стрічка 7 рухається по спіралі знизу вгору навколо вертикального обертового барабана 2. У верхній частині барабана конвеєрна стрічка через блок 4 виходить назовні для зняття замороженого продукту. Потім вона через натяжну станцію й напрямні ролики проходить пристрій для автоматизованої санітарної мийки і сушіння та вертається до завантажувальної сторони морозильної установки.

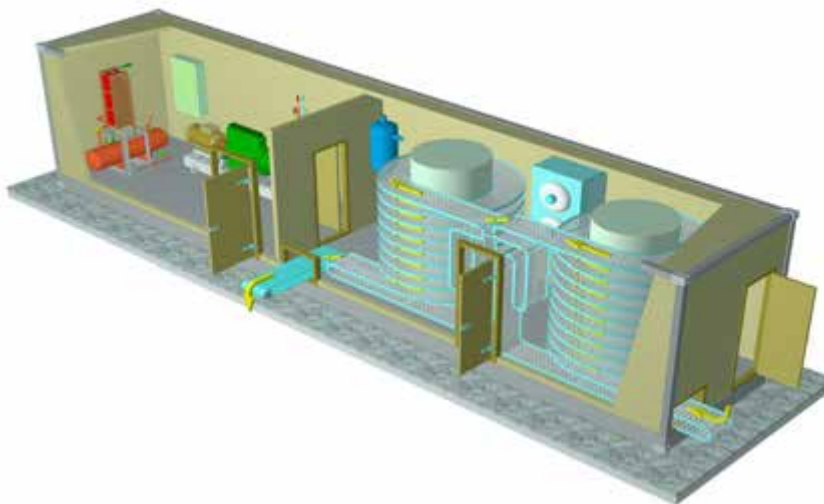
Заморожування продукту відбувається в потоці холодного повітря що подається від випарника 5 у горизонтальному напрямку. Залежно від виду заморожуваного продукту швидкість повітря може бути в межах від 2 до 6 м/с. Час заморожування задається зміною швидкості руху конвеєра.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

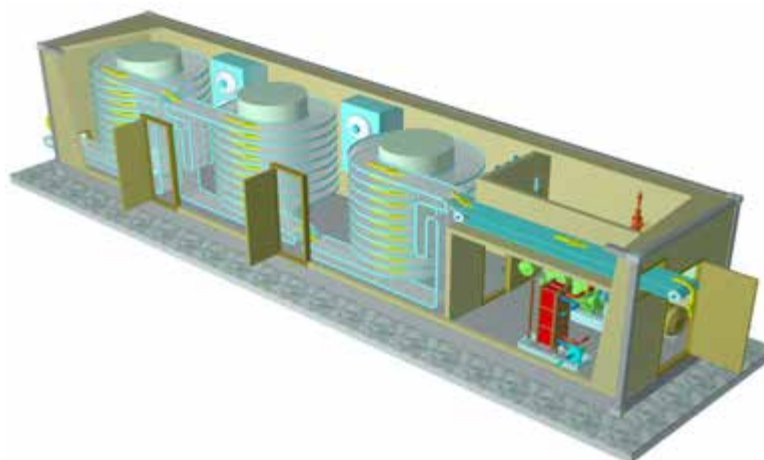
Конвеєри конструктивно виконуються у вигляді однієї (рис. 19.26, а), двох (рис. 19.26, б), або трьох спіралей (рис. 19.26, в). Крім того, можливе різне взаємне розташування ділянок завантаження і вивантаження продукції.



а



б



в

Рис. 19.26. Конструктивне виконання морозильних установок спірального типу:
а – односпіральної; б – двоспіральної; в – триспіральної

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Висока вартість спірального конвеєра виправдовується рядом переваг: універсальність, тобто можливість заморожування будь-якого виду продукції, компактність, максимальна швидкість заморожування продукту, що досягається оптимальним розподілом потоків холодного повітря. Такі установки не потребують спеціальних пристроїв для передачі продукту з одного ярусу на інший.

Для заморожування дрібної сировини застосовують повітряні морозильні установки, які заморожують продукт у щільному зваженому повітряному (псевдорозрідженому) шарі, товщину якого регулюють залежно від розміру й теплофізичних характеристик продукту.

Метод флюїдизації полягає в тому, що сировина заморожується розсипом і кожна частинка переходить у зважений стан в потоці холодного повітря, що надходить від низу до верху. В процесі заморожування сировина знаходиться в постійному русі, в результаті чого досягаються хороше її перемішування і контакт з охолоджуючим середовищем.

Випускаються установки моделей М і W. Продуктивність моделі М (рис. 19.27, а) менша, ніж моделі W (рис. 19.27, б). Крім того, моделі розрізняються компонованням.

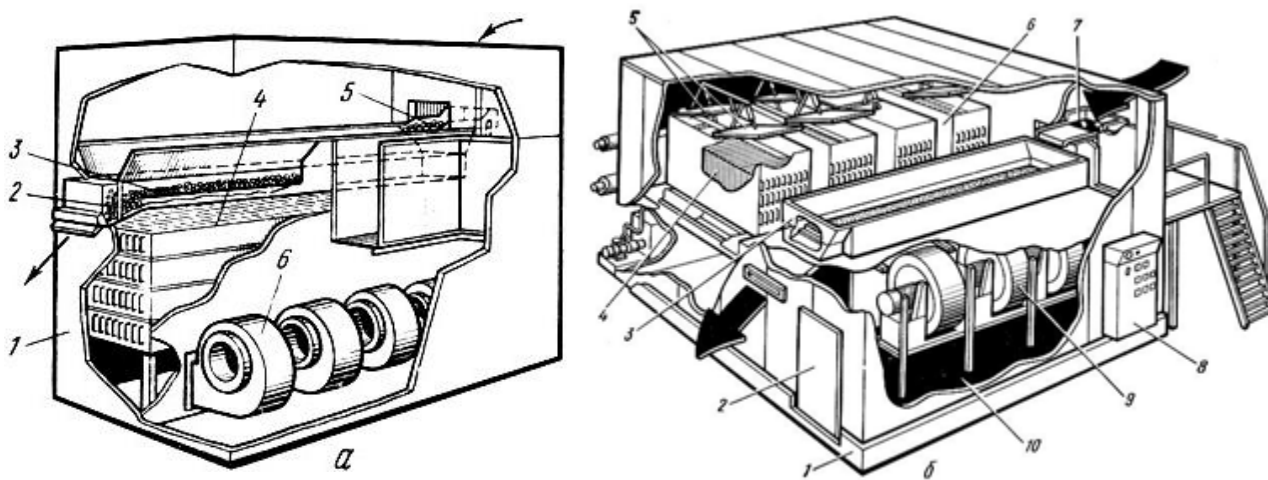


Рис. 19.27. Флюїдизаційна морозильна установка:

- а – модель М: 1 – теплоізольована камера; 2 – заслінка; 3 – перфорований лоток; 4 – повітроохолоджувач; 5 – завантажувальний пристрій; 6 – вентилятори;
- б – модель W: 1 – теплоізольована камера; 2 – двері; 3 – перфорований лоток; 4 – батареї повітроохолоджувача; 5 – зрошувальний пристрій для розмерзання; 6 – корпус повітроохолоджувача; 7 – завантажувальний пристрій; 8 – щит управління; 9 – вентилятори; 10 – всмоктувальна камера вентиляторів

Установка моделі М складається з термоізолюваному камери 1, в якій розміщені повітроохолоджувачі 4 з вентиляторами 6 і перфорований лоток 3 для транспортування продукту при заморожуванні. Лоток 3 розташований безпосередньо під повітроохолоджувачем 4.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Повітря за допомогою відцентрових вентиляторів 6, приєднаних безпосередньо до напірної камери, подається в напірну камеру, проходить через охолоджуючі батареї, перфорований лоток 3, по якому рухається продукт, через шар продукту і повертається до всмоктувальних патрубків вентиляторів.

В апараті W повітроохолоджувачі 4 розташовані збоку від конвеєрної частини апарату. Відцентровими вентиляторами 9 повітря нагнітається в напірну камеру, проходить через перфоровану лоток 3, по якому рухається продукт, через шар продукту, далі через охолоджуючі батареї повітроохолоджувачів і повертається до усмоктувальних патрубків 10 вентиляторів.

Температура повітря в апараті підтримується від -35 до -40°C . Тривалість заморожування залежить від виду продукту, його розмірів і властивостей та становить 10...20 хв.

У плиткових морозильних установках продукт заморожується між плитами, охолоджуваними холодоагентом. Плиткові установки бувають із вертикальним (рис. 19.28, а), горизонтальним (рис. 19.28, б) і радіальним розташуванням плит, між якими розміщують продукт, що заморожується.



а



б

Рис. 19.28. Плиткові морозильні установки із вертикальним (а) та горизонтальним (б) розташуванням плит

Горизонтальна плиткова установка (рис. 19.29) виконана у вигляді термоізованого прямокутного корпусу, усередині якого розташовані рухливі горизонтальні теплообмінні плити 3. У протилежні по діагоналі кутах корпусу розміщено два вертикальні гідроциліндри 1, у верхній частині зв'язаних діагональною траверсою 2, яка через навантажувальну раму передає зусилля на теплообмінні плити. У двох кутах корпусу розташовано два вертикальні колектори для підведення холодоагенту до плит і відводу від них. Із широкої бічної сторони установки розташований завантажувальний проріз, який закривається двошаровою шторою.

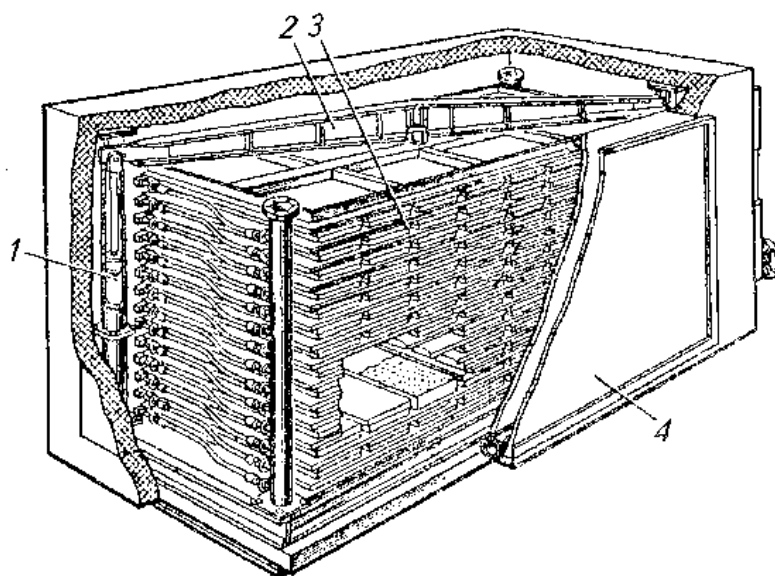


Рис. 19.29. Горизонтальна плиткова установка:
1 – гідроциліндри; 2 – траверса; 3 – плити; 4 – штори

М'ясо, що заморожується, укладають у блок-форми й завантажують між плитами. На час завантаження плити розсовують, після її закінчення їх зрушують, і починається заморожування з підпресуванням. Завантажують і вивантажують продукт вручну.

Кріогенне заморожування харчових продуктів рідким азотом протікає швидко і при дуже низьких температурах. Існує кілька способів заморожування харчових продуктів за допомогою рідкого азоту: при безпосередньому контакті з газоподібним азотом; зануренням в азот; зрошенням рідким азотом. При звичайних умовах азот – інертний газ без запаху і смаку. Отримують азот шляхом зрідження повітря з подальшим його розподілом на азот і кисень в ректифікаційних колонах, використовуючи різниці температур кипіння при атмосферному тиску: -196°C для азоту, а для кисню -183°C .

Рідкий азот зберігають у герметичних ємностях при тиску $1,6 \cdot 10^5$ Па. Його вводять у тунельний апарат у вигляді аерозолі після дроселювання до 10^5 Па. При цьому тиску він досягає температури -196°C . Випаровуючись, кріоагент нагрівається до -20°C . Холодопродуктивність рідкого азоту 380 кДж/кг.

Заморожування кріогенним способом скорочує тривалість і підвищує швидкість процесу. Однак збільшення швидкості може служити й недоліком процесу, тому що через різке переохолодження поверхневих шарів виникають внутрішні напруження, що приводять до порушення структури продукту. Для виключення цього явища кріогенне заморожування продукту проводять із використанням багатозонного принципу, найчастіше тризонного. Це дозволяє використовувати пари кріоагенту після його випаровування в зоні заморожування (зона II) для попереднього охолодження (зона I) і вирівнювання температури по товщині продукту (зона III) (рис. 19.30).

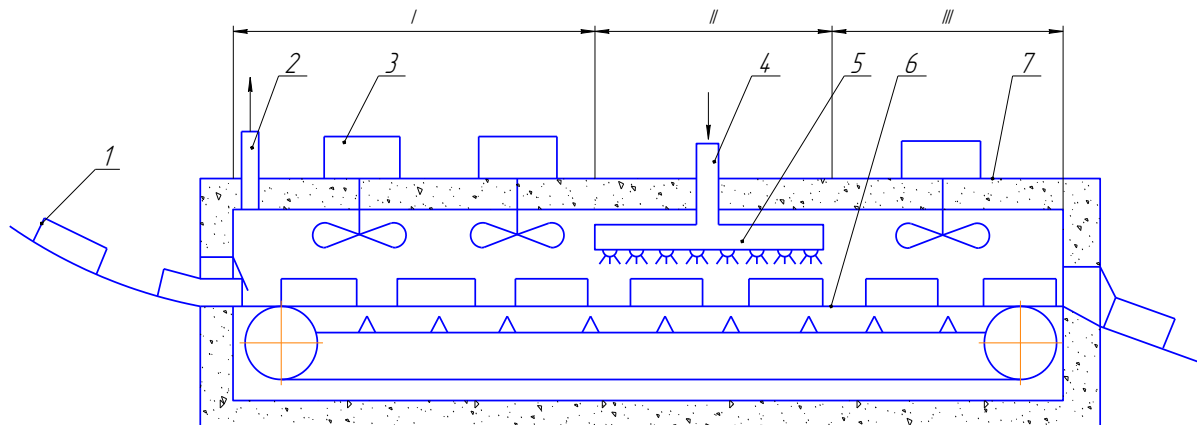


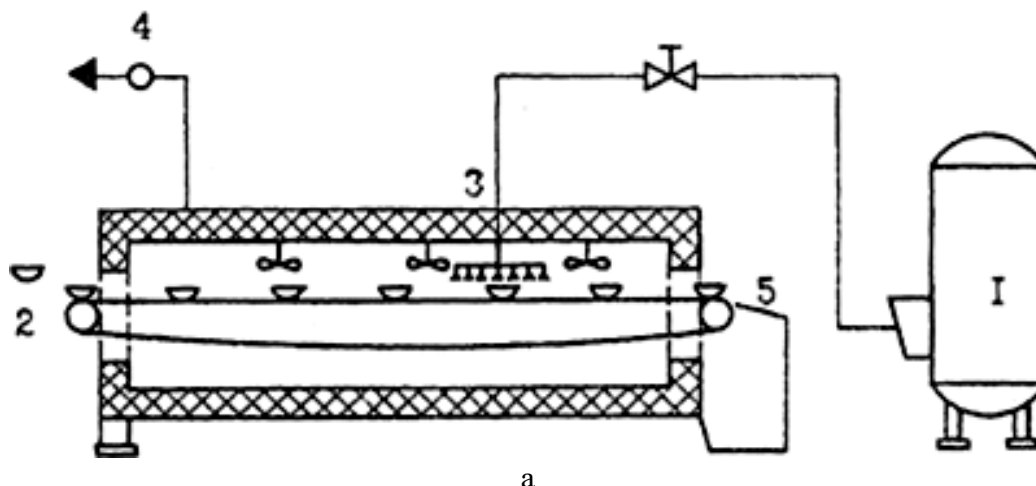
Рис. 19.30. Схема тунельного криогенного морозильного апарату з розпиленням рідкого азоту: I – зона попереднього охолодження продукту; II – зона зрошування (заморожування); III – зона вирівнювання температури продукту; 1 – продуктивний блок; 2 – трубопровід для відведення газоподібного азоту; 3 – вентилятор; 4 – трубопровід для подачі рідкого азоту; 5 – розпилювальний пристрій; 6 – продуктивний конвеєр; 7 – теплоізолюваний короб

Пари азоту з зони заморожування II за допомогою вентилятора 3 направляються в I зону попереднього охолодження, де продукт 1 охолоджується до -1°C . Потім продукт надходить в зону заморожування II, а звідти в зону вирівнювання температур III за об'ємом продукту до середньої кінцевої температури. Азот виходить з установки з температурою $-50\ldots-60^{\circ}\text{C}$. У такій установці відсутнє машинне охолодження, вона проста в обслуговуванні, в ній не потрібне постійне джерело енергії, отже відсутня система відтавання.

Багатозонні криогенні морозильні установки виконуються у вигляді тунелів з горизонтальними (рис. 19.31) або спіральними конвеєрами (рис. 19.32). Продуктивність таких установок $150\ldots1500$ кг/год, довжина тунелю змінюється в межах 7...15 м, витрата рідкого азоту для заморожування 1 кг продукту становить 1,2...1,5 кг, температура вихідних парів азоту $-50\ldots-70^{\circ}\text{C}$.

Головна перевага криогенних морозильних установок – безпосередній контакт джерела холоду із продуктом. Це запобігає втратам кріоагенту при проходженні мережі циркуляції, що необхідно в холодильній машинній системі, скорочує втрати маси продукту за рахунок усушування, зберігає якість і товарний вигляд продукту. Основний недолік криогенних морозильних установок полягає в одноразовому використанні вартісного кріоагенту.

Кріогенний апарат тунельних типу АСТА (рис. 19.33) призначений для заморожування харчових продуктів – м'яса, м'ясопродуктів, птиці, риби, ягід, фруктів, овочів, ендокринно-ферментної сировини. Він складається з наступних основних частин: рами з плоскою теплоізолюваною плитою; сітчастого стрічкового конвеєра з ланцюговою передачею; механізму приводу конвеєра; теплоізолюваного короба з циркуляційними вентиляторами; системи форсунок і трубопроводу для подачі рідкого азоту в робочу камеру апарату; пульта управління і контрольно-вимірювальних приладів. Теплоізолюваним коробом є сталевий двошаровий каркас з іржостійкої сталі, заповнений теплоізоляцією із пінополіуретану.



а

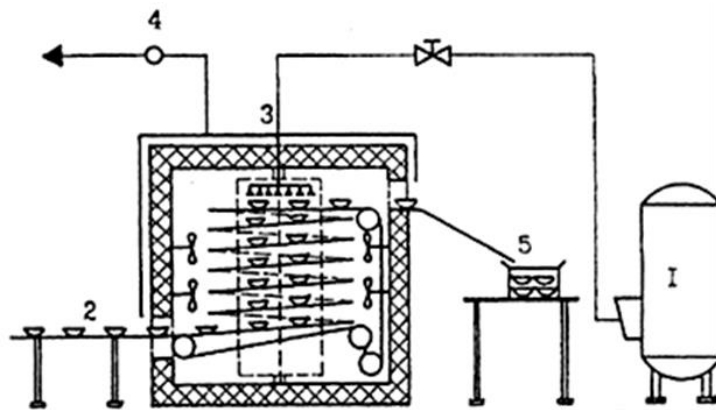


б

Рис. 19.31. Тунельна кріогенна морозильна установка з горизонтальними конвеєрами:
а – схема: 1 – танк для зберігання кріоагенту ; 2 – вхід продуктів; 3 – система подачі
рідкого кріоагенту ; 4 – відсмоктування парів аенту ; 5 – вихід замороженого
продукту; б – загальний вигляд

Відсмоктування відпрацьованих парів азоту з апарата здійснюється через систему вентиляційних коробів, встановлених на рамі з боку входу продукту. Подача рідкого азоту передбачена від спеціальної цистерни ЦТК-8/0,25 на форсунки в 2-й зоні апарата. Газоподібний азот, що утворюється при випаровуванні рідкого азоту, за рахунок осьових вентиляторів з різноспрямованим обертанням та системи відсмоктування, подається в 1-шу зону апарата назустріч продукту, який подається на заморожування.

Привод сітчастого конвеєра передбачений від електродвигуна постійного струму через редуктор і ланцюгову передачу. Це дозволяє забезпечити широкий діапазон зміни швидкості руху конвеєра. Привод механізму підймання теплоізовованого короба електромеханічний.



а



б

Рис. 19.32. Тунельна кріогенна морозильна установка з спіральним конвеєром:
а – схема: 1 – танк для зберігання кріоагенту; 2 – вхід продуктів; 3 – система подачі рідкого кріоагенту; 4 – відсмоктування парів агента; 5 – вихід замороженого продукту; б – загальний вигляд

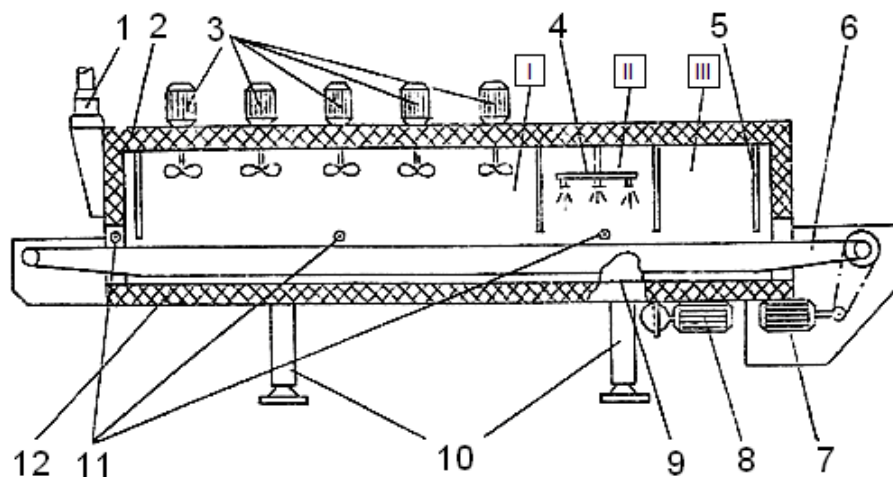


Рис. 19.33. Принципова схема азотного морозильного тунельного апарату (АСТА):
I – зона попереднього охолодження парами азоту; II – зона зрошування рідким азотом;
III – зона вирівнювання температури; 1 – система відсмоктування парів азоту;
2 – теплоізований підймальний короб; 3 – осьовий вентилятор; 4 – рідинно-азотний колектор з форсунками; 5 – гнучка штора; 6 – сітчастий конвеєр; 7 – привод конвеєра;
8 – привод підймання теплоізованого короба; 9 – ущільнення; 10 – опора з механізмом підймання короба; 11 – датчик температури; 12 – теплоізована плита

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Найпродуктивніші холодильні установки з використанням азоту поставляються з країн Європи. Вітчизняні аналоги таких установок поки що неконкурентоспроможні, тому що при однаковому рівні цін (40...50 тисяч доларів за установку) мають меншу потужність (максимально 800 кг/год), але більші витрати холодоагенту (близько 1 кг холодоагенту на 1 кг продукту). Кріогенні морозильні установки європейського виробництва мають максимальну продуктивність до 1200 кг/год при витратах холодоагенту, в середньому, 0,7 кг/1 кг продукту.

Відомі також автопотяги з одночасним кріогенним заморожуванням та перевезенням харчових продуктів на відстань до 1200 км (рис. 19.34). Холодильна система автопотягів дозволяє заморожувати продукт в місцях його виробництва (використовується установка АСТА) і доставляти у замороженому вигляді до споживача, або на холодильні склади для зберігання. Азотна система охолодження авторефрижератора працює таким чином. Рідкий азот з кріогенної місткості за системою трубопроводів подається під тиском до форсунок і розбризкується у вигляді туману. Заданий рівень температури в камері кузова підтримується автоматично.

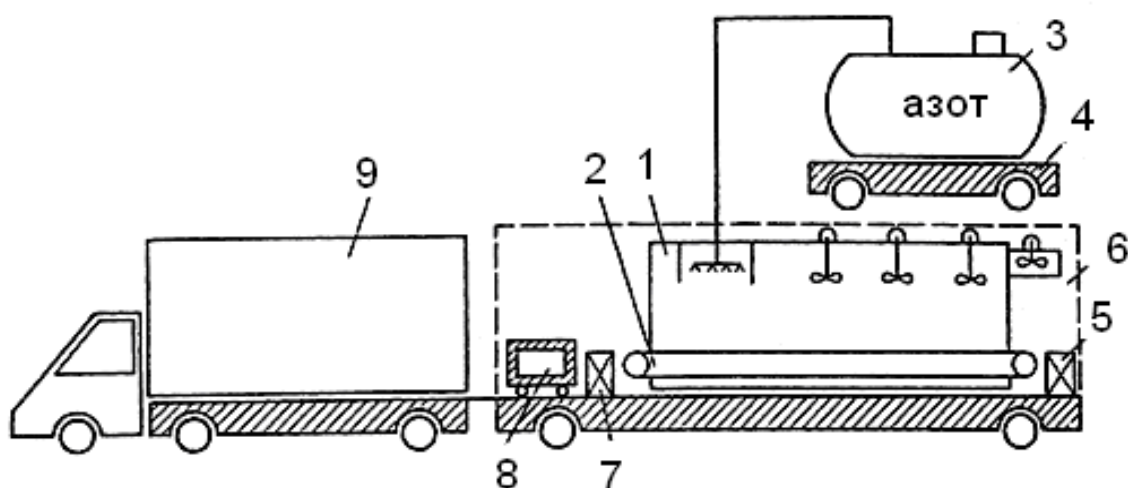


Рис. 19.34. Проточна азотна система мобільного холодопостачання для заморожування і транспортування харчових продуктів: 1 – азотний швидкоморозильний апарат; 2 – конвеєр; 3 – цистерна з рідким азотом; 4 – автопричіп; 5 – стіл для підготовки продукту; 6 – брезентовий тент; 7 – стіл для сортування та укладання; 8 – ізотермічний контейнер-наповнювач; 9 – авторефрижератор

Установка для заморожування пельменів рідким азотом представлена на рис. 19.35. Штампування і заморожування пельменів здійснюється безпосередньо на металевій стрічці 16 конвеєра з корозійностійкої сталі, над якою встановлено пельменний апарат 1. На рамі конвеєра встановлена ізотермічна морозильна камера 17 з подвійними стінками із поворотною заслінкою 2. В камері встановлені чотири температурні зони. У зоні попереднього охолодження 3 продукт охолоджується холодними парами газоподібного азоту. У зоні штампування 10 тістова трубка з фаршем подається під штамп, де утворюються пельмені.

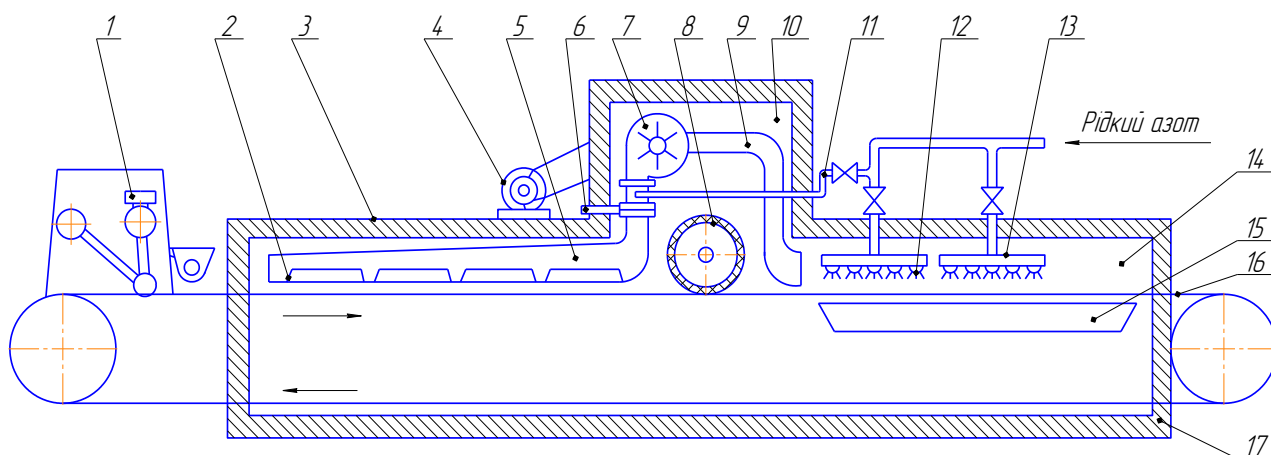


Рис. 19.35. Принципова схема установки для заморожування пельменів рідким азотом

1 – пельменний апарат; 2 – заслінка; 3 – зона попереднього охолодження; 4 – електродвигун; 5 – повітропровід; 6 – шиберна заслінка; 7 – вентилятор; 8 – штампувальний пельменний барабан; 9 – повітропровід; 10 – зона штамповки; 11 – трубопровід подачі рідкого азоту; 12 – зона зрошення; 13 – зрошувальні колектори; 14 – зона вирівнювання температури; 15 – піддон; 16 – металева стрічка; 17 – ізоtermічна морозильна камера

У зоні зрошення 12 пельмені заморожуються шляхом зрошення їх рідким азотом, що надходить з ємності під надлишковим тиском. У зоні вирівнювання температур 14 встановлюється однакова температура по всій масі продукту. У зоні попереднього охолодження розміщується нагнітальний повітропровід 5 прямокутного перерізу з щільними насадками, повернутими до стрічки, і двома шиберними заслінками 6, що дозволяють регулювати кількість газу, що подається, змінювати його швидкість і напрямок руху над продуктом.

Для отримання та підбору необхідних температур в повітропровід врізаний трубопровід подачі рідкого азоту 11, який, випаровуючись, охолоджує повітряний потік до $-50...-120^{\circ}\text{C}$. У зоні штампування встановлено штампувальний пельменний барабан 8 і вентилятор 7 з електродвигуном 4 для нагнітання парів азоту за допомогою повітропроводу 9, що утворюються в зоні зрошення, в зону попереднього охолодження.

У зоні зрошення встановлено три колектори 13 з десятима форсунками на кожному для розпилення рідкого азоту при температурі -196°C . Для збору не випаруваного рідкого азоту під стрічкою конвеєра встановлений піддон 15 з корозійностійкої сталі. При переповненні піддону азот насосом знову подається в форсунки, при цьому перекривається соленоїдний вентиль на трубопроводі подачі рідкого азоту з ємності.

Зона вирівнювання температур спеціально не охолоджує, але через близьке розташування зони зрошення в ній досягається температура $-19...-60^{\circ}\text{C}$. Час обробки пельменів в зонах: попереднього охолодження – 60 с, штампування – 10 с, зрошення – 90 с, вирівнювання температур – 30 с. Вирівнювання температур триває 3...5 хв. Для зменшення довжини установки доцільно зону вирівнювання температур встановлювати під основною стрічкою конвеєра (під зоною зрошення).

Фреоновий апарат для заморожування штучних продуктів (рис. 19.36) відноситься до контактних апаратів, в якому продукт, що підлягає заморожуванню, поступає на стрічку вантажного конвеєра 5 із завантажувального конвеєра 1, де охолоджується рідким фреоном, що поступає із зрошувального пристрою 6. Пароподібний фреон, що утворився в результаті теплообміну, конденсується за допомогою холодильної машини на поверхні конденсатора 4, розташованого над зрошувачем. Фреон, який сконденсувався, стікає в піддон 9 і знову подається насосом 10 у зрошувальний пристрій 6. Заморожений продукт 8, за допомогою розвантажувального конвеєра 7, виводиться з апарата. Фреоновий апарат розташований у теплоізовльованому коробі 3.

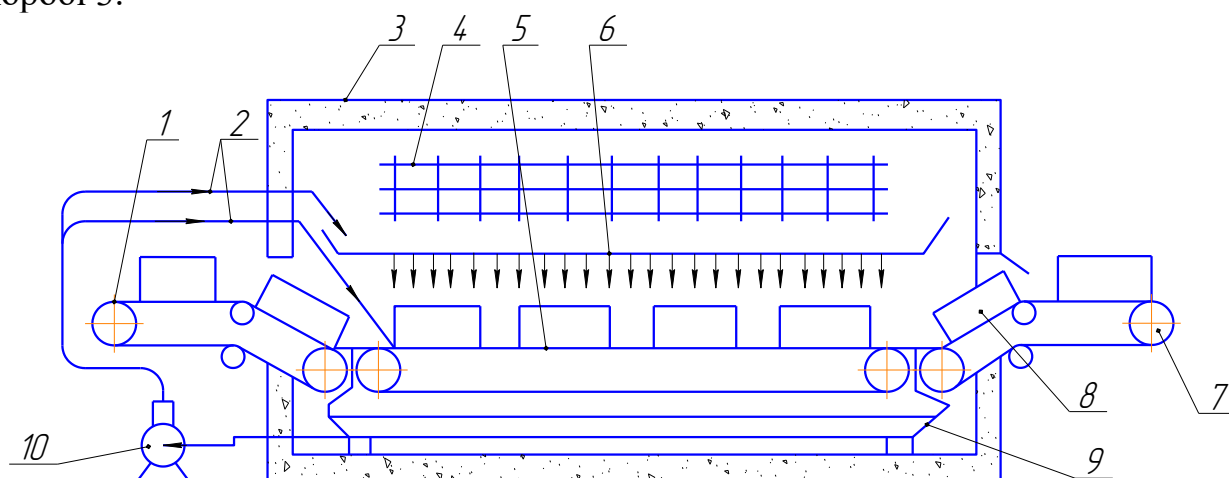


Рис. 19.36. Схема фреонового морозильного апарата:

1 – конвеєр завантажувальний; 2 – трубопровід подачі рідкого фреону; 3 – теплоізовльований короб; 4 – конденсатор; 5 – продуктовий конвеєр; 6 – зрошувальний пристрій; 7 – конвеєр вивантаження продукту; 8 – блок заморожуваного продукту; 9 – піддон; 10 – насос

19.4. Інженерні розрахунки

При розрахунку охолоджувачів визначають кількість теплоти, що відводиться, продуктивність апаратів, теплові баланси і поверхні теплообміну, витрата охолоджуючої рідини.

Кількість теплоти, що відводиться (Дж/кг), при охолодженні жиру до повного загущення (кристалізації):

$$q = c_n(t_n - t_3) + r_{\text{ж}} + c_k(t_3 - t_k), \quad (19.1)$$

де c_n , c_k – питома теплоємність розплавленого і застиглого жиру, Дж/(кг·К); t_n , t_3 , t_k – температури жиру початкова, застигання і кінцева, °С; $r_{\text{ж}}$ – прихована теплота кристалізації жиру, Дж/кг.

Для розрахунків можна приймати $c_n = 2300$ Дж/(кг·К), $c_k = 1460$ Дж/(кг·К), $r_{\text{ж}} = (1,21 \dots 1,46) \cdot 10^5$ Дж/кг.

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Температури початку застигання жирів: яловичого 34...38°C, баранячого 34...35°C, свинячого 22...23°C.

Якщо жир охолоджується до температури вище застигання, то кількість теплоти (Дж/ кг):

$$q = c_n(t_n - t_k). \quad (19.2)$$

Для орієнтовних розрахунків можна прийняти наступні значення коефіцієнта теплопередачі k [Вт/(м²·К)]: для котлів з мішалкою 550...600, для циліндрових апаратів 700...750, для пластинчастих 1000... 1100.

Продуктивність (кг/с) охолоджувачів періодичної дії:

$$M = G/\tau_{\text{ц}} = V \cdot \varphi \cdot \rho / (\tau_{\text{охл}} + \tau_{\text{п.з}}), \quad (19.3)$$

де G – маса одноразової завантаження, кг; $\tau_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с; V – геометричний об'єм апарата, м³; $\varphi = 0,8...0,85$ – коефіцієнт заповнення; ρ – щільність продукту, кг/м³; $\tau_{\text{охл}}$ – тривалість охолодження, с; $\tau_{\text{п.з}}$ – тривалість підготовчо-заключних операцій, с.

Розрахунок циліндричних охолоджувачів

Продуктивність (кг/с) циліндричних охолоджувачів безперервної дії:

$$M = F_{\text{ц}} v_{\text{ос}} \cdot \rho = (\pi/4)(D_{\text{ц}}^2 - D_{\text{в}}^2) \varphi v_{\text{ос}} \cdot \rho, \quad (19.4)$$

де $F_{\text{ц}}$ – площа поперечного перерізу продукту, м²; $v_{\text{ос}}$ – осьова швидкість руху продукту, м/с; $D_{\text{ц}}$, $D_{\text{в}}$ – діаметри: внутрішній циліндра і зовнішній витискувача, м; φ – коефіцієнт корисного використання перетину з урахуванням об'єму лопатей ($\varphi = 0,7...0,8$).

Осьова швидкість (м/с) створюється живильним насосом і може бути визначена при заданих початкових значеннях продуктивності і при передбачуваних значеннях $D_{\text{ц}}$, і $D_{\text{в}}$:

$$v_{\text{ос}} = M / [\pi(D_{\text{ц}}^2 - D_{\text{в}}^2) \varphi \cdot \rho]. \quad (19.5)$$

Площа поверхні теплообміну при охолодженні жиру F (м²) при заданій продуктивності M визначають за формулою:

$$F = M \cdot q(k \cdot \Delta t), \quad (19.6)$$

де q – питома кількість теплоти, що відводиться від жиру при охолодженні, Дж/кг; k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К); Δt – середньоарифметична або середньологарифмічна різниця початкової і кінцевої температур продукту, К.

Знаючи площу поверхні теплопередачі і периметр циліндра $\Pi = \pi D_{\text{ц}}$, визначаємо сумарну довжину (м) циліндра:

$$L = F / \Pi. \quad (19.7)$$

За сумарною довжиною визначають раціональні довжини і число окремих циліндрів в апараті.

Розрахунок установок для охолодження ковбас

Тривалість охолодження (τ) водою визначають через темп охолодження

$$\tau = \left(\ln \frac{t_0 - t_c}{t_1 - t_c} \right) / m, \quad (19.8)$$

де t_c – середня температура охолоджуючої води, °C; t_0, t_1 – температура в центрі батона на початку і кінці процесу, °C; m – темп охолодження, с⁻¹.

Темп охолодження (m) визначають за формулою:

$$m = 4\psi\alpha / (c_p \rho d), \quad (19.9)$$

де ψ – коефіцієнт нерівномірності розподілу температури ($\psi = 0,9$), α – коефіцієнт тепловіддачі від води до продукту, Вт/(м²·К); c_p – теплоємність фаршу при охолодженні ($c_p = 3,56 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)); ρ – щільність фаршу, кг/м³; d – діаметр батону, м.

Коефіцієнт тепловіддачі при зрошенні водою з урахуванням опору ковбасної оболонки дорівнює 41...58 Вт/(м²·К), при гідроаерозольному – 57...81 Вт/(м²·К).

Тепловий баланс охолодження і витрата холодоносіїв визначаються за загальними формулами для конвективного теплообміну.

Розрахунок обладнання для заморожування

Воду, яка перетворилася на лід, в холодильній технології називають виморожена. Кількість вимороженої води, кг:

$$w = \left(1 - W_{\text{зв}} \frac{1 - W}{W} \right) \left(1 - \frac{t_{\text{кр}}}{t} \right), \quad (19.10)$$

де $W_{\text{зв}}$ – вміст зв'язаної води, кг/кг сухих речовин; W – загальний вміст води в продукті, кг/кг продукту; $t_{\text{кр}}$ – кріоскопічна температура продукту, °C; t – температура, при якій ведуть розрахунок, °C.

Тривалість робочого циклу заморожування, год:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{охол}} + \tau_{\text{зам}}, \quad (19.11)$$

де $\tau_{\text{охол}}$ – тривалість охолодження продукту від початкової температури до кріоскопічної, с; $\tau_{\text{зам}}$ – тривалість заморожування продукту від кріоскопічної температури до кінцевої середньооб'ємної, год.

Тривалість охолодження продукту, год:

$$\tau_{\text{охол}} = L^2 \cdot Fo / a, \quad (19.12)$$

де L – визначальний розмір продукту, м (для продуктів, що мають форму пластини – половина товщини; мають форму кулі – радіус R), Fo – критерій Фур'є:

$$Fo = 0,56 \left[\frac{Bi + 3}{3Bi} \ln \left(\frac{t_{\Pi} - t_{\text{сер}}}{t_{\text{кр}} - t_{\text{сер}}} \right) + Fo' \right], \quad (19.13)$$

де t_{Π} – початкова температура продукту, °C; $t_{\text{сер}}$ – температура середовища в камері заморожування, °C; $t_{\text{кр}}$ – криоскопічна температура продукту, °C; Bi – критерій Біо:

$$Bi = \alpha L / \lambda_{\text{в}}, \quad (19.14)$$

де $\lambda_{\text{в}}$ – теплопровідність повітря при його температурі в камері, Вт/(м·К); Fo' – критерій Фур'є для першої стадії процесу охолодження:

$$Fo' = \frac{1}{12} + \frac{1}{3Bi} - \left(\frac{2}{3Bi^2} \right) \ln(1 + 0,5Bi). \quad (19.15)$$

Тривалість заморожування продукту від криоскопічної температури до кінцевої середньооб'ємної, год:

для тіл у формі пластини:

$$\tau = \frac{\rho_{\text{зам}} q L}{t_{\text{кр}} - t_{\text{сер}}} \left(\frac{L}{2\lambda_{\text{зам}}} + \frac{1}{\alpha} \right); \quad (19.16)$$

для тіл у формі кулі:

$$\tau = \frac{\rho_{\text{зам}} q R}{3(t_{\text{кр}} - t_{\text{сер}})} \left(\frac{L}{2\lambda_{\text{зам}}} + \frac{1}{\alpha} \right); \quad (19.17)$$

де $\rho_{\text{зам}}$ – щільність замороженого продукту, кг/м³ ($\rho_{\text{зам}} = \rho_{\text{нез}}$); q – питома кількість теплоти, що відводиться від продукту при заморожуванні від криоскопічної до кінцевої середньооб'ємної температури, Дж/кг; L, R – визначальний розмір продукту, м; $\lambda_{\text{зам}}$ – теплопровідність замороженого продукту, Вт/(м·К); α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт / (м² · К).

Розрахунок морозильних установок розглянемо на прикладі повітряної конвеєрної морозильної установки, в якій продукти заморожують зазвичай в блок-формах. Об'єм замороженого блока, м³:

$$V = l_{\text{бл}} \cdot b_{\text{бл}} \cdot \delta_{\text{бл}}, \quad (19.18)$$

де $l_{\text{бл}}, b_{\text{бл}}, \delta_{\text{бл}}$ – відповідно довжина, ширина та товщина блоку, м.

Маса замороженого блоку, кг:

$$m_{\text{бл}} = V \cdot \rho \quad (19.19)$$

Місткість морозильного апарата установки, кг:

$$M_a = G \cdot \tau, \quad (19.20)$$

де G – продуктивність морозильної установки, кг/год; τ – тривалість знаходження продукту в апараті, с.

Число блоків продукту в апараті:

$$z_{\text{бл}} = M_a / m \quad (19.21)$$

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

Довжина ланцюга конвеєра морозильної установки, м:

$$L_{\text{ц}} = z_{\text{бл}} \cdot b, \quad (19.22)$$

де b – відстань між осями блок-форми, м.

Швидкість руху конвеєра, м/с:

$$v_{\text{к}} = L/\tau \quad (19.23)$$

Число гілок конвеєра:

$$z_{\text{в}} = L/L_{\text{к}}, \quad (19.24)$$

де $L_{\text{к}}$ – довжина конвеєра, м. Якщо передбачено завантаження і вивантаження продукту з торцевої стінки, то $z_{\text{в}}$ повинно бути парним.

Теплове навантаження на холодильне обладнання установки, Дж:

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{р}} + Q_{\text{ст}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{в}}, \quad (19.25)$$

де $Q_{\text{огр}}$ – теплонадходження через огороження камери, Дж; $Q_{\text{р}}$ – кількість теплоти, що відводиться від продукту при заморожуванні, Дж; $Q_{\text{ст}}$ – теплове навантаження від сталевих конструкцій конвеєра, Дж; $Q_{\text{ф}}$ – теплове навантаження від блок-форм, Дж; $Q_{\text{в}}$ – експлуатаційні теплонадходження від роботи електродвигунів вентиляторів, Дж:

$$Q_{\text{в}} = (0,1 \dots 0,2) Q_{\text{р}} \quad (19.26)$$

Кількість теплоти, що відводиться від продукту $Q_{\text{р}}$ визначається із формули:

$$Q_{\text{р}} = m_{\text{р}} c (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}), \quad (19.27)$$

де $m_{\text{р}}$ – маса матеріалу, кг; c – питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·К); $t_{\text{п}}$, $t_{\text{к}}$ – відповідно початкова та кінцева температура продукту, °С.

Якщо при заморожуванні (або повторному заморожуванні після часткового відтавання) продукт знаходиться в упаковці, то враховують кількість теплоти, необхідної на охолодження упаковки, Дж:

$$Q_{\text{уп}} = m_{\text{уп}} c_{\text{уп}} (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}), \quad (19.28)$$

де $m_{\text{уп}}$ – маса матеріалу, з якого виготовлена упаковка, кг; $c_{\text{уп}}$ – питома теплоємність матеріалу упаковки, Дж/(кг·К); $t_{\text{п}}$, $t_{\text{к}}$ – відповідно початкова та кінцева температура пакувального матеріалу, °С.

Теплове навантаження від сталевих конструкцій конвеєра, Дж:

$$Q_{\text{ст}} = m_{\text{ст}} c_{\text{ст}} (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}) \quad (19.29)$$

Теплове навантаження від блок-форм, Дж:

$$Q_{\text{ф}} = m_{\text{ф}} c_{\text{ф}} (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}), \quad (19.30)$$

де $m_{\text{ст}}$, $m_{\text{ф}}$ – маса сталевих деталей конвеєра та маса блок-форм відповідно, кг;

Після визначення теплового навантаження підбирають холодильний агрегат. Витрата повітря, що подається через живий переріз морозильної камери, м³:

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

$$V_{\text{пов}} = v_{\text{жп}} \cdot F_{\text{жп}}, \quad (19.31)$$

де $v_{\text{жп}}$ – швидкість руху повітря в живому перерізі камери, м/с; $F_{\text{жп}}$ – площа живого перерізу, що визначається як внутрішня площа поперечного перерізу камери за винятком площі, займаної конвеєром, м².

Площа поверхні повітроохолоджувача, м²:

$$F = \frac{Q_{\text{в}}}{k_{\text{пов}} \Delta t}, \quad (19.32)$$

де $k_{\text{пов}}$ – коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувача, Вт/(м² · К), $k_{\text{пов}} = 12$ Вт/(м² · К); Δt – середня логарифмічна різниця температур, К.

За значенням $F_{\text{жп}}$ підбирають повітроохолоджувач. Для розрахунку і підбору вентилятора визначають аеродинамічний опір руху повітря в циркуляційному кільці морозильної камери.

Потужність двигуна вентилятора, кВт:

$$N = \frac{V_{\text{в}} \Delta p \eta_{\text{а}}}{\eta}, \quad (19.33)$$

де Δp – аеродинамічний опір руху повітря в циркуляційному кільці морозильної камери, Па; $\eta_{\text{а}}$ – коефіцієнт запасу потужності; η – ККД вентилятора.

Отримане значення порівнюють з попередньо прийнятим значенням $Q_{\text{в}}$ експлуатаційного теплонадходження. Розбіжність не повинна перевищувати 10...15%.

Розрахунок льодогенераторів

Фактична продуктивність льодогенератора $Q_{\text{л}}$ (кг/год):

$$Q_{\text{л}} = 3600 G_2 / T, \quad (19.34)$$

де G_2 – середня маса гранул льоду, отриманих за один цикл, кг; T – повний цикл виробництва гранул льоду, с.

Маса води $m_{\text{в}}$ (кг), яка розташована в ванні льодогенератора для заморожування:

$$m_{\text{в}} = \rho \{ l b h_{\text{в}} - [(n \pi d_{\text{ц}}^2 h_{\text{ц}}) / 4] \}, \quad (19.35)$$

де ρ – густина води, кг/м³; l – довжина ванни, м; b – ширина ванни, м; $h_{\text{в}}$ – висота шару води, м; n – кількість цапф; $d_{\text{ц}}$ – діаметр цапфи, м; $h_{\text{ц}}$ – глибина занурення цапфи в воду, м.

Теплове навантаження Q (кВт) на холодильну установку льодогенератора:

$$Q = Q_{\text{в}} + Q_{\text{м}} + Q_{\text{о}}, \quad (19.36)$$

де $Q_{\text{в}}$ – теплонадходження від води при її охолодженні, заморожуванні і охолодженні гранул льоду до кінцевої температури, кВт; $Q_{\text{м}}$ – теплонадходження від металоконструкцій, які підігріваються при

Розділ 19. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ЗАМОРОЖУВАННЯ

розставанні льоду і охолоджуваних при заморожуванні, кВт;
 Q_0 – теплонадходження від навколишнього середовища через огорожувальні конструкції льодогенератора, кВт.

$$Q_b = [c_b m_b t_b + G_l(r - c_l t_l)]/\tau_n, \quad (19.37)$$

де c_b – питома теплоємність води, кДж/(кг·К); t_b – початкова температура води, °С; G_l – маса льоду, отриманого за цикл роботи льодогенератора, кг; r – питома теплота фазового переходу, кДж/кг; c_l – питома теплоємність льоду, кДж/(кг·К); t_l – середня температура гранул льоду, °С; τ_n – час наморожування гранул льоду, с.

$$G_l = G_r(1 + y), \quad (19.38)$$

де G_r – середня маса гранул льоду, отриманих за один цикл, кг; y – масова частка льоду, що розтанув при звільненні цапф:

$$y = [(d + 2\delta)^2 - d^2] - (d_r^2 - d^2), \quad (19.39)$$

де d – діаметр цапф випарника, м; δ – товщина шару льоду, що розтанув м; d_r – зовнішній діаметр гранул льоду, м.

$$Q_M = [G_M + c_M(t_{OT} - |t_0|)]/\tau_n, \quad (19.40)$$

де G_M – маса металоконструкцій, які теплішають при таненні льоду та охолоджуються при заморожуванні, кг; c_M – питома теплоємність матеріалу випарника, кДж/(кг·К); t_{OT} – температура нагрівання випарника при розставанні, °С; t_0 – температура випаровування фреону, °С.

19.5. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Яка будова і принцип дії камер охолодження і заморожування?
2. Будова та принцип роботи тунельних морозильних установок.
3. Будова та принцип роботи морозильних флюїдизаційних тунельних установок.
4. Будова та принцип роботи морозильних конвеєрно-спіральних установок.
5. Який принцип дії і будова плиткового морозильного апарату?
6. Сутність кріогенного методу заморожування продуктів.
7. Поясніть сутність процесу заморожування рідким азотом.
8. Поясніть сутність процесу заморожування продуктів із застосуванням діоксиду вуглецю.
9. Будова та принцип роботи тунельного кріогенного морозильного апарата.
10. Будова та принцип роботи фреонового морозильного апарата.
11. Будова та принцип роботи установки для заморожування пельменів рідким азотом.

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Технологія оброблення кишок включає розбирання кишкового комплексу, механічне видалення баластних оболонок, теплові і біохімічні процеси (замочування, охолодження), а також консервування засоленням або сушінням. Стінка кишки складається з чотирьох шарів: серозного, м'язових (поздовжнього і кільцевого), підслизового і слизового. Зовні на кишках є шар жиру. Після розбирання комплексу і сортування кишок за видами звільняють їх внутрішню порожнину (операція відтискання) і видаляють із поверхні жир (операція знежирення). Далі у всіх кишок видаляють слизову оболонку, а у свинячих і баранячих кишках – серозну і м'язову. Цю операцію називають шлямуванням. Для ослаблення сил зчеплення оболонок кишки замочують у теплій воді.

Таким чином, технологічний процес оброблення кишок трудомісткий і включає ряд послідовних механічних, теплових і біохімічних операцій. При малій продуктивності він здійснюється на окремих одно, або багатоопераційних машинах із використанням ємностей для замочування і охолодження. Машини і апарати великої продуктивності комплектують у потокові лінії, які оснащують міжопераційним транспортом у вигляді шнекових і стрічкових транспортерів. При використанні подібних ліній суттєво зменшується трудомісткість і поліпшуються санітарно-гігієнічні умови для працівників.

Механічне оброблення кишок проводять на валкових, пластинчатих, щіткових і барабанних машинах, які виконують одну або одночасно кілька операцій (комбіновані машини).

20.1. Валкові машини

На валкових машинах виконуються практично всі операції механічного оброблення. В залежності від виду операцій робочими органами цих машин є металеві (сталеві) і прогумовані гладкі і рифлені валики, що встановлюються попарно або групами по три-чотири валика. Їх колова швидкість і напрямок обертання можуть збігатися зі швидкістю і напрямком руху кишок або відрізнятися від них.

При встановленні двох вальців, що обертаються з однаковою коловою швидкістю, проводиться витискання вмісту та шляму з внутрішньої порожнини. При різних швидкостях обертання вальців і руху кишок проводиться розпушування та видалення (зіскоблення) шарів з поверхні кишки.

Відтискні вальці ВО-150 (рис. 20.1) призначені для вивільнення від вмісту кишок великої рогатої худоби і свиней. Машина складається з чавунної станини 1, на якій змонтовані два горизонтальні порожнисті циліндри 2. Підшипникові опори нижнього циліндра закріплені нерухомо. Верхній циліндр встановлений в підшипникових опорах 3, які можуть переміщуватися маховиком 4 гвинтового механізму, що дає можливість регулювати зазор між циліндрами. Циліндри покриті м'якою гумою і обтягнуті тканиною (бельтингом), що підвищує коефіцієнт тертя і покращує захоплення кишок.

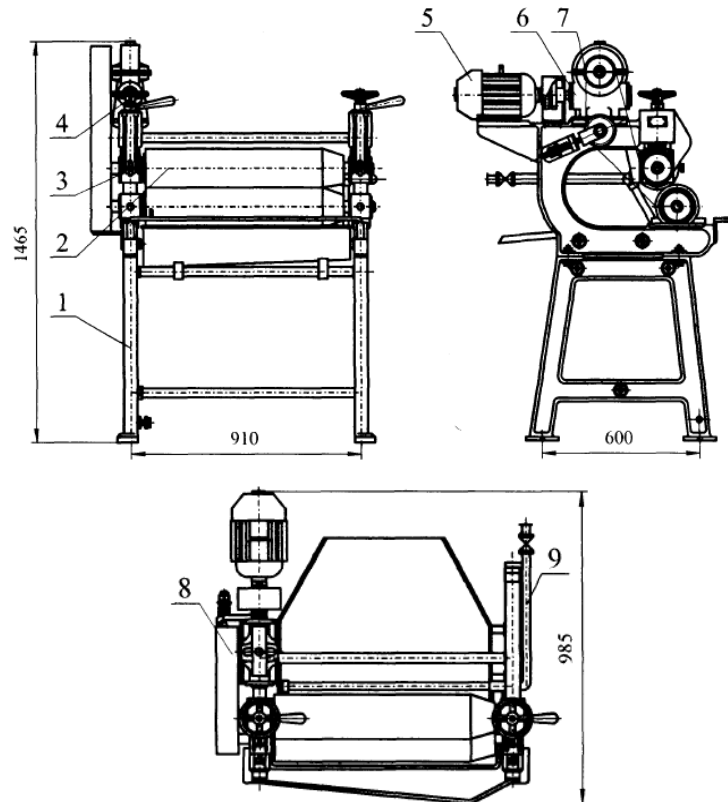


Рис. 20.1. Відтискні вальці ВО-150: 1 – чавунна станина; 2 – порожнисті циліндри; 3 – рухомі підшипникові опори; 4 – маховик гвинтового механізму; 5 – електродвигун; 6 – черв'ячний редуктор; 7 – ланцюгова передача; 8 – кожух; 9 – трубопровід подачі води

Діаметр вальців 0,15 м, довжина 0,75 м. Вальці влаштовані таким чином, що кінці кишок заправляються між ними з протилежної сторони від приводу. Одночасно в машину заправляють 4...6 комплектів. Після виходу з відтискних вальців кишки поступають у ванну з теплою водою.

Перед початком роботи вальців потрібно змастити підшипникові опори і ланцюгову передачу консистентним мастилом; перевірити наявність мастила в редукторі; випробувати вальці на холостому ході. Перед пуском у роботу на вальці спочатку подають воду, а потім вмикають електродвигун. По закінченні роботи ретельно промивають вальці гарячою водою і протирають їх.

Відтискні вальці Г2-ФОД (рис. 20.2) призначені для видалення вмісту та шлямуну з кишок великої та дрібної рогатої худоби, а також свиней. На станині 7 змонтовано два валики. Нижній прогумований рифлений валик 6 спирається на підшипники ковзання, що нерухомо встановлені на станині. Верхній валик 14, прогумований і покритий зверху тканиною, встановлений в підшипниках 5, які можуть переміщатися в напрямлюючих станини за допомогою гвинтової передачі і притискних пружин. Маховиком 4, що закріплений на гвинті, регулюють зазор між вальцями і силу їх притискання.

Валики приводяться в обертання від електродвигуна 11 потужністю 1,1 кВт через черв'ячний редуктор 12 і ланцюгову передачу 13. Ланцюг передає рух від приводної зірочки послідовно до зірочок, що встановлені на валиках, приводячи їх у зустрічне обертання.

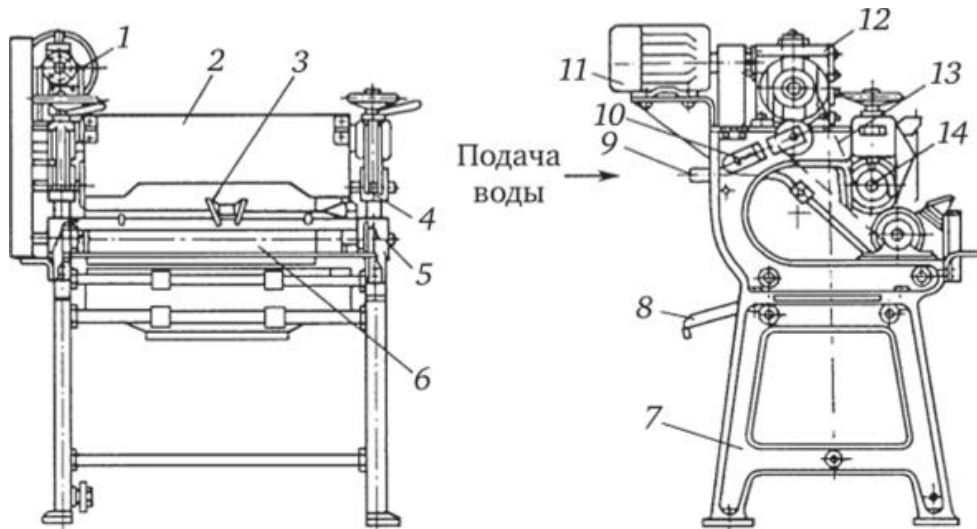


Рис. 20.2. Відтискні вальці Г2-ФОД: 1 – кожух; 2 – запобіжний щиток, 3 – завантажувальний пристрій, 4 – маховик; 5 – рухомий підшипник; 6, 14 – вальці; 7 – станина, 8 – відвідний лоток; 9 – зрошувач; 10 – натяжний пристрій; 11 – електродвигун; 12 – редуктор, 13 – ланцюгова передача

Натяг ланцюга підтримується постійним пружинним натяжним пристроєм 10. Для зміни частоти обертання вальців передбачені змінні провідні зірочки. Так, при обробці яловичих черев частота обертання вальців становить $0,5 \text{ с}^{-1}$, а продуктивність машини – до 160 черев в 1 год. При обробці баранячих і свинячих черев частота обертання дорівнює $0,67 \text{ с}^{-1}$, а продуктивність – від 400 до 500 черев в 1 год.

Діаметр вальців 0,15 м, довжина 0,75 м. Одночасно обробляють від 4 до 6 кишок. Кишки заводять в зазор між вальцями з їх торцевій частині, виконаної у вигляді конуса, або через центр за допомогою завантажувального пристрою 3. Під час обробки кишок в робочу зону через зрошувач 9 безперервно подається вода температурою $35...40^{\circ}\text{C}$.

Для запобігання пошкодження рук робітників передбачено запобіжний щиток 2, заблокований з кінцевим вимикачем.

Відтискні вальці, що входять до складу поточкових ліній, оснащують механізмами завантаження, вивантаження і міжопераційного транспортування.

Відтискні вальці В2-ФКП-1 призначені для обробки свинячих і баранячих кишок. На цій машині видаляють вміст оболонок і розпушують шлям. Робочий вузол машини складається з гладкого 4 (рис. 20.3, а) і двох рифлених 3, 15 вальців. Підшипникові опори гладкого валика закріплені нерухомо на стійці 5. Рифлені валики обертаються в підшипниках, встановлених в ексцентрикових опорах. Поворотом рукояток 6, що закріплені на ексцентриках, регулюють зазор між вальцями.

Вальці приводяться в обертання від електродвигуна 1 потужністю 0,6 кВт через циліндричний редуктор 2. Для подачі кишок в зону обробки і транспортування їх до подальшої машини служить стрічковий конвеєр, що складається з приводного 10, оборотного 12 та натяжного 13 шківів.

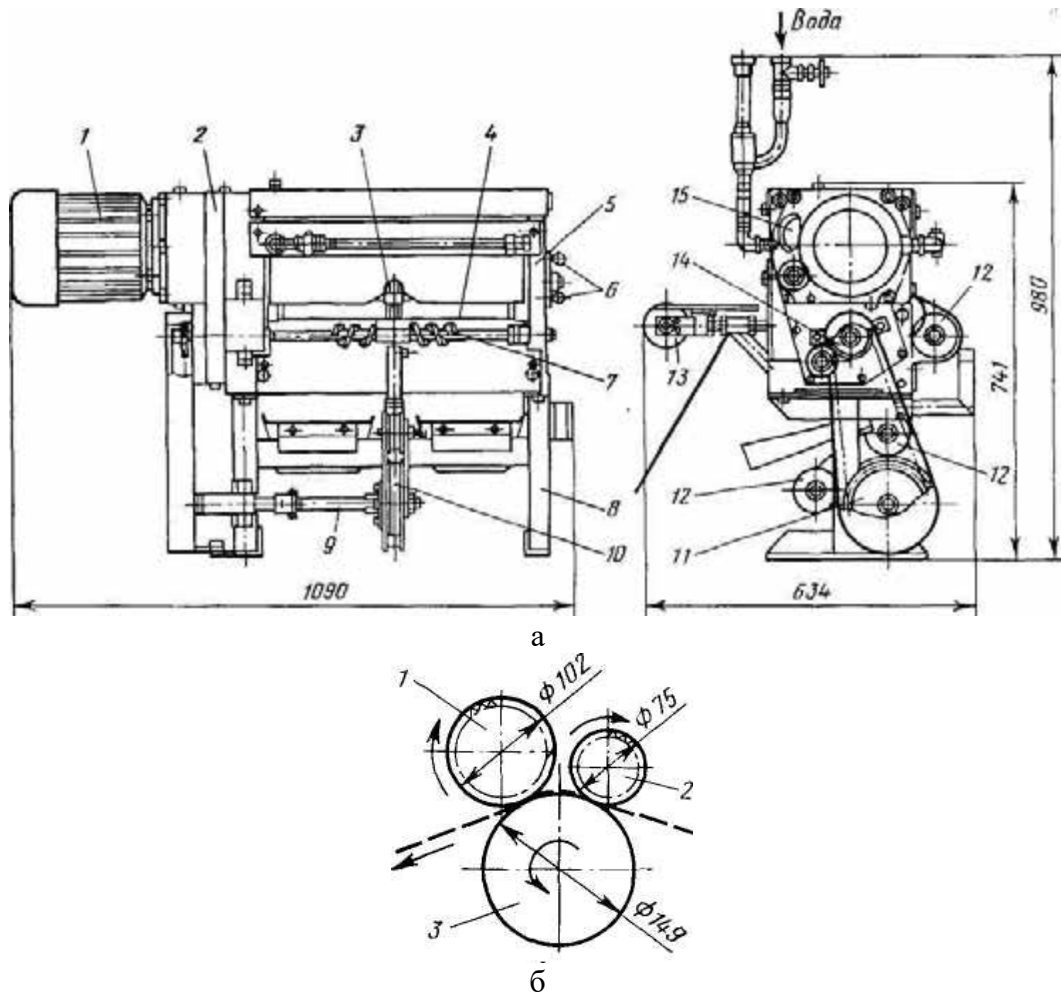


Рис. 20.3. Відтискні вальці В2-ФКП-1: а – загальний вигляд: 1 – електродвигун, 2 – редуктор; 3, 15 – рифлені валики; 4 – гладенький валик; 5 – стійка; 6 – рукоятки; 7 – шнековий роздільник; 8 – рама; 9 – вал; 10 – приводний шків транспортера; 11, 14 – зірочки ланцюгової передачі; 12 – оборотні шківи; 13 – натяжний шків;
б – технологічна схема: 1, 2 – рифлені вальці; 3 – гладенький валик

Вони встановлені в середній частині вальців, де прорізана канавка для проходу стрічки. Ведучий шків приводиться в обертання ланцюговою передачею ведуча зірочка 14 якої встановлена на вихідному валу редуктора 2, а ведена 11 – на валу 9.

У машині обробляються одночасно кілька кишок, і для того щоб вони не переплутувалися та рівномірно розподілялися по довжині вальців, їх кінці розводяться шнековим роздільником 7, що має з двох сторін протилежну навівку.

Кишки, складені серединами вдвічі, подаються стрічковим транспортером, що проходить через поглиблення в середній частині вальців в зазор між гладким 3 (рис. 20.3, б) і малим рифленим 2 вальцями, які обертаються назустріч один одному та мають однакову колову швидкість – 0,05 м/с. Між цими вальцями проводиться відтискання вмісту. Після цього кишки потрапляють в зазор між вальцями – гладким 3 та рифленим 1, які мають колову швидкість 0,5 м/с. В результаті проковзування валика розпушується шлям.

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Вальцева машина LF-B фірми Feleti (рис. 20.4) для шлямуння та відтискання кишок призначена для обробки черев великої рогатої худоби. Процес експлуатації протікає в такий спосіб. Кишка відокремлюється від так званого кишкового комплекту, після чого оператор машини приблизно визначає її середину та у V-подібній формі накидає на приймальний гак, де проводиться захоплення робочими органами. Після цього здійснюється протяжка кишки через гумовий витяжний 1 та нижній гладкий 2 вальці (рис. 20.5), внаслідок чого весь її вміст відокремлюється. На наступному етапі спустошена кишка проходить етап зовнішнього знежирення ребристими вальцями 3. Щоб уникнути попадання очищеного продукту на підлогу, необхідно передбачити наявність спеціальної ванни, яка прийматиме кишки та воду на виході з машини. Обробка зовнішньої сторони повинна проводитися щонайменше двічі, після чого кишка вивертається навиворіт.



Рис. 20.4. Вальцева машина LF-B фірми Feleti для шлямуння кишок та відтискання

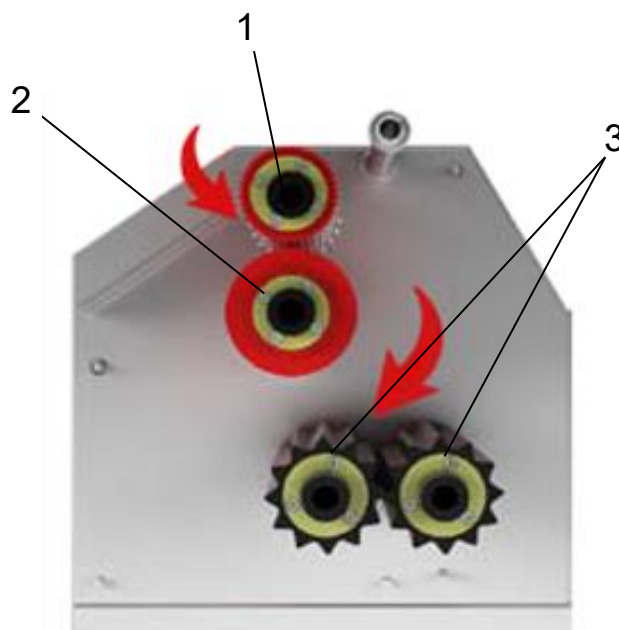


Рис. 20.5. Робочі органи машини LF-B

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

У вивернутому стані необхідно ще раз пропустити кишку через машину, щоб зробити повне знежирення та видалення залишків вмісту. Далі кишку поміщають у воду для охолодження. Сама машина обладнана спеціальними розпилювачами, які вводять воду між вальцями для запобігання пошкодженню кишок в процесі їх обробки.

Вальцева машина LF-U фірми Feleti (рис. 20.6) призначена для звільнення від вмісту кишок ВРХ та свиней. Після відокремлення кишки від кишкового комплексу, оператор визначає її орієнтовну середину і в V-подібній формі накидає на приймальний гак, де вона захоплюється вальцями. Кишка проходить через верхній ребристий та нижній гладенький вальці, в процесі чого проводиться відділення її вмісту. Машина LF-U характеризується наявністю труб для розпилення води між вальцями, що попереджає залипання та пошкодження кишок під час обробки. На машині є можливість регулювання зазору між вальцями та їх швидкість обертання.



Рис. 20.6. Вальцева машина LF-U фірми Feleti

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Вальцева машина LF-P фірми Feleti (рис. 20.7) призначається для первинної обробки свинячої кишки. Після того, як оператор вручну відібрав її від кишкового комплекту, він підвішує кишку на приймальний гак, з якого вона зтягується всередину машини за допомогою верхнього ребристого 1 (рис. 20.8) та нижнього гладенького вальця 2. Поки кишки протягуються між вальцями – їх вміст відокремлюється від стін. Потім у справу вступає третій ребристий валець 3, який допомагає видалити вміст із кишки. У машині встановлені розпилювальні трубки, які забезпечують розпилення води між вальцями, що попереджає залипання та пошкодження кишок під час їх обробки.



Рис. 20.7. Машина LF-P фірми Feleti

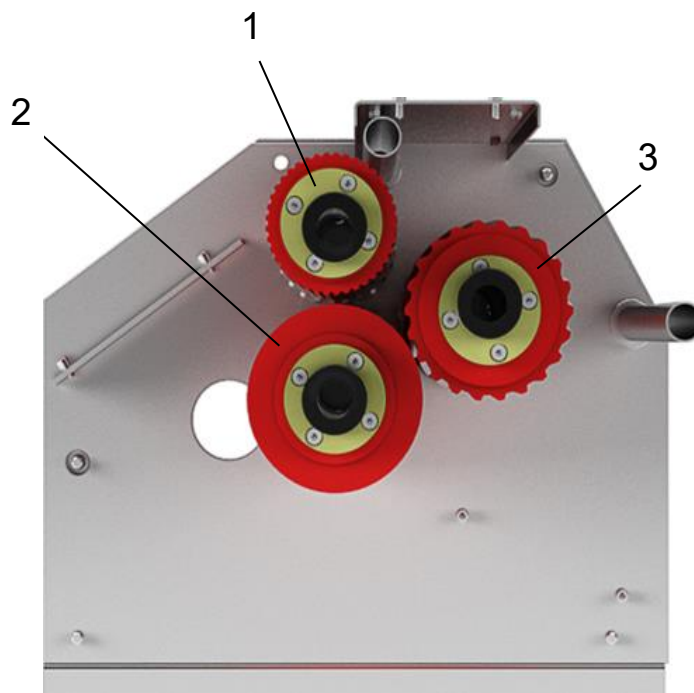


Рис. 20.8. Робочі органи машини LF-P

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Для зняття зовнішньої оболонки зі свинячих кишок та для спрощення відділення зовнішніх біоматеріалів з їх поверхні використовується машина марки LF-PS фірми Feleti (рис. 20.9).



Рис. 20.9. Вальцева машина LF-PS фірми Feleti

При роботі цієї машини (рис. 20.10), попередньо звільнену від вмісту та вмочену у воді свинячу кишку, оператор по 4...5 штук вручну заправляє через спеціальний отвір 1, направляючи її через обдирний валець 2. За допомогою обдирної дії зі стінки кишки знімається зовнішня оболонка. При цьому обдирний валець постійно очищується додатковим вальцем 3. Потім, кишка направляється між гладким 4 і протяжними вальцями 5, внаслідок чого відбувається відділення шлям, що залишився. Виходячи з машини кишки збираються на спеціально передбаченому приймальному гаку. Після обробки кишок їх поміщають в холодну воду для охолодження.

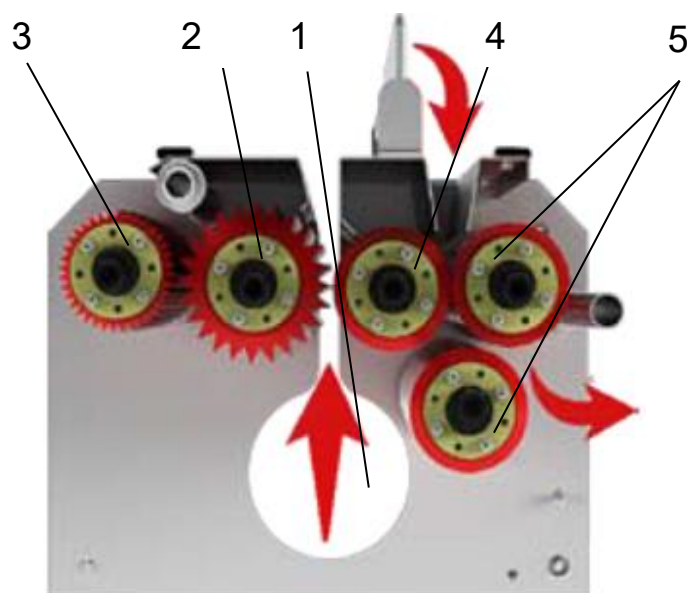


Рис. 20.10. Робочі органи машини LF-PS

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Універсальна вальцева машина марки LF-IBP фірми Feletі призначена для обробки кишок свиней та ВРХ. При обробці кишок свиней (рис. 20.11), після відокремлення від кишкового комплексу, вони потрапляють у ванну приймальної лінії. Оператор визначає їх орієнтовну середину та у V-подібній формі накидає на приймальний гачок у першій частині машини, де кишки захоплюються робочими органами.

Кишки проходять через гумовий втягувальний 1 (рис. 20.11) та нижній гладенький 2 вальці, в процесі чого відбувається відділення вмісту. Третій валець 3 м'яко масажує кишку для кращого відділення шлямпу. Регулювальна пластина 4 при цьому встановлена в положенні, що направляє кишку на приймальний гачок 5 для свинячих кишок (перший етап обробки). Після обробки 10...20 кишок їх перевішують на приймальний гачок 6 для кишок ВРХ. Далі проходить їх вимочування протягом 10...15 хв. Потім обробку кишок повторюють у першій частині машини та встановлюють регулювальну пластину 4 у положення для остаточної обробки (рис. 20.12).

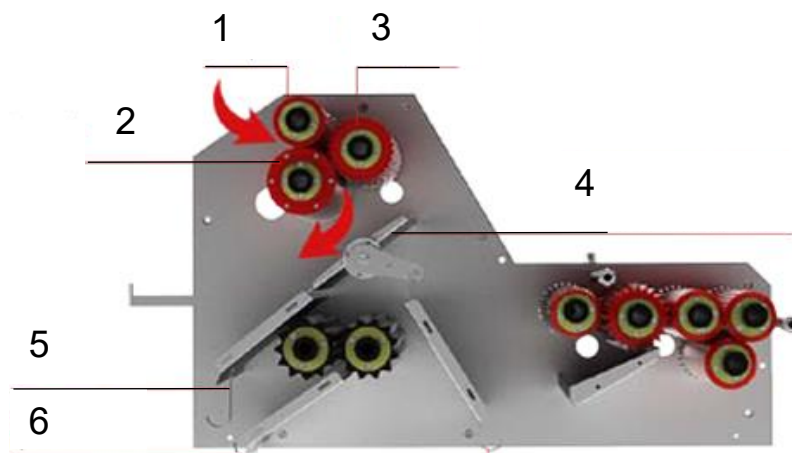


Рис. 20.11. Універсальна вальцева машина марки LF-IBP фірми Feletі

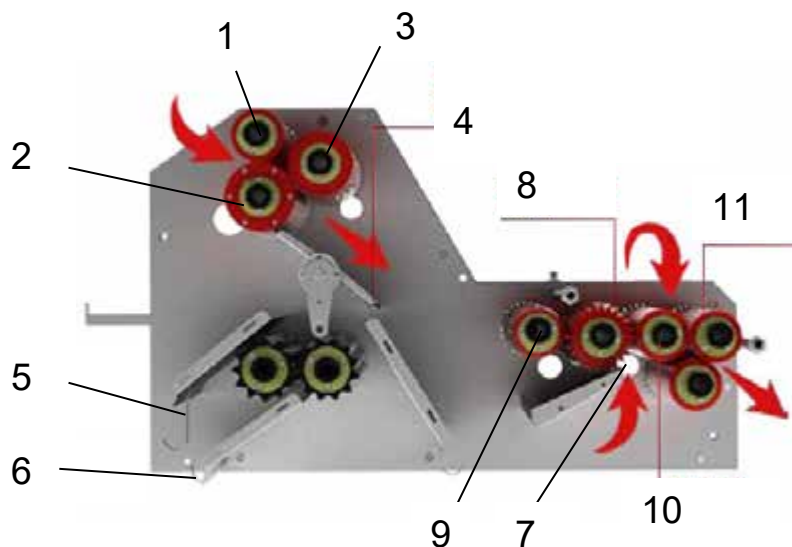


Рис. 20.12. Універсальна вальцева машина марки LF-IBP під час обробки кишок свиней

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Кишки збираються на приймальному гачку (другий етап обробки). З приймального гачка оператор бере по 4...5 кишок та через спеціальний отвір 7, направляє на обдирний валець 8. За допомогою дії обдирного вальця, зі стінки кишки знімається зовнішня оболонка. При цьому обдирний валець постійно очищується додатковим вальцем 9. Потім, кишки поміщаються між гладким 10 і протягувальним 11 вальцями для подальшого протягування через машину, в результаті чого відбувається відділення решти шлямю. З цієї машини кишки виходять у ванну охолодження (входить до базової комплектації).

При обробці кишок ВРХ (рис. 20.13), відокремлені від кишкового комплексу вони направляються у ванну приймальної лінії. Далі оператор визначає їх орієнтовну середину і у V-подібній формі накидає на приймальний гачок у першій частині машини, де вони захоплюю вальцями.

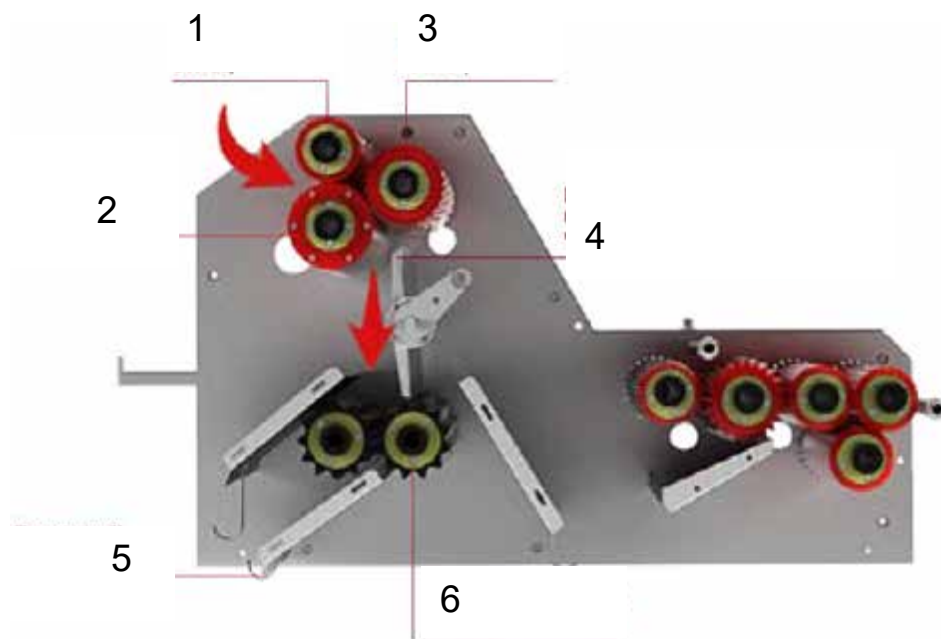


Рис. 20.13. Універсальна вальцева машина марки LF-IBP під час обробки кишок ВРХ

При виконанні очищення кишок ВРХ на першій стадії в даній машині, дробильний валець 3 за допомогою шарніра відводиться в бік. Кишки направляються через гумовий протягувальний 1 та нижній гладенький 2 вальці, в процесі чого відбувається відокремлення їх вмісту. Вміст відводиться по бічному жолобу. Регульовальна пластина 4 при цьому встановлена в положенні, що направляє кишки до вальців 6 для знежирювання де відбувається обробка їх зовнішньої сторони. З машини кишки потрапляють на приймальний гачок 5 ВРХ. Зовнішня стінка яловичих кишок має бути оброблена щонайменше 2 рази. Далі оператор вивертає кишки за допомогою пристрою для вивертання, при цьому вивертаючись під дією води, кишки потрапляють у ванну для промивання. Вивернуті кишки ще раз пропускаються через машину для знежирення та видалення шлямю. Після обробки кишки поміщаються у ванну для охолодження.

20.2. Пластинчасті машини

Робочий орган цих машин – пластинчастий валик – складається з валу, до якого приварені або прикріплені гвинтами поздовжні сталеві або гумові пластини. Колова швидкість на зовнішній кромці пластин може збігатися за напрямком, але бути більше швидкості кишок, або бути спрямованою назустріч швидкості руху кишок. У першому випадку лопать проковзує по поверхні кишок і зскрібає баластні оболонки. У другому випадку зіскоблювати відбувається в результаті зустрічного руху. Рівномірна подача кишок в зону обробки забезпечується подавальними вальцями.

Шлямодробильна машина К6-ФОК-2-К-02 (рис. 20.14) має пластинчасті робочі органи. Машина входить у механізовану лінію ФОК-2 для оброблення кишок великої рогатої худоби.

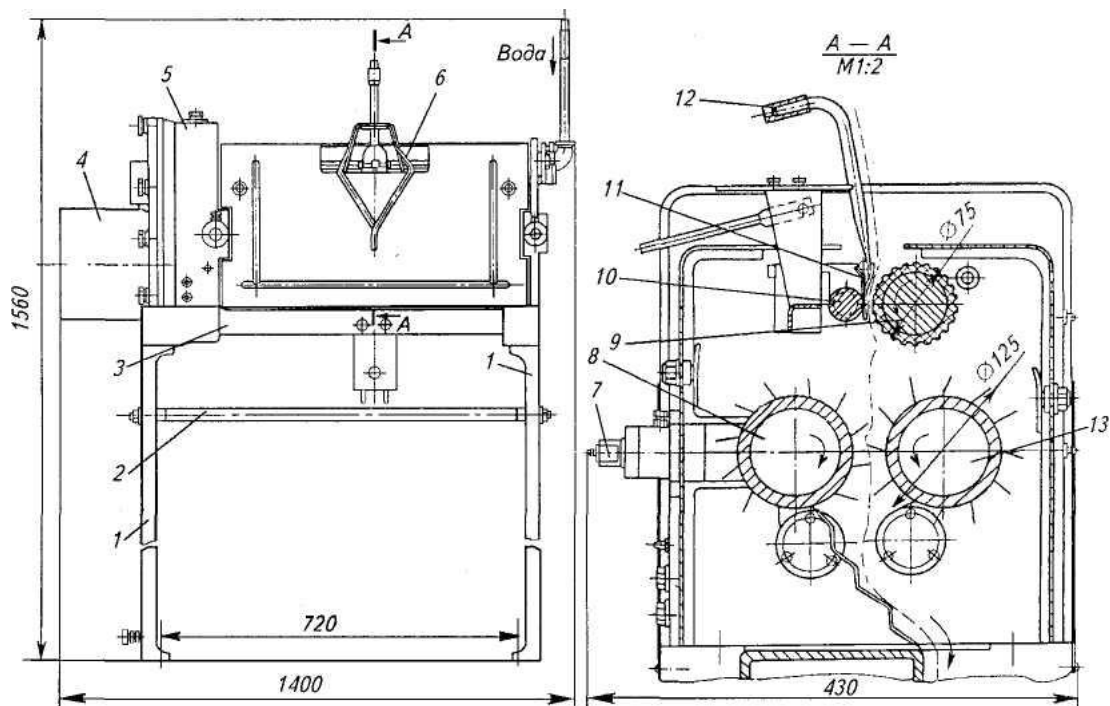


Рис. 20.14. Шлямодробильна машина К6-ФОК-2-К-02: 1 – стійки; 2 – стяжка; 3 – плита; 4 – електродвигун; 5 – редуктор; 6 – напрямна; 7 – гвинтовий механізм регулювання зазору; 8, 13 – пластинчасті вальці; 9 – подавальний рифлений валик; 10 – ексцентриковий вал; 11 – пластина; 12 – опора шнекового транспортера

Робоча частина машини змонтована на двох чавунних литих стійках 1 і плиті 3. Подавальний пристрій машини складається з прогумованого рифленого валка 9 і металевої пластини 11, що спирається на ексцентриковий вал 10, за допомогою якого регулюється зазор. Пластинчастий валик 13 зі сталевими пластинами встановлено в нерухомих підшипникових опорах, а валик 8 – в регульованих опорах гвинтового механізму 7. Вальці розташовані так, щоб між двома пластинами одного валика завжди перебувала одна пластина іншого.

У верхній частині корпусу машини закріплені опора 12 шнекового транспортера і напрямні 6 для подавання кишок. Приводний механізм машини

складається з електродвигуна 4 і п'ятиступеневого циліндричного редуктора 5. Пластинчасті вальці 8, 13 і рифлений валик 9 з'єднані з вихідними валами редуктора.

Кишки, складені вдвічі, серединами подаються шнековим транспортером на напрямну 6, з якої потрапляють у зазор між подавальним рифленим валиком 9 і пластиною 11, та протягаються зі швидкістю 0,27 м/с. Потім кишки потрапляють між пластинами вальців 8 і 13, що обертаються в напрямку їх руху з коловою швидкістю 5,16 м/с. Завдяки різниці швидкостей і пружності пластин видаляються баластні оболонки. В зону оброблення подається тепла вода. Продуктивність машини до 200 кишок ВРХ за 1 год.

20.3. Щіткові машини

Машини із щітковими робочими органами застосовують переважно при очищенні кишок великої рогатої худоби. Вони складаються, як правило, з подавальних вальців, що забезпечують задану швидкість руху кишок, і двох щіткових барабанів. Швидкість руху кишок в таких машинах дорівнює 0,3...0,4 м/с, а колова швидкість на поверхні щіткового барабана досягає 12...18 м/с. Завдяки різниці швидкостей при збігові їх напрямків кишки очищаються від баластних, попередньо роздроблених оболонок.

Щіткові барабани виготовляють діаметром 170...250 мм з щетини, рисової соломи, морської трави, капронових або інших синтетичних ниток.

Щіткова машина фірми «Айвл» (Англія) показана на рис. 20.15, а. Ця комбінована машина призначена для відтискання вмісту і знежирення яловичих кишок.

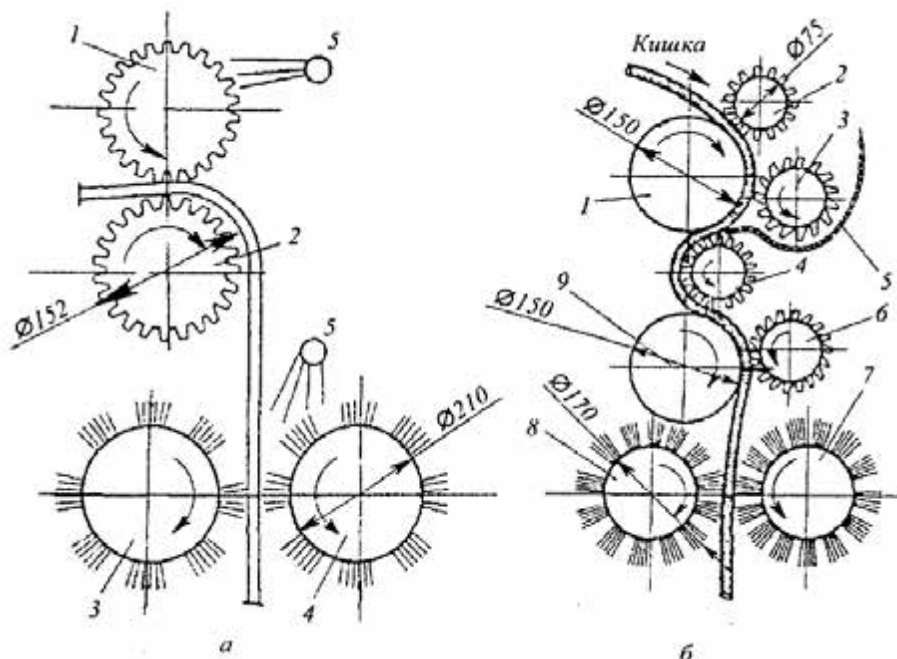


Рис. 20.15. Схеми щіткових машин для обробки кишок: а – відтисно-знежирювальна машина фірми «Айвл» (Англія): 1, 2 – рифлені гумові відтискні вальці; 3, 4 – щіткові барабани; 5 – форсунки для води; б – шляморозрихлювальна машина: 1, 9 – гладкі металеві вальці; 2, 3, 4, 6 – рифлені обгумовані вальці, 5 – напрямна; 7, 8 – щіткові барабани

Кишки проходять спочатку через два обгумованих рифлених валика 1 і 2, в яких відтискається вміст і підтримується швидкість руху оболонки. Далі в зазорі між двома щітковими барабанами 3 і 4, що мають велику колову швидкість, порівняно зі швидкістю руху кишок, видаляється жир з поверхні. Продуктивність машини до 80 кишок за 1 год при потужності приводу 3 кВт.

Шляморозрихлювальна машина (рис. 20.15, б) має три групи вальців і щіткові барабани. Гладкий металевий валик 1 і рифлений прогумований 2 подають кишки в машину і забезпечують підтримку заданої швидкості руху. Рифлені вальці 3 і 4 дроблять оболонку на одній стороні кишок, а валик 6 – з іншої сторони. При цьому кишки спираються на гладкий валик 9. Поверхня очищається щітковими барабанами 7 і 8. Продуктивність машини до 200 яловичих кишок за годину при потужності приводу 1,5 кВт.

20.4. Комбіновані машини

Машина ФОК-С-04 для остаточного очищення кишок свиней входить в механізовану лінію ФОК-С. Це комбінована машина, що складається з трьох груп вальців. Перша група, призначена для дроблення оболонок, складається з гладкого гумового валика 13 (рис. 20.16) та двох рифлених 9 і 11, виготовлених з нержавіючої сталі. У другій частині відбувається очищення.

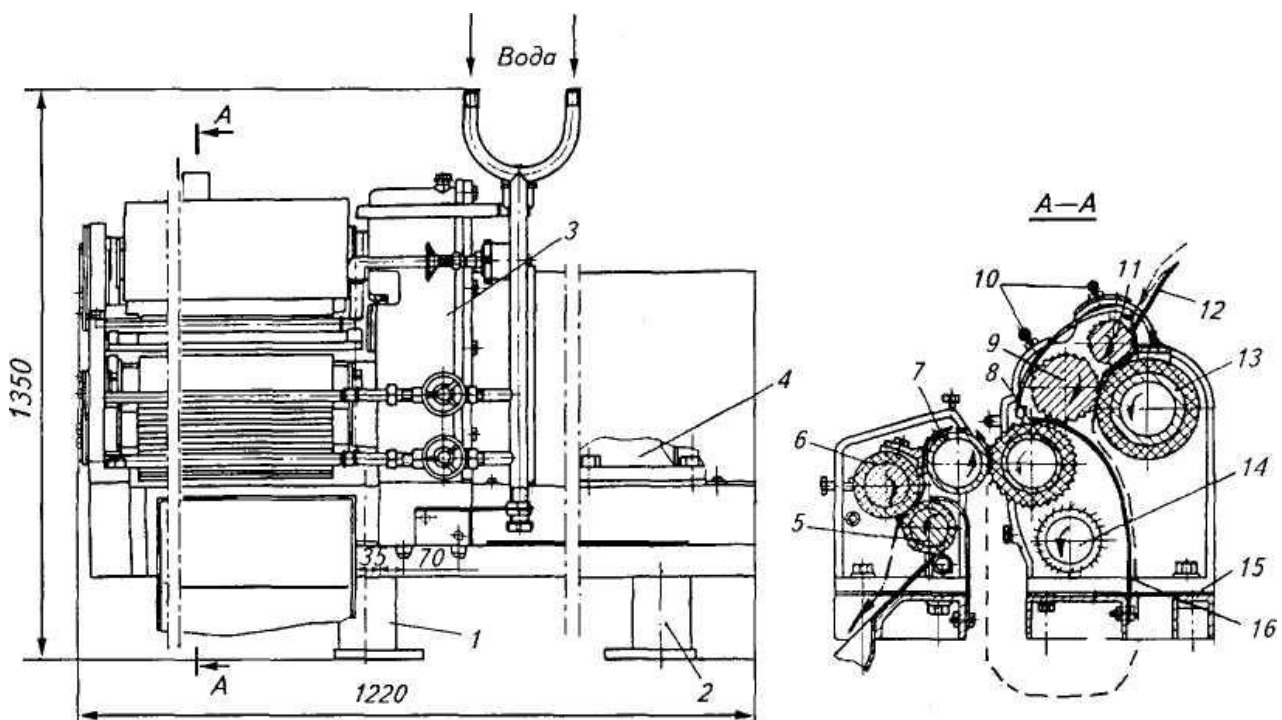


Рис. 20.16. Комбінована машина ФОК-С-04 для остаточного очищення кишок свиней:
1, 2 – стійки; 3 – редуктор; 4 – електродвигун; 5, 8, 9, 11 – рифлені вальці; 6, 13 – гладкі гумові вальці; 7 – гладкий сталевий валик; 10 – гвинти-регулятори ексцентриків;
12 – завантажувальний гак; 14 – пластинчастий вентиляторний валик; 15 – плита;
16 – розподільна пластина

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Друга група включає підтримуючий гладкий сталевий валик 7 та прогумований рифлений валик 8, який обертається назустріч руху кишки і зскрібає з неї розпушені залишки оболонки. Для очищення поверхні валика 8 встановлений пластинчастий вентиляторний валик 14. Третя група – протягувальна, складається з гладкого 6 і рифленого 5 гумових вальців. Вальці приводяться в обертання від електродвигуна потужністю 2,2 кВт через клинопасову передачу і циліндричний редуктор 3. Всі вузли машини зібрані на двох П-подібних стійках 1, 2 і чавунній плиті 15. При завантаженні кишки накидаються на гак 12, звідки вони потрапляють в зазори між подрібнювальними вальцями 9, 11, 13. Зазори регулюються поворотом гвинтів–регуляторів 10 ексцентриккових механізмів.

По розподільчій пластині 16 кишки відводяться в бак, що розташований під машиною, далі їх вручну заправляють в зазори між очисними і протягувальними валиками. У зони обробки подається вода температурою 35...40°C. Довжина вальців 0,4 м, продуктивність машини 200 кишок за годину.

Комбінована машина ФОК-Б-04, призначена для остаточного очищення кишок дрібної рогатої худоби, входить до механізованої лінії ФОК-Б. Схема машини показана на рис. 20.17.

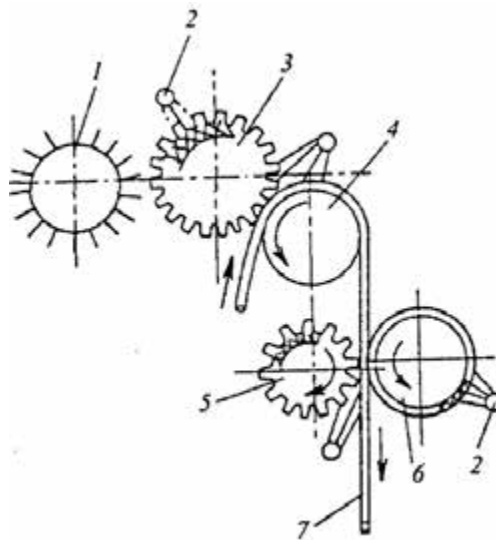


Рис. 20.17. Схема комбінованої машини ФОК-Б-04 для остаточного очищення кишок дрібної рогатої худоби: 1 – відбійний пластинчастий валик; 2 – форсунки для подачі води; 3 – очищаючий валик; 4 – підтримуючий валик; 5, 6 – протягувальні вальці; 7 – кишки

Робочий механізм машини складається з двох нижніх протягувальних 5, 6; двох верхніх робочих очищувальних 3 і 4 та відбійного пластинчастого 1 вальців. Протягувальний валик 6 гладкий, має покриття з м'якої гуми і зовні обтягнутий тканиною, валик 5 прогумований з поздовжніми рифленнями. Підтримуючий валик 4 гладкий, виготовлений з нержавіючої сталі, а очищаючий валик 3 – з твердої гуми з поздовжніми рифленнями.

Кишки, з попередньо розпушеними оболонками, рівномірно переміщуються протягувальними вальцями 5 і 6, що мають однакову колову швидкість. Колова

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

швидкість підтримуючого 4 і очищаючого 3 вальців спрямована в протилежний бік руху кишок 7, в результаті чого знімаються баластні оболонки. Відбійний пластинчастий валик 1 оберігає кишки від намотування на очищаючий валик 3. В процесі обробки через форсунки 2 подається тепла вода. Продуктивність машини до 300 кишок за годину.

Універсальна машина ФОК для попереднього і кінцевого очищення кишок всіх видів худоби (рис. 20.18) складається зі зварних стійок 1, чавунної плити 2 і бокових пластин 3, редуктора 4 і електродвигуна 5.

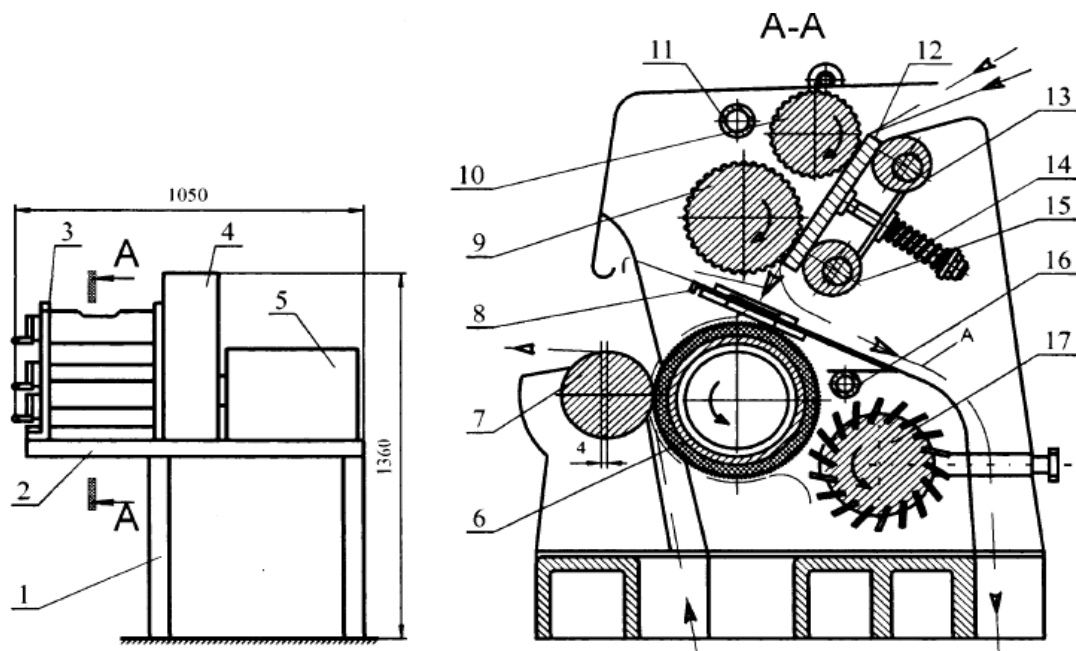


Рис. 20.18. Універсальна машина ФОК для попереднього і кінцевого очищення кишок усіх видів забійних тварин: 1 – стійки; 2 – плита; 3 – бокові пластини; 4 – редуктор; 5 – електродвигун; 6 – очищувальний рифлений прогумований валик; 7 – ексцентриковий вал; 8 – щиток; 9 – подрібнювальний валик; 10 – подавальний валик; 11, 16 – форсунки; 12 – пластина; 13, 15 – ексцентрики; 14 – пружина; 17 – пластинчастий валик;
А – свинячі й баранячі кишки; Б – яловичі та кінські кишки

У верхній частині машини встановлені подавальний 10 і подрібнювальний 9 вальці, до яких ексцентриками 13, 15 і пружиною 14 притискається пластина 12. Вальці виконані з нержавіючої сталі з поздовжнім рифленням поверхні. Баранячі і свинячі кишки після подрібнювального валика потрапляють на щиток 8 і направляються у ванну з теплою водою, розташовану під машиною. Звідти вручну з торця їх заправляють у зазор між очищувальним прогумованим рифленим валиком 6 і нерухомим ексцентриковим валом 7, що дає можливість змінювати зазор. При обробленні яловичих і кінських кишок відсувається щиток 8, і вони потрапляють між рифленим валиком 6 і ексцентриковим валом 7. Через форсунки 11 і 16 в зону оброблення подається тепла вода.

Перед початком роботи машини ФОК перевіряють правильність натягу пасової передачі, легкість обертання вальців машини, наявність зазорів між

валиками 9, 10 і пластиною 12, між очищаючим рифленим прогумованим валиком 6 і ексцентриковим валиком 7, правильність напрямку обертання вальців машини; змащують зубчасту і ланцюгову передачі солідолом; прошприцьовують всі маслянки солідолом до витискання старого мастила; прокручують вали машини на холостому ходу, перевіряють на дотик нагрівання підшипників.

Потім пускають в роботу машину і під час експлуатації стежать, щоб не відбувалося намотування кишок на вальці. По закінченні роботи машину ретельно промивають гарячою водою. Деталі притискного механізму (ексцентрики і пружини) протирають насухо і змащують солідолом.

Комбінована машина В2-ФКП-4 для остаточного очищення кишок свиней та дрібної рогатої худоби (рис. 20.19) входить до механізованої лінії В2-ФКП. Машина складається з рами, стійки, редуктора, електродвигуна потужністю 0,6 кВт, двох гладких 4, 8 та трьох рифлених 1, 2, 7 обгумованих вальців, закріплених на стійці і корпусі редуктора. У верхній частині машини змонтований гладкий сталевий ексцентриковий валик 3. Гладкий валик 4 встановлений в стаціонарних опорах, решта – в регульованих. Вальці 7 і 8 протягують кишки через зону очищення, яка утворюється вальцями 2 і 4. Рифлений валик 1 вентиляторний: він розбризкує воду і очищає поверхню сусіднього валика 2 від налиплих оболонок.

Кишки в міжвальцеві зазори вводять з торця. Колова швидкість протягувальних вальців 7 і 8 та підтримуючого 4 становить 0,064 м/с. Колова швидкість на очищувальному валику 2 спрямована назустріч руху кишок і дорівнює 0,55 м/с, що дозволяє видаляти баластні оболонки. Швидкість на вентиляторному валику 0,46 м/с.

Свинячі кишки 6 проходять між двома парами вальців, а баранячі 5 після очищення подаються на ексцентриковий валик 3 і далі до протягувальних вальців 7 і 8.

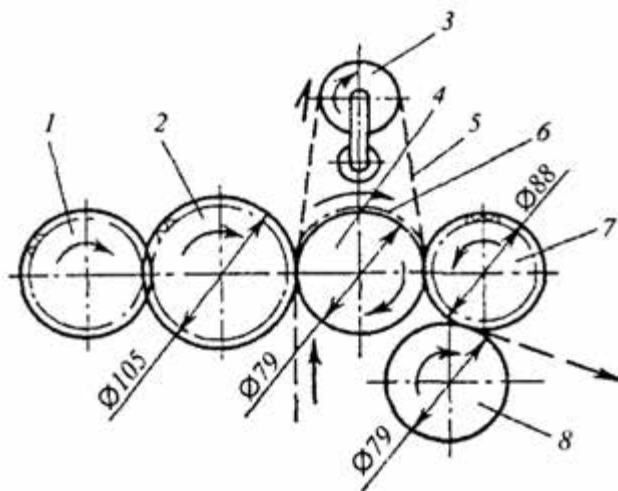


Рис. 20.19. Схема машини В2-ФКП-4 для остаточного очищення кишок свиней та дрібної рогатої худоби: 1 – вентиляторний валик; 2 – рифлений очищувальний валик, 3 – ексцентриковий валик; 4 – гладкий підтримуючий валик; 5 – кишки дрібної рогатої худоби; 6 – свинячі кишки; 7, 8 – протягувальні вальці

20.5. Потоково-механізовані ліній оброблення кишок

Для забезпечення очищення кишок із мінімізацією застосування ручної праці використовують потоково-механізовані лінії.

Лінія ФОК-К для оброблення кишок великої рогатої худоби (рис. 20.20) складається з відтискних вальців 4 (ФОК-К-01) і 8 (ФОК-К-03), шлямодробильної машини 6 (ФОК-К-02) і машини для кінцевого очищення 12 (ФОК-К-04).

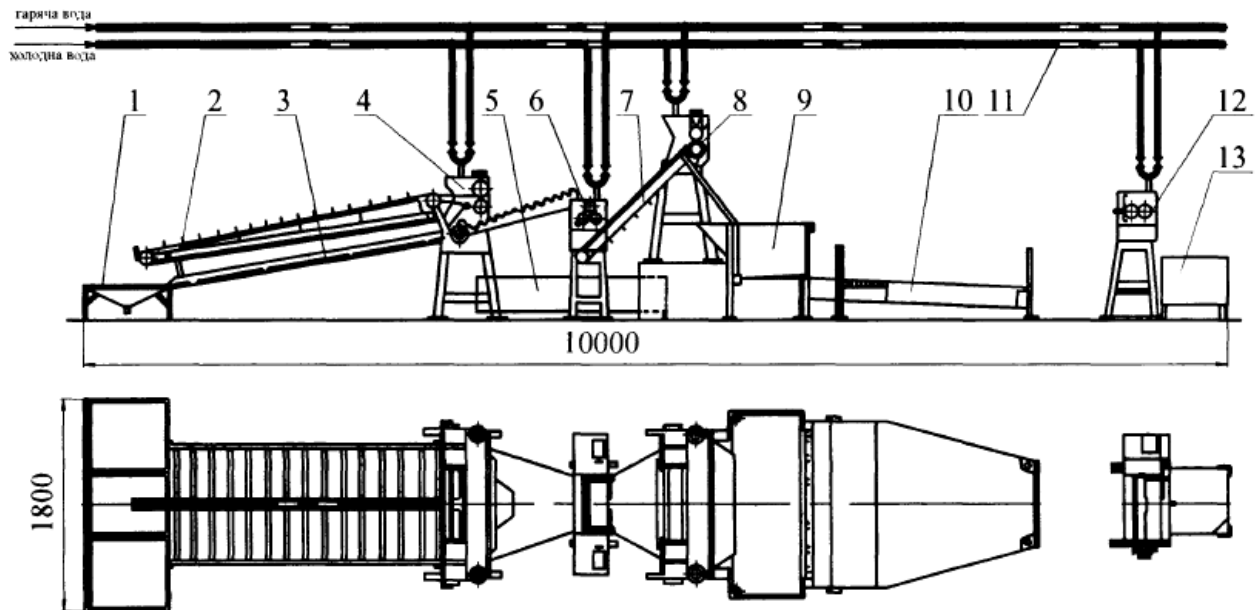


Рис. 20.20. Лінія ФОК-К для оброблення кишок великої рогатої худоби:

1 – приймальний стіл; 2 – подавальний транспортер; 3 – лоток із сіткою; 4 – відтискні вальці ФОК-К-01; 5 – ємність; 6 – шлямодробильна машина ФОК-К-02; 7 – стрічковий транспортер; 8 – відтискні вальці ФОК-К-03; 9 – ємність для вивертання кишок; 10 – лоток; 11 – трубопроводи; 12 – машина ФОК-К-04, 13 – ємність для приймання кишок

Відтискні вальці мають однакову конструкцію робочих органів, але в машині ФОК-К-01 встановлений шнековий транспортер. Однакові робочі органи і на інших двох машинах 6, 12, але на шлямодробильній машині монтують підтримуючий ролик стрічкового транспортеру 7.

Лінія забезпечена механізованою системою транспортування, яка включає подавальний стрічковий конвеєр 2, що приводиться в рух від нижнього валика машини для відтискання, і стрічковий конвеєр 7, який також приводиться в рух від нижнього валика машини 8. Прогумована стрічка транспортера забезпечена металевими пальцями, які захоплюють і переміщують кишки. Під подавальним транспортером встановлений похилий лоток 3, по якому відводиться видалений з кишок вміст. У місткості 5 кишки замочуються в теплій воді, а в місткості 9 їх вивертають.

Кишки після розбирання кишкового комплексу надходять на приймальний стіл, звідки петлею за середину їх накидають на гаки стрічкового транспортера,

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

який подає їх у зазор між вальцями машини для відтискання вмісту. Далі шнековим транспортером також за середину кишки транспортують у шлямодробильну пластинчатую машину, де відбувається розрихлення оболонок. Подрібнені поверхневі оболонки відтискаються на валковій машині, куди вони подаються стрічковим транспортером.

Із вальців кишки потрапляють у місткість із теплою водою, де струменем води їх вивертають. Вивернуті кишки перевантажуються в похилий лоток, по якому вони переміщуються до шлямодробильної пластинчастої машини. У цю машину кишки завантажують вручну. Остаточне очищення кишки подають у місткість, де вони охолоджуються холодною водою. Лінію обслуговують троє працівників.

Перед пуском у роботу потоково-механізованої лінії для оброблення кишок перевіряють систему змащення окремих машин і наявність мастила на поверхнях тертя і в редукторах; затягування різбових з'єднань; легкість обертання валів машин; рівномірність прилягання вальців машин по всій площині; наявність води в комунікаціях і можливість регулювання температури води в потрібних межах за допомогою вентилів; чистоту отворів живильних трубок.

Потім натисканням пускових кнопок приводять у рух послідовно всі машини, що входять до складу лінії. Відкривають вентиля, що живлять машини водою, і регулюючи, доводять температуру води до 35...40°C. При експлуатації лінії потрібно слідкувати за своєчасним і правильним змащуванням всіх частин і механізмів, в яких виникає тертя; підтримувати достатній напір води в системі зрошення робочих вальців, щоб уникнути випадків намотування кишок на вал; підтримувати лінію в чистоті. Після кожної робочої зміни здійснюють санітарне оброблення лінії.

Лінія ФОК-С для обробки тонких кишок свиней зображена на рис. 20.20. У лінію входять (рис. 20.21, а) відтискні вальці 4 (ФОК-С-01) та 8 (ФОК-С-03), шлямодробильна машина 6 (ФОК-С-02), дві машини для остаточного очищення 10 (ФОК-С-04), приймальний стіл 1 та баки для замочування 5, 7, 9, 11. Відтискні вальці аналогічні вальцям, що застосовуються в лінії ФОК-К.

Кишки (рис. 20.21, б) з приймального столу 1 подавальним стрічковим транспортером 2, направляються в зазор відтискних вальців 3 і далі шнековим транспортером 4 передаються на шлямодробильну машину 5. У ній рифленим сталевим і лопатевим валиками видаляється баласт. Оброблені таким чином кишки потрапляють у бак 10 із теплою водою для замочування. Далі кишки вручну завантажують у відтискні вальці 6, в яких видаляються розпушені оболонки.

Остаточне очищення оболонок відбувається на двох паралельно встановлених машинах 7, у які кишки завантажують вручну з ванни 9. Продуктивність лінії до 400 кишок за 1 год при сумарній встановленій потужності електродвигунів 7,7 кВт і об'ємній витраті теплої води 8 м³/год. Одночасно на лінії обробляється 30...40 кишок.

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

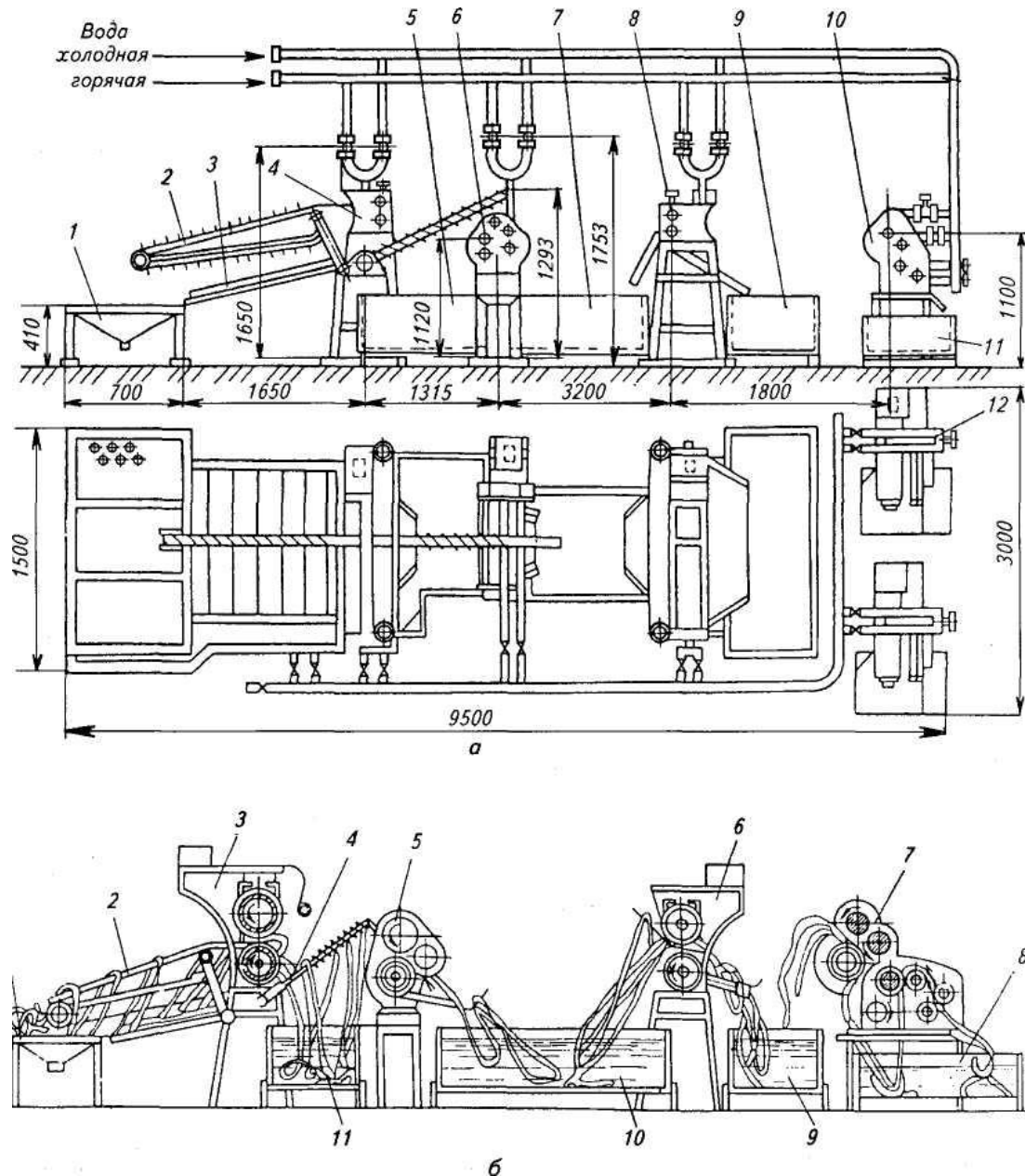


Рис. 20.20. Лінія ФОК-С для обробки тонких свинячих кишок: а – загальний вигляд: 1 – приймальний стіл; 2 – подавальний транспортер; 3 – лоток із сіткою; 4 – відтискні вальці ФОК-С-01; 5, 7, 9, 11 – баки; 6 – шлямодробильна машина ФОК-С-02; 8 – відтискні вальці ФОК-С-03; 10 – машина ФОК-С-04; 12 – трубопроводи;
б – технологічна схема: 1 – приймальний стіл; 2 – подавальний транспортер; 3, 6 – відтискні вальці; 4 – шнековий транспортер; 5 – шлямодробильна машина; 7 – машина остаточного очищення; 8, 11 – баки

Лінія ФОК-Б для обробки кишок дрібної рогатої худоби (рис. 20.22) складається з двох відтискних вальців 2 (ФОК-Б-01) та 7 (ФОК-Б-03), шлямодробильної машини 5 (ФОК-Б-02) та машини для остаточного очищення кишок 10 (ФОК-Б-04). Відтискні вальці мають аналогічну конструкцію, їх робочі органи складаються з двох вальців: гладкого гумового та покритого тканиною і гумового з поздовжніми рифлями. Шлямодробильна машина аналогічна за конструкцією машині ФОК-С-02.

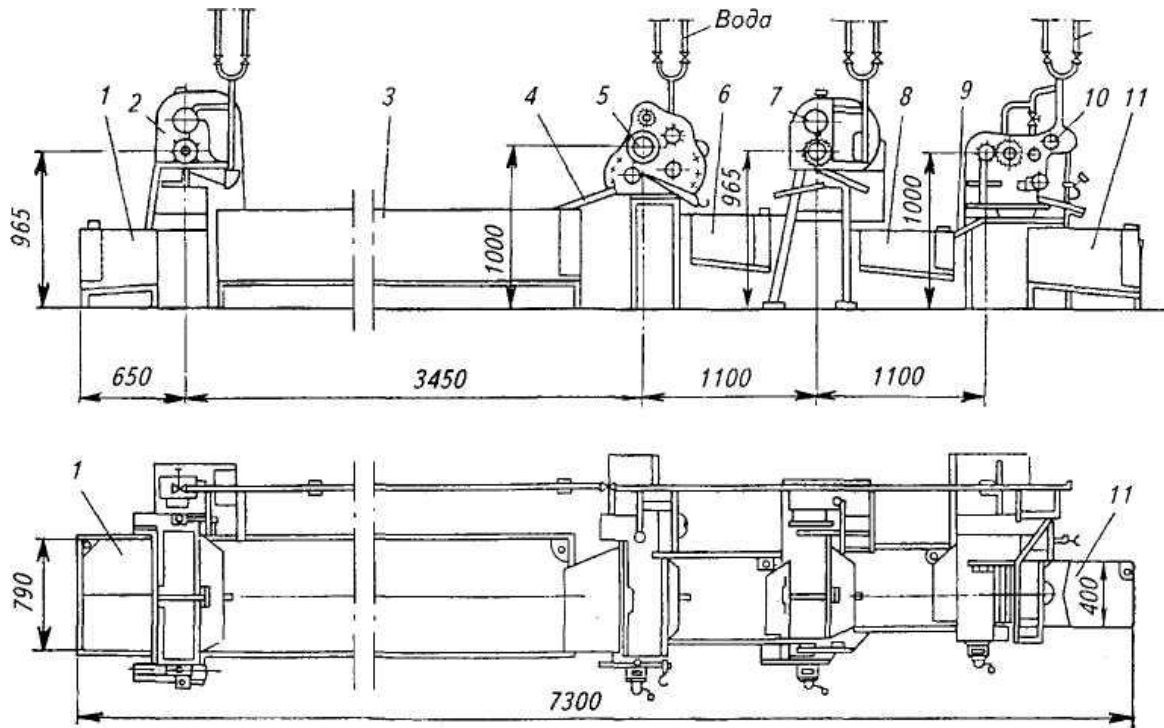


Рис. 20.22. Лінія ФОК-Б для обробки кишок дрібної рогатої худоби: 1, 3, 6, 8, 11 – баки для приймання, замочування та охолодження кишок; 2, 7 – відтискні вальці ФОК-Б-01 та ФОК-Б-03; 4, 9 – лотки; 5 – шлямодробильна машина ФОК-Б-02; 10 – машина для остаточного очищення ФОК-Б-04

З приймального бака 1, кишки петлею накидаються на приймальний захват відтискних вальців 2. Після обробки вони потрапляють у бак 3 для замочування в теплій воді. Далі кишки так само проходять через шлямодробильну машину 5 і другі відтискні вальці 7 та машину для остаточного очищення 10. Після остаточного очищення, кишки надходять в бак 11, де охолоджуються холодною водою. Продуктивність лінії до 300 кишок за 1 год, встановлена потужність електродвигунів 2,9 кВт, витрата теплої води 5,5 м³. Площа, яку займає лінія – 9,6 м². Лінію обслуговують четверо робітників.

Лінія В2-ФКП для обробки кишок свиней і дрібної рогатої худоби (рис. 20.23) складається з відтискної вальцевої машини 8, шлямодробильної машини 5, дробильно-очисної машини 4 і машини для остаточного очищення 2. Відтискні вальці 8 (В2-ФКП.1) мають підтримуючий гладкий і два рифлені вальці: відтискаючий та шлямодробильний. На валу приводу машини встановлений провідний шків 11 подавального стрічкового транспортера 9. Шлямодробильна машина 5 (В2-ФКП.2) аналогічна конструкції відтискним вальцям, а на валу її приводу встановлений провідний шків 12 стрічкового конвеєра. Робочі органи дробильно-очисної машини 4 (В2-ФКП.3) аналогічні попереднім двом машинам, але вони забезпечені додатково двома рифленими гумовими валиками для очищення поверхонь робочих валів. Для остаточного очищення застосовують машину 2 (В2-ФКП.4).

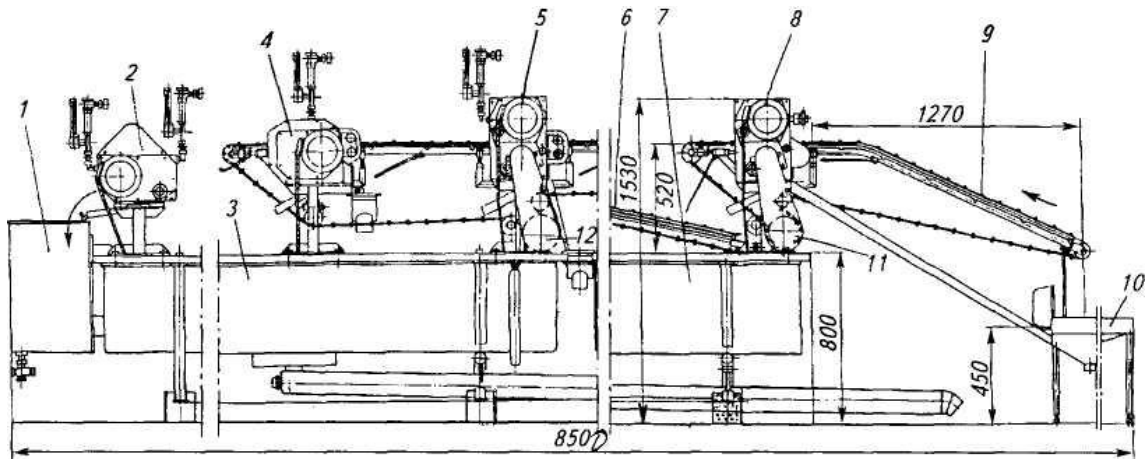


Рис. 20.23. Лінія В2-ФКП для обробки кишок свиней та дрібної рогатої худоби: 1 – бак для охолодження; 2 – машина для остаточного очищення В2-ФКП.4; 3, 7 – баки для замочування; 4 – дробильно-очисна машина В2-ФКП.3; 5 – шлямодробильна машина В2-ФКП.2; 6 – транспортер; 8 – відтискна машина В2-ФКП.1; 9 – подавальний транспортер; 10 – приймальний стіл; 11, 12 – провідні шківи

Кишки надходять на приймальний стіл 1 (рис. 20.24), вручну петлею за середину накидаються на пальці подавального транспортера 2 і звільняються від вмісту у вальцах відтискної машини 3. З відтискної машини кишки потрапляють на другий транспортер 5, яким завантажуються в машину 6. Кишки переміщуються приблизно 15...20 хв через бак 4, за цей час відбувається їх замочування теплою водою.

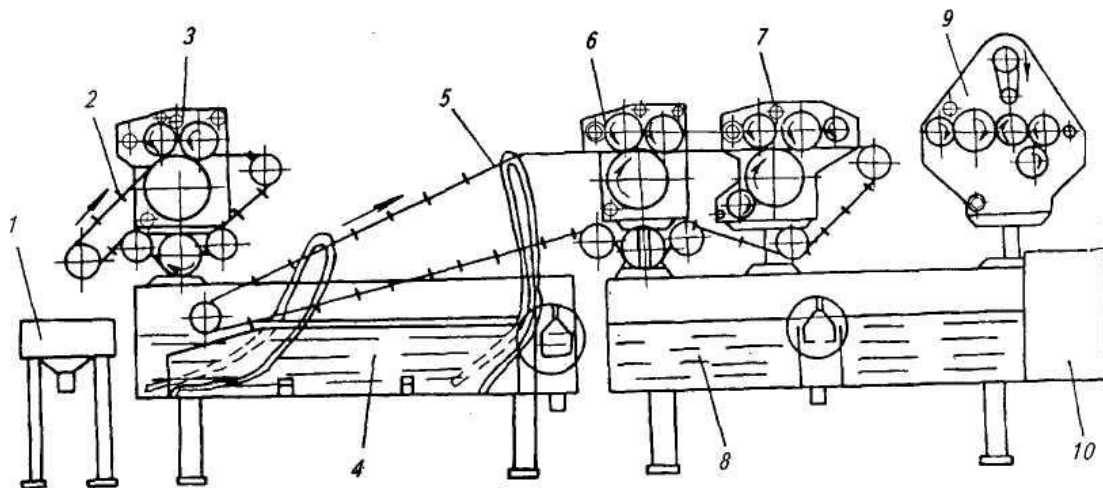


Рис. 20.24. Технологічна схема лінії В2-ФКП:

1 – приймальний стіл; 2 – подавальний транспортер; 3 – відтискна машина; 4, 8 – баки для замочування; 5 – транспортер; 6 – шлямодробильна машина; 7 – дробильно-очисна машина; 9 – машина для остаточного очищення; 10 – бак для охолодження

У шлямодробильній машині баластові оболонки розпушуються і частково видаляються. Далі кишки транспортуються протягом 3...5 хв до дробильно-очисної машини 7 і одночасно замочуються в баку 8, звідки вручну заправляються між валиками машини для остаточного очищення 9. При обробці

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

баранячих кишок використовується ексцентриковий валик, свинячі кишки обробляються без нього. Оброблені кишки надходять у бак 10, де охолоджуються водою. Продуктивність лінії: до 170 свинячих кишок за 1 год і до 125 баранячих кишок за 1 год. Встановлена потужність електродвигунів 2,4 кВт, витрата гарячої води 2,6 м³/год.

Лінія LF-IP фірми Feletі для очищення свинячих черев подана на рис. 20.25. Відділення свинячих кишок від кишкового комплексу проводиться на приймально-розбірному технологічному столі 4 вручну за допомогою відвідного колеса 5 марки LF-D. Кишка, що відокремлюється, потрапляє в приймальну мийну ванну ВМ1 7. Далі оператор визначає її середину і у V-подібній формі подає на завантажувальний конвеєр 13 очисної машини 8 марки LF-P №1, де відбувається звільнення кишок від їхнього вмісту.

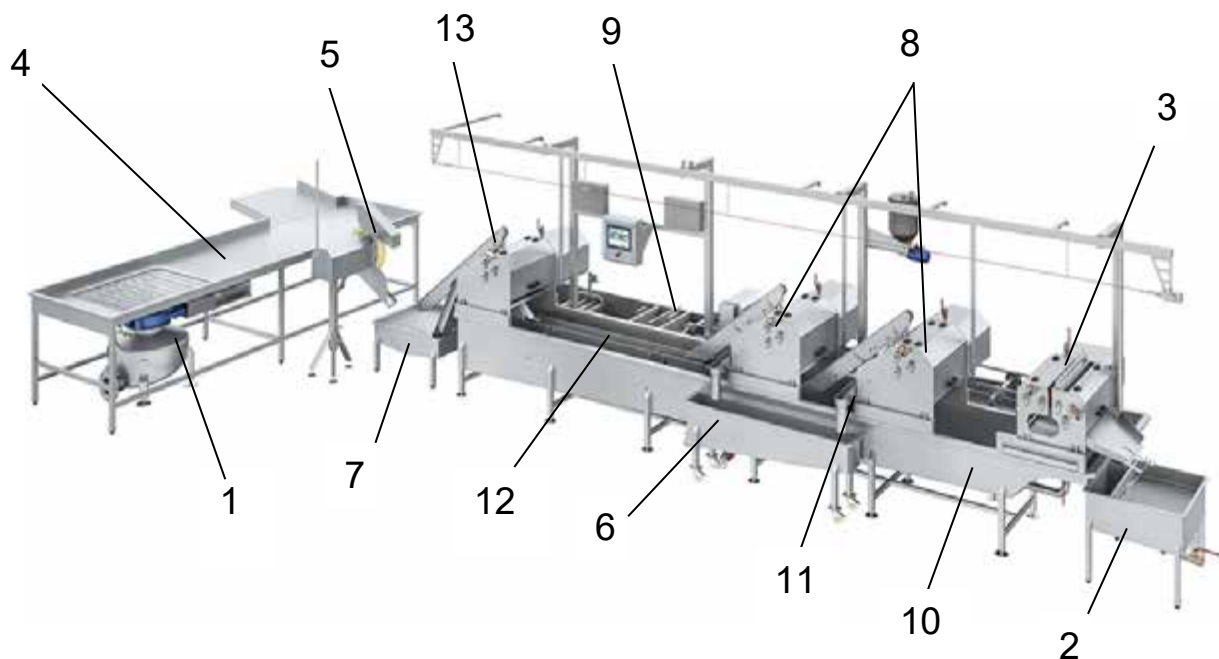


Рис. 20.25. Лінія LF-IP фірми Feletі для очищення свинячих черев:

- 1 – пневмопушка; 2 – ванна рециркуляції холодної води; 3 – машина LF-PS;
4 – приймально-розбірний стіл; 5 – відвідне колесо; 6 – ванна для відходів; 7 – приймальна ванна; 8 – машина LF-P; 9 – система рециркуляції гарячої води; 10 – технологічна ванна;
11 – жолоб; 12 – очисний конвеєр; 13 – завантажувальний конвеєр

Після обробки в машині LF-P, кишки надходять у ванну лінії на промивально-очисний конвеєр 12 де витримуються у воді необхідної температури. В кінці промивально-очисного конвеєра кишки захоплюються завантажувальним конвеєром машини LF-P №2 і після обробки в ній надходять на машину LF-P №3 для очищення від слизової оболонки. Після цього проводиться зняття зовнішньої оболонки свинячої кишки вручну на останній машині для зняття зовнішньої оболонки 3 марки LF-PS. Вміст кишок відводиться по бічному жолобу 11 у ванну 6 для збирання вмісту.

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

В очисних машинах встановлені труби для розпилення води між вальцями, що попереджає залипання і пошкодження кишок під час обробки. Збільшення продуктивності лінії, без втрати якості очищення кишок, досягається за рахунок встановлення додаткових машин для відтиску та шлямування марки LF-P, це дозволяє збільшити швидкість обертання вальців, при цьому зазор між ними необхідно збільшити, щоб уникнути пошкодження кишок при обробці. Так само на продуктивність лінії впливає довжина вальців машин, чим довші вальці, тим більше одночасно обробляється кишок.

Універсальна лінія для очищення яловичих та свинячих черев LF-IBP фірми Feleti подана на рис. 20.26. Відділення яловичих та свинячих черев від кишкового комплексу проводиться на приймально-розбірному технологічному столі 4, вручну за допомогою відвідного колеса 5 марки LF-D. Кишки, що відокремлюються, потрапляють в приймальну мийну ванну 7 марки BM1. Далі оператор визначає їхню приблизну середину і в V-подібній формі накидає на приймальний гак універсальної машини 8 марки LF-IBP. Конструкція універсальної машини LF-IBP передбачає всі необхідні операції для очищення як яловичих, так і свинячих черев. Після обробки кишки надходять у ванну охолодження 2.

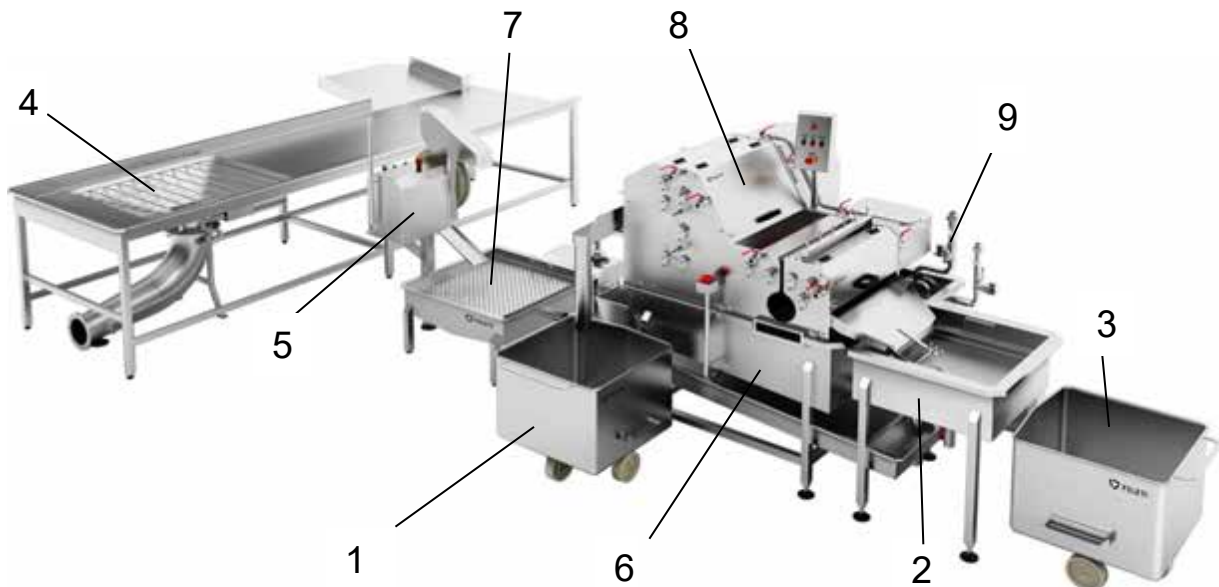


Рис. 20.26. Універсальна лінія для очищення яловичих та свинячих черев LF-IBP фірми Feleti: 1, 3 – транспортний візок; 2 – ванна рециркуляції холодної води; 4 – приймально-розбірний стіл; 5 – відвідне колесо; 6 – ванна для вивертання кишок; 7 – приймальна ванна; 8 – машина LF-IBP; 9 – система рециркуляції гарячої води

Приклад роботи механізованої лінії очищення яловичого черевця LF-IB:

Відділення черев від кишкового комплексу проводиться на приймально-розбірному Столі технологічному СТ, вручну за допомогою відвідного колеса LF-D. Черева, що відокремлюються, потрапляють в приймальну Ванну мийну BM1. Далі оператор визначає її приблизну середину і у V-подібній формі подає

на конвеєр (завантажувальний транспортер) машини LF-B № 1, де відбувається звільнення черев від вмісту.

Після обробки з машини LF-B № 1 черева потрапляють у мийну ванну, де захоплюється швидким транспортером машини LF-B № 2, прополіскуються у воді і подаються на обробку до вальців машини LF-B № 2, де відбувається додаткове очищення та знежирення їх зовнішньої сторони. Потім оператор вивертає черво за допомогою пристрою для вивертання, передбаченого на ванні цієї мийної машини, при цьому вивертаючись під дією води черева спускаються у ванну для вивернутих черев. Далі оператор вручну направляє вивернуте черво на обробку в машині LF-B № 3 для очищення від слизової оболонки та знежирення внутрішньої сторони. Баластні шари черев відводяться по бічному жолобі в збірну ємність.

Після обробки черева поміщаються у холодну воду для охолодження. Збільшення продуктивності лінії досягається за рахунок встановлення додаткових машин для відтиску та шлямування LF-B, це дозволяє збільшити швидкість обертання вальців, при цьому зазор між ними необхідно збільшити, щоб уникнути пошкодження черев при обробці. Також на продуктивність лінії впливає довжина вальців машин, чим довші вальці, тим більше одночасно обробляється черев.

20.6. Інженерні розрахунки

Технологічний розрахунок відтискних вальців

Продуктивність машини для оброблення кишок (шт./год) визначається за формулою:

$$Q = \frac{3600 \cdot \phi \cdot v \cdot z}{x \cdot l_0}, \quad (20.1)$$

де v – швидкість руху кишки при відтисканні вмісту, $v = \pi D n / 60$, м/с (приймають при відтисканні шляму $v = 0,38$ м/с, баранячих, яловичих $v = 0,24$ м/с); z – кількість оболонок, які одночасно проходять через машину $z = 4$; ϕ – коефіцієнт використання максимально можливої продуктивності $\phi = 0,6 \dots 0,8$; l_0 – довжина кишки, м; x – кратність пропускання кишки через машину.

Потужність, що витрачається на витискання вмісту, кВт:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot \omega \cdot \eta_a}{1000 \cdot \eta \cdot \eta_1}, \quad (20.2)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, необхідний для приведення в дію вальців із урахуванням їх попереднього стискання, Н·м; ω – кутова швидкість обертання вальців, рад/с; η_a – коефіцієнт запасу потужності на пуск завантаженої машини ($\eta_a = 1,2 \dots 1,3$); η – механічний ККД передач від двигуна до вальців ($\eta = 0,8$); η_1 – коефіцієнт, який враховує втрати потужності двигуна на взаємне тертя вальців ($\eta_1 = 0,7 \dots 0,8$).

Крутний момент для приведення в обертання пари вальців, Н·м:

$$M_{кр} = 0,5 \cdot z \cdot D(P + F_0) + R_0 b_0, \quad (20.3)$$

де b_0 – ширина площадки контакту вальців, м; D – діаметр валика, м; R_0 – загальне зусилля притискання вальців, Н; P – загальний опір витискання, або сила, що діє вздовж поздовжньої осі оболонки і необхідна для витискання вмісту або шляму, Н; F_0 – сила, яка виштовхує оболонку (рис. 20.27).

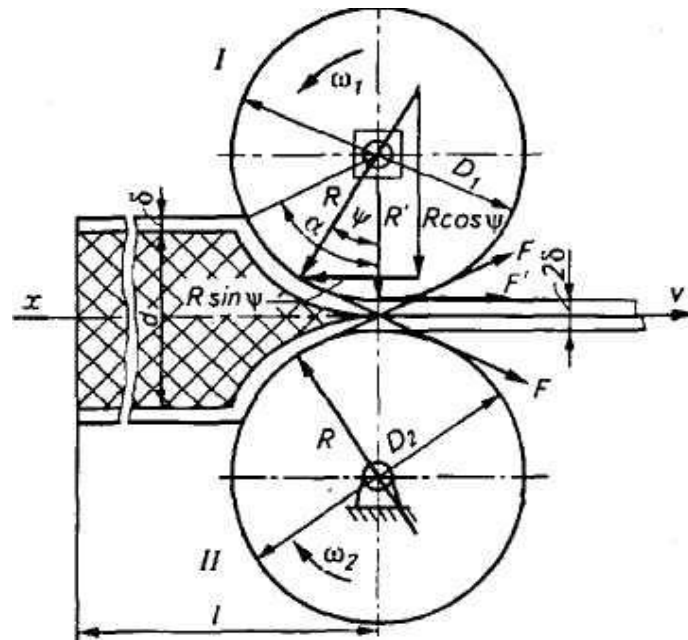


Рис. 20.27. Розрахункова схема відтискних вальців

Ширина площадки контакту вальців визначається за формулою:

$$b_0 = \sqrt{\frac{2D \cdot R_0}{E \cdot L}}, \quad (20.4)$$

де L – довжина валика, м; E – модуль пружності матеріалу валика (для сталі $E = 2 \cdot 10^5$ МПа).

Загальний опір витисканню P (Н) визначається:

$$P = \frac{\pi d^2}{4} \sigma, \quad (20.5)$$

де σ – поздовжній питомий тиск, необхідний для примусового переміщення вмісту, Н/м² ($\sigma = (40 \dots 100) \cdot 10^3$, Н/м²), d – діаметр кишкової оболонки, м.

Сила виштовхування оболонки:

$$F_0 = 2R \cdot \sin \psi \quad (20.6)$$

де R – зусилля розпору, яке створюється оболонкою при затягуванні її між вальці; ψ – центральний кут (кут відхилення зусилля розпору R від осьової лінії

вальців), (визначається по положенню центра ваги параболічного сегменту $\psi = 0,4\alpha$); α – кут контакту оболонки з вальцями ($\cos \alpha = 1 - d/D$).

$$R = \sigma \cdot f, \quad (20.7)$$

де f – площа контакту валика з оболонкою $f = \frac{2}{3}bh$ (b – основа параболічного сегмента $b = \pi d/2$; h – висота параболічного сегмента $h = D \sin \frac{\alpha}{2}$). Загальне зусилля притискання вальців:

$$R_0 = z(R \cos \psi + R') \quad (20.8)$$

де R' – зусилля попереднього притискання вальців, Н:

$$R' = \frac{\pi d z p}{2\mu}, \quad (20.9)$$

p – питомий тиск, який долається при зніманні баластної оболонки; μ – коефіцієнт тертя ковзання поверхні валика по поверхні кишкової оболонки. Значення μ і p залежать від типу поверхонь вальців і оболонок, які знімаються, та температури води. У випадку, коли поверхня вальців гладенька гумова, обробляється слизова оболонка, температура води $t_b = 35^\circ\text{C}$, тоді $\mu = 0,4$ і $p = 0,04$ кН/м.

Технологічний розрахунок універсальної машини ФОК для попереднього і кінцевого очищення кишок

Продуктивність машини для оброблення кишок визначається за формулою:

$$Q = \frac{3600\phi v_0 z}{xl}, \quad (20.10)$$

де ϕ – коефіцієнт використання максимально можливої продуктивності, $\phi = 0,7 \dots 0,8$; v_0 – швидкість обертання подавального валика, м/с; z – кількість оболонок, які одночасно обробляються в машині; l – довжина кишки, складеної удвоє, м; x – кратність пропускання кишки через машину.

Потужність, необхідна для подрібнення оболонок:

$$N = \frac{P(v_n - v_0)\eta_a}{1000\eta}, \quad (20.10)$$

де P – зусилля необхідне для переміщення кишки, Н; v_n – швидкість обертання подрібнювального валика, м/с; η_a – коефіцієнт запасу потужності на пуск в роботу завантаженої машини ($\eta_a = 1,2 \dots 1,2$); η – ККД передач від двигуна до вальців ($\eta = 0,7 \dots 0,8$).

Зусилля P визначається за формулою:

$$P = \pi \cdot d \cdot z \cdot \rho, \quad (20.12)$$

де d – діаметр кишкової оболонки, м; ρ – питомий опір, який долається при виконанні відповідної технологічної операції, Н/м (табл. 1).

Розділ 20. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ КИШОК

Таблиця 20.1. Величина питомого опору, який долається при відповідній технологічній операції

$t_b, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{Н/м}$			
	Знімання слизової оболонки		Знімання серозної оболонки	
	$v = 1 \text{ м/с}$	$v = 10 \text{ м/с}$	$v = 1 \text{ м/с}$	$v = 10 \text{ м/с}$
10...12	70	90	120	140
35...40	40	60	70	90

20.7. Запитання для самоконтролю знань

1. Які технологічні операції виконуються при обробленні кишок?
2. Наведіть характеристику робочим органам машин для оброблення кишок.
3. Що таке комбінована машина? Які операції на ній виконують?
4. Структура лінії ФОК-К для оброблення кишок великої рогатої худоби.
5. Будова і принцип дії шлямодробильної машини.
6. Будова і принцип дії відтискних вальців ВО-150.
7. Особливості будови і принципу дії універсальної машини для оброблення кишкової сировини ФОК.
8. З якого обладнання комплектують лінії для оброблення кишок?
9. Під дією яких сил відбувається протягування кишок валиками?
10. Обґрунтуйте необхідність додаткового прикладання сили притиснення вальців.
11. Як визначити крутний момент на осях вальців і потужність електродвигуна приводу валкових машин?
12. Як вирахувати продуктивність машин для оброблення кишок?
13. Чому обмежують граничну швидкість відтискання вмісту з внутрішніх порожнин кишок?

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

21.1. Машино-апаратні схеми ліній оброблення субпродуктів

До субпродуктів відносять: м'якітні – це внутрішні органи тварин без кісток, слизу та вовни (лівер – печінка, серце, легені, діафрагма, нирки, трахея з горлом; селезінка; м'ясні обрізки; язик; мозок); слизові субпродукти – це внутрішні органи забійних тварин, які містять слизовий шар (оболонку). До слизових субпродуктів великої рогатої худоби та дрібної рогатої худоби відносять багатокамерні шлунки (рубець із сіткою; книжка; сичуг), до свинячих слизових субпродуктів відносять шлунки; вовняні – це субпродукти, покриті (до оброблення) волосом і щетиною. До вовняних субпродуктів відносять голови свинячі, баранячі (в шкурі) без язиків і мозку, ноги і путовий суглоб ВРХ, ніжки свинячі і баранячі, губи яловичі, п'ятаки свинячі, вуха свинячі і яловичі та хвости свинячі.

М'якітні субпродукти широко використовують у ковбасному виробництві і кулінарії, а також їх реалізують у роздрібній мережі. У порівнянні з м'ясом субпродукти швидше піддаються псуванню і тому їх слід обробляти протягом 2...3 годин відразу після відділення і розбирання. Чітке дотримання всіх параметрів технологічних процесів гарантує вихід якісної продукції.

Після оброблення субпродукти, розсортовані за видами та найменуваннями, негайно, направляють на охолодження або заморожування і, в залежності від способу подальшого використання – на реалізацію або промислову переробку.

Технологічна схема оброблення м'якітних субпродуктів може включати наступні операції: розбирання субпродуктів; зачищення – відділення сторонніх тканин, прирізів і знежирення; промивання; сушіння; визначення якості, сортування, пакування; направлення на охолодження і зберігання.

На рис. 21.1. наведено схему механізованої лінії компанії «Feleti» для оброблення м'якітних субпродуктів. М'якітні субпродукти попередньо промивають холодною водою під душем і розбирають на вішалах 1 та столі 2. Для зручності лівер при поділі на складові підвішують на гаки. На технологічному столі 3 з ящиками субпродукти піддаються зачищенню від сторонніх тканин, прирізів і при необхідності знежиренню. Печінку зачищають від плівок, лімфатичних вузлів, залишків жирової тканини, додатково переглядають на наявність ущільнень та інших патологічних змін тканин. Серце і легені знежирюють, а серце, крім того, звільняють від сумки і, якщо воно не було розрізано раніше, розрізають і промивають його від згустків крові. Нирки виймають із жирової капсули. Селезінку знежирюють. Після поділу діафрагми і трахеї їх також знежирюють.

Далі такі м'якітні субпродукти, як серце, легені, діафрагма, трахея, калтик, стравохід, селезінка, м'ясні обрізки, язик, піддають ретельному промиванню від згустків крові, слизу, дрібних часточок кістки та інших забруднень у мийній машині 7 періодичної дії марки LF-M або потокового типу LF-MD.

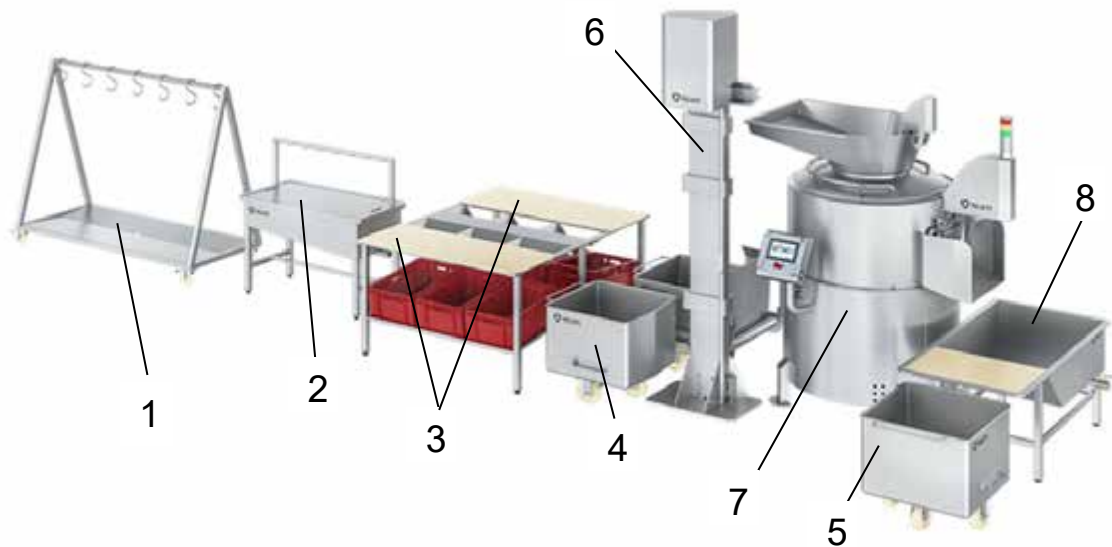


Рис. 21.1. Лінія для оброблення м'якітних субпродуктів компанії Feleti:
1 – вішало; 2, 3 – столи технологічні; 4, 5 – транспортні візки; 6 – підйомник колонний;
7 – універсальна мийно-очисна машина LF-M; 8 – ванна інспекційна

Машина LF-M крім миття виконує, за потреби, функцію бланшування шляхом ошпарювання при високій температурі. Після промивання м'якітні субпродукти вивантажуються у мийну інспекційну ванну 8 марки BM1 зі стільницею або укладаються на перфоровані столи, де проводиться їх додаткова інспекція на якість. Потім субпродукти оглядають, сортують за найменуваннями та негайно направляють на охолодження або заморожування і, в залежності від способу подальшого використання, на реалізацію або промислову переробку.

Слизові субпродукти є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів і швидко піддаються псуванню. Затримки в обробленні субпродуктів ускладнюють відділення від них слизової оболонки, внаслідок змін, які виникають після забою тварин в їх тканинах. Тому після відділення від туші слизові субпродукти треба негайно направляти на переробку. Оброблення слизових субпродуктів повинно бути закінчено протягом 2...3 годин.

Технологічна схема оброблення слизових субпродуктів ВРХ може включати наступні операції: попереднє знежирення; звільнення від вмісту; промивання від залишків вмісту; збір слизової оболонки з сичугів яловичих для медичних цілей; очищення від слизової оболонки і ошпарювання; визначення якості і вивертання; остаточне очищення і знежирення; охолодження, сушіння; видалення темних плям і залишків слизової оболонки; визначення якості, сортування, пакування; направлення на зберігання.

На рис. 21.2. наведено схему лінії Feleti для оброблення слизових субпродуктів. Яловичі шлунки потрапляють на стіл технологічний 1 (приймально-розбірний), де проводиться їх поділ на складові, знежирення і зачищення зовнішньої поверхні, вивільнення від вмісту і промивання. Для полегшення ручної праці в лінії передбачений конвеєр 2 марки КЦ – для вивільнення від вмісту рубців.

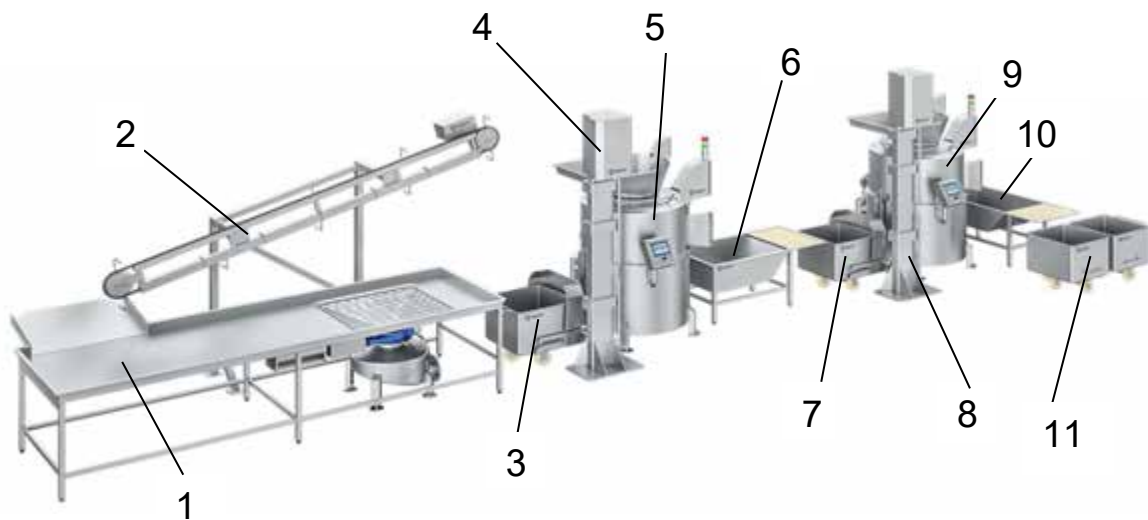


Рис. 21.2. Лінія фірми Feleti для оброблення слизових субпродуктів ВРХ:
1 – стіл технологічний (приймально-розбірний); 2 – ланцюговий конвеєр; 3,7,11 – ємність технологічна; 4, 8 – підйомник колонний; 5 – машина відцентрова; 6 – ванна охолодження; 9 – машина відцентрова для кінцевого очищення; 10 – ванна інспекційна

Далі звільнений від вмісту шлунок обробляється у відцентровій мийній машині 5 для субпродуктів LF-VB, де відбувається промивання, очищення від слизової оболонки і за потреби ошпарювання. З відцентрової машини продукція вивантажується у мийну ванну 6 марки ВМ для охолодження, інспекції і вивертання та направляється в мийну машину для субпродуктів 9 марки LF-VD для остаточного очищення і знежирення. Ретельно вимитий і знежирений продукт охолоджують у ванні 10, проводять огляд, остаточне зачищення, сортування, пакування та направляють на зберігання або подальшу переробку. Для транспортування продукту використовують транспортні візки 3, 7, 11.

На рис. 21.3. наведено схему лінії Feleti для оброблення слизових субпродуктів свиней.

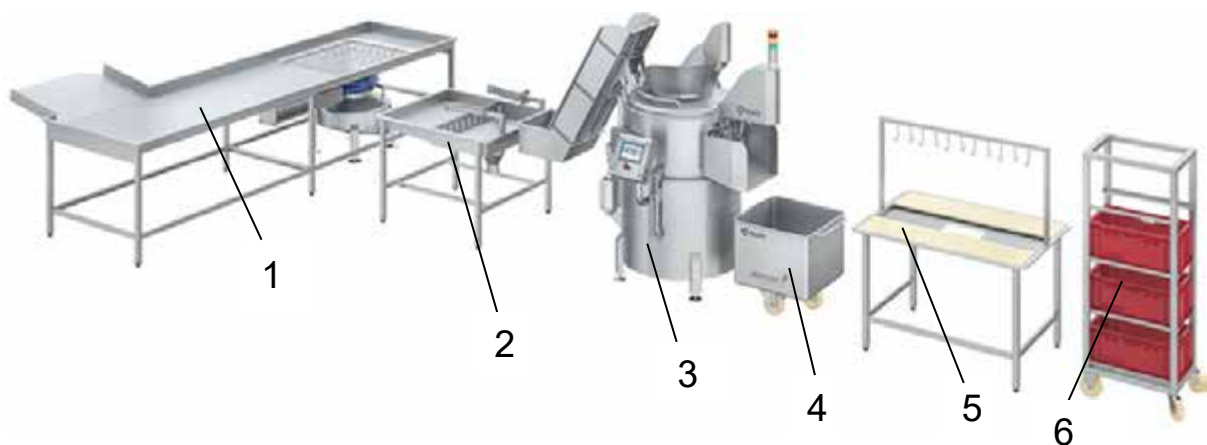


Рис. 21.3. Лінія фірми Feleti для оброблення слизових субпродуктів свиней:
1 – стіл приймально-розбірний; 2 – стіл звільнення міхурів; 3 – машина відцентрова;
4 – ємність технологічна; 5 – стіл інспекційний; 6 – візок для ящиків

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Лінія містить стіл приймально-розбірний 1, стіл звільнення міхурів 2, відцентрову машину 3, місткість технологічну 4, стіл інспекції 5 та візок для ящиків 6. На відміну від лінії для оброблення субпродуктів ВРХ, вона не містить ланцюгового конвеєра, має лише одну відцентрову машину та спрощену систему її завантаження.

Лінія ЛОСС для оброблення слизових субпродуктів (рис. 21.4) складається з двох відцентрових машин (МОС-1С для ошпарювання і очищення 3, а також для миття 4), ванни 1 для попереднього ошпарювання, підйомно-поворотного крана 2, столів інспекції 6 і приймання продукції 5, площадок обслуговування, системи управління процесом.

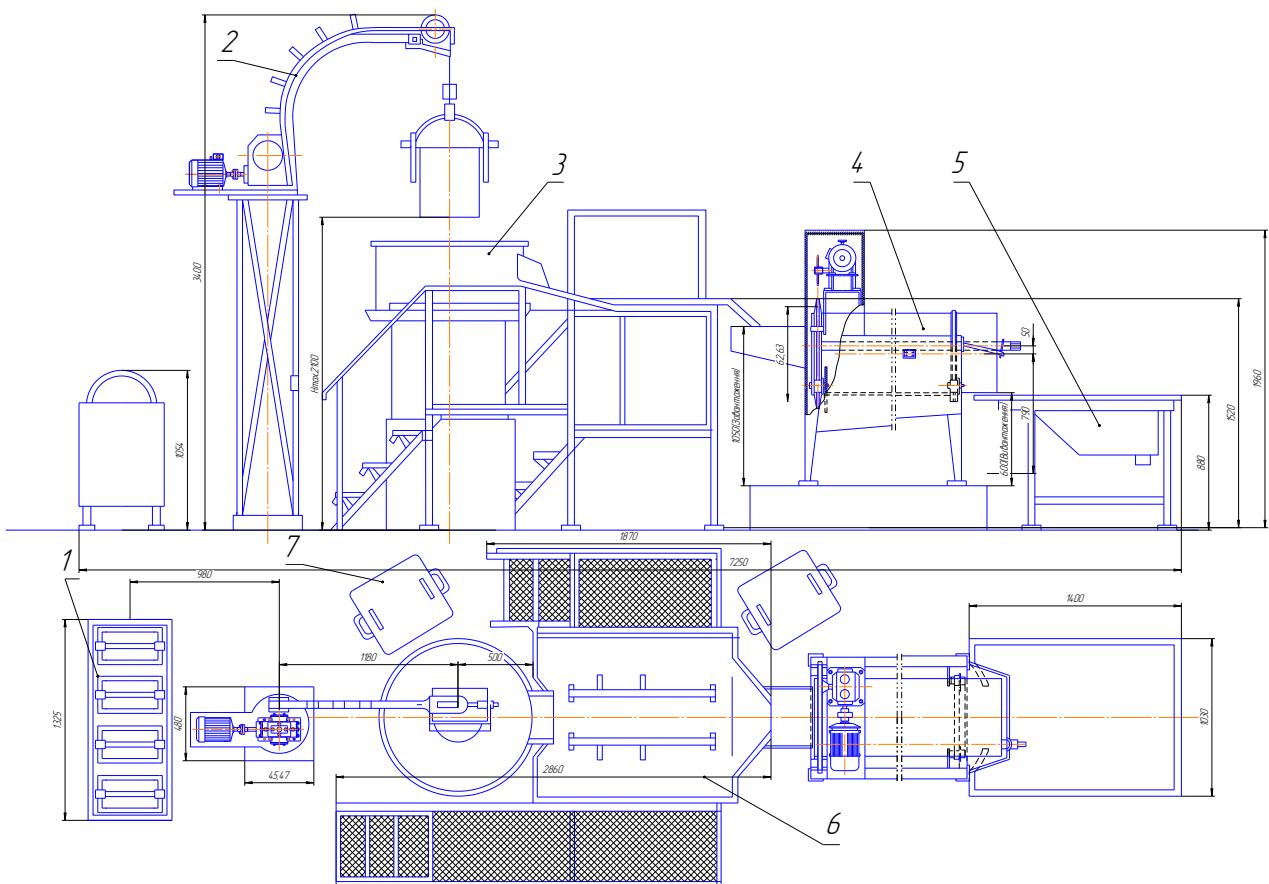


Рис. 21.4. Лінія ЛОСС для оброблення слизових субпродуктів: 1 – ванна для попереднього ошпарювання; 2 – підйомно-поворотний кран; 3, 4 – відцентрові машини; 5 – стіл приймання продукції; 6 – стіл інспекції; 7 – приймач для конфіскатів

Субпродукти, що надходять із забійного цеху, завантажують по 40...45 кг в кошики ванни 1 для попереднього ошпарювання, яка є прямокутною ємкістю з нержавіючої сталі. Завантажують у ванну чотири кошики. Після ошпарювання кошики подають до першої відцентрової машини. У машині протягом 7...10 хв. видаляється слизова оболонка при подаванні гарячої води температурою 60...65°C. Оброблений продукт надходить на стіл інспекції 6, де вручну проводять доочищення. Далі у другій відцентровій машині продукт промивається і охолоджується холодною водою.

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Продуктивність лінії становить до 500 кг/год, об'ємна витрата гарячої та холодної води відповідно 0,7 і 0,4 м³/год. Загальна потужність електродвигунів 10 кВт, маса лінії 2040 кг. Лінію обслуговують троє робітників.

Оброблення вовняних субпродуктів полягає у відділенні від них неїстівної частини (волоса або щетини, епідермісу), а також забруднень. Крім цих операцій, загальних для всіх вовняних субпродуктів, від яловичого путового суглобу і свинячих ніжок після ошпарювання і видалення волосся (щетини) відділяють копита. Перед обробленням яловичих вух із них зазвичай вручну ножицями зрізують велике вушне волосся, з якого виготовляють різні щітки та пензлі.

Оброблені субпродукти інспектують, сортують за видами і наземним транспортом відправляють на зберігання в холодильник. Вовняні субпродукти використовують у ковбасному виробництві і кулінарії, а також реалізуються в торговельній мережі.

Таким чином оброблення вовняних субпродуктів включає в себе такі операції: зачищення, миття, ошпарювання, зняття копит, обпалювання, очищення від нагару (миття), інспекція, визначення якості, сортування та направлення на охолодження і зберігання.

На рис. 21.5. наведено схему лінії Feleti для оброблення вовняних субпродуктів.



Рис. 21.5. Лінія фірми Feleti для оброблення вовняних субпродуктів:
1 – візок із підвісками; 2 – стіл технологічний; 3,5,6,9 – візки; 4 – машина для знімання копит; 7 – підйомник колонний; 8 – машина відцентрова

При її роботі свинячі голови (з вухами або вже з відокремленими вухами) надходять у цех на вішалах 1. Далі проводиться їх промивання і обпалювання (пальниками) вручну безпосередньо на вішалах або на столі технологічному, тут же при потребі ножем відокремлюються вуха. Обпалювання голів можна здійснювати при наявності спеціальних обпалювальних печей. Після обпалювання голови промивають від нагару в машині мийній 8 марки LF-C.

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Ноги і путовий суглоб ВРХ, ніжки свинячі і баранячі, губи яловичі, п'ятаки свинячі, вуха свинячі і яловичі, хвости свинячі промивають і ошпарюють у мийній машині 8 марки LF-C, у процесі чого відбувається відділення волоса (щетини). Потім зі свинячих ніжок так само, як з яловичого путового суглоба, видаляють копита на спеціальній машині для зняття копит 4 марки LF-Z, якщо вони не були видалені у відцентровій машині.

Після ошпарювання і зняття копит яловичі путові суглоби, а також вуха, губи, обпалюють в обпалювальних печах. Після чого продукт промивають від нагару в мийній машині LF-C.

Для приймання, охолодження і транспортування продукту застосовують мийні ванни на колесах або візки. Потім субпродукти оглядають, сортують за найменуваннями і направляють на охолодження або заморожування і на промислову переробку або реалізацію.

Лінія обробки мясокісткових субпродуктів фірми Feleti представлена на рис. 21.6. До субпродуктового цеху голови надходять попередньо оброблені (без шкір, язиків, очей та рогів) на пересувних вішалах 1.

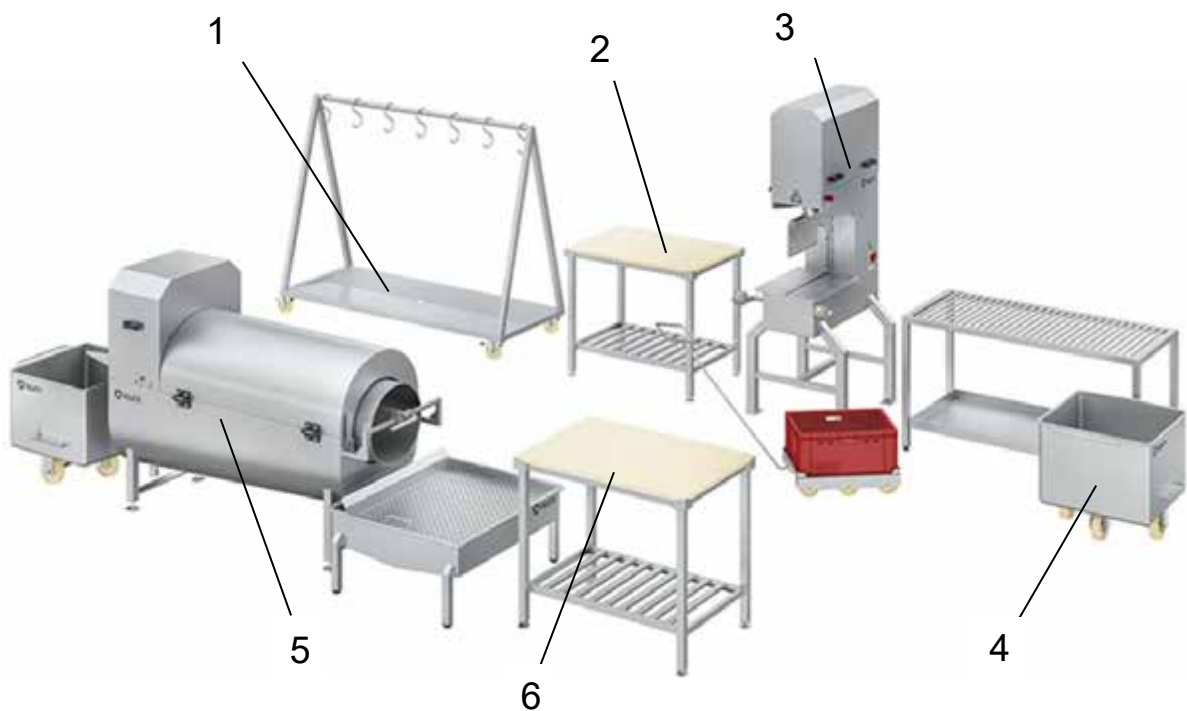


Рис. 21.6. Лінія обробки мясокісткових субпродуктів фірми Feleti

Обробка голів може проводитися двома способами: з обвалюванням (з відділенням м'яса від кісток) та без обвалювання. Обвалювання голів виробляють вручну ножом на технологічному столі 2 з поліамідною стільницею. Обвалену голову рубають на дві симетричні половини на машині 3 марки LF-PH, не порушуючи цілісності мозку. З розрубаної черепної коробки виймають мозок, зачищають його від згустків крові, уламків кісток, укладають в один ряд у лотки та направляють у холодильник. Розрубані голови промивають водою зі шлангу і після стікання води відправляють транспортним візком 4 на зберігання в

холодильник або на подальшу переробку. М'ясо-кісткові хвости зачищають вручну ножем від синців, прирізів шкіри та волосся. Після зачистки їх промивають у мийній машині потокового типу 5 для субпродуктів марки LF-MD. Оглядають, при необхідності проводять остаточну зачистку на технологічному столі 6 з поліамідною стільницею, укладають в тару і направляють на зберігання в холодильник.

21.2. Обладнання для оброблення субпродуктів

Для миття і ошпарювання субпродуктів використовують барабанні машини періодичної і безперервної дії та відцентрові машини періодичної дії. Зокрема для миття м'якітних субпродуктів використовують барабанні машини періодичної дії.

Мийна машина фірми KCI (Канада) періодичної дії (рис. 21.7) призначена для миття та ошпарення рубців після їх очищення та попереднього миття вручну. Барабан 3 машини встановлений на зварній рамі 1 в підшипникових опорах 10. Барабан циліндричної форми, зварений з нержавіючої сталі, має на внутрішній поверхні обичайки поздовжні ребра. Обичайка і ребра перфоровані, кромки отворів розвальцьовані всередину барабана, утворюючи поверхню терки, яка очищає продукцію. Для завантаження та вивантаження продукції барабан має дві кришки 6, що зсуваються по напрямних 13. Воду заливають у піддон 2, який має для вивантаження продукту горловину, що закривається засувкою 12.

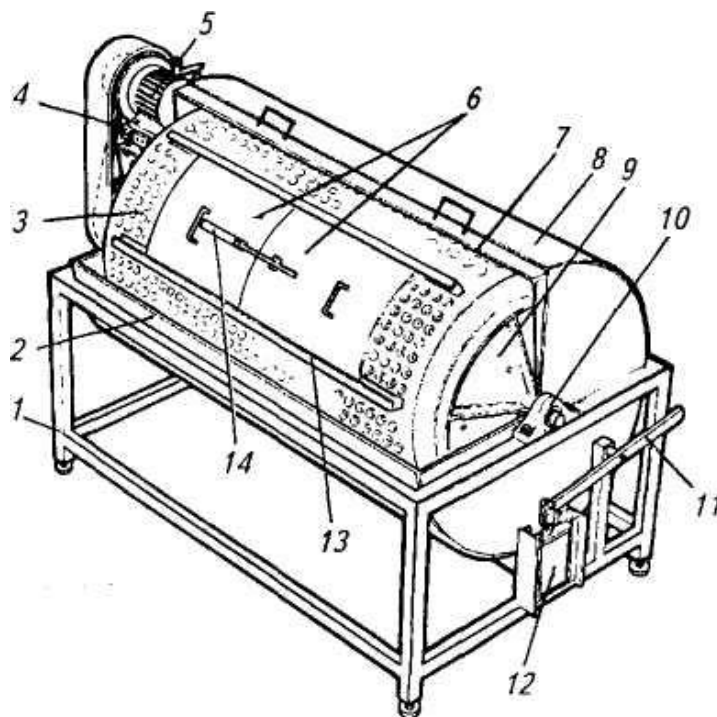


Рис. 21.7. Барабанна мийна машина фірми KCI (Канада): 1 – рама; 2 – піддон;
3 – барабан; 4 – клинопасова передача; 5 – двигун-редуктор; 6 – кришки; 7 – кришка люка
кожуха; 8 – кожух; 9 – дно; 10 – підшипникова опора; 11 – важіль; 12 – засувка;
13 – напрямна; 14 – затвор

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Зверху над барабаном встановлений кожух 8, люк якого закривається поворотною кришкою 7. Барабан приводиться в обертання двигун–редуктором 5 через клинопасову передачу 4. Розміщення двигуна–редуктора у верхній частині машини надійно захищає його від попадання вологи.

Є два різновиди машин: продуктивністю 40 і 70 рубців за 1 годину. При цьому довжина барабанів дорівнює відповідно 1,0 і 1,5 м, а діаметр – 0,9 м. Потужність приводу машини 2,2 кВт, витрата води 0,34 і 0,45 м³/год.

Мийна машина БСН-2М (рис. 21.8) має перфорований сталевий барабан 9 з обичайкою хвилястої форми. До обичайки прикріплені плоскі днища з цапфами, що встановлені в підшипниках кочення 10, які змонтовані на станині 13. В середині обичайки передбачений люк для завантаження і вивантаження сировини, що закривається відкидною кришкою 15.

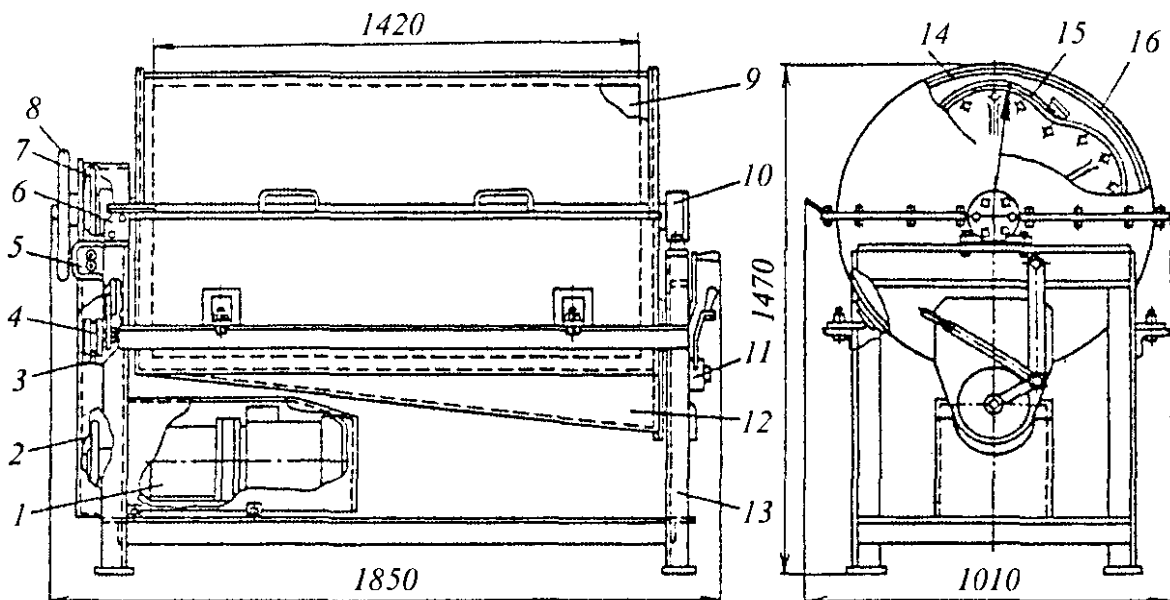


Рис. 21.8. Мийна барабанна машина БСН–2М: 1 – двигун-редуктор; 2– ведуча зірочка; 3– ланцюг; 4– натяжний ролик; 5 – пульт управління; 6 – кінцевий вимикач; 7 – ведена зірочка; 8 – маховик; 9 – барабан; 10 – підшипник кочення; 11 – затвор; 12 – піддон; 13 – станина; 14 – рухома кришка; 15 – відкидна кришка; 16 – кожух

Знизу барабан поміщений в піддон 12, що забезпечений люком з затвором 11 для вивантаження продукції. Зверху барабан закритий кожухом 16, що має люк із рухомою кришкою 14. Барабан приводиться в обертання від мотор–редуктора 1 через ланцюгову передачу, що складається з ланцюга 3, провідної 2 і веденої 7 зірочок.

В системі управління передбачені кінцевий вимикач 6 і гальмо, які дозволяють зупиняти барабан в положенні, зручному для завантаження. При необхідності барабан можна повертати вручну маховиком 8. Продуктивність барабана при обробці рубців 65 штук за годину. Частота обертання барабана 283 об/хв., потужність електродвигуна 2,2 кВт.

Мийна машина фірми KCI (Канада) безперервної дії (рис. 21.9) складається з зварної станини, на якій кронштейнами 3 закріплено чотири опорних нейлонових ролика 2. На роликах горизонтально встановлений циліндричний перфорований барабан 4. На внутрішній поверхні барабана закріплена спіраль 10, що переміщає продукт вздовж барабана.

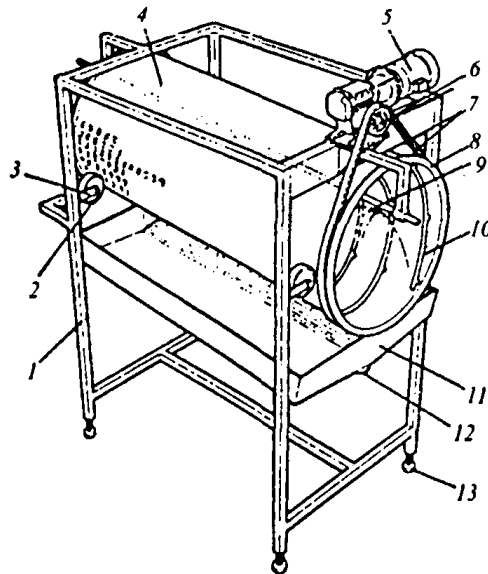


Рис. 21.9. Барабанна мийна машина фірми KCI (Канада) безперервної дії:

- 1 – станина, 2 – опорний ролик; 3 – кронштейн, 4 – барабан, 5 – мотор-редуктор, 6 – ведучий шків; 7 – зубчастий пас; 8 – вінець барабана; 9 – перфорована труба; 10 – спіраль; 11 – піддон; 12 – зливний патрубок, 13 – регульовані опори

Барабан приводиться в обертання мотор-редуктором 5, на вихідному валу якого встановлений ведучий шків зубчастої ремінної передачі. Веденим шківом передачі служить вінець 8 барабана. Вода для миття подається по перфорованій трубі 9, а забруднена вода збирається в піддон 11 і зливається через патрубок 12. Існують чотири модифікації машин з діаметром барабана 0,46 і 0,76 м та довжиною 1,5 і 1,8 м. Потужність приводу всіх модифікацій 0,7 кВт.

Мийна машина LF-MD фірми Feletі (рис. 21.10) призначена для ефективного миття м'якітних субпродуктів, має подібну конструкцію до машини KCI. Машина виконана з нержавіючої сталі, мийний барабан виконаний з металу товщиною 3...4 мм, що забезпечує тривалий термін експлуатації. Частотний перетворювач забезпечує регулювання частоти обертання миючого барабана.

Відцентрові машини застосовують для видалення щетини і волосу з вовнових субпродуктів і оперення із тушок птахів. Крім того, їх використовують для очищення слизових субпродуктів, для миття різних м'ясопродуктів.

Принцип дії відцентрових машин наступний. Продукт завантажують до ротору, що обертається, і силами тертя він захоплюється з ротором в рух. При цьому виникають відцентрові сили, що притискають продукт до нерухомого циліндру. Під дією сил тертя про ротор і стінки циліндра продукт очищається.



Рис. 21.10. Барабанна мийна машина LF-MD фірми Feleti:
а – загальний вигляд; б – робоча камера

Відцентрові машини принципово близькі по конструкції, але розрізняються схемами приводу, автоматизації процесів завантаження, вивантаження та управління процесом.

Машина МОС-1Ш (рис. 21.11) призначена для обробки вовнових субпродуктів. На звареному основі 14 машини закріплений опорний диск 17. На диску усталено циліндричний корпус 4, забезпечений вертикальними ребрами 5. У нижній частині циліндра обертається диск–ротор 7, забезпечений радіальними ребрами 6 і отворами для видалення вовни, волосу і бруду. Діаметр диска 1,05 м, висота робочої частини циліндра корпусу 0,345 м. Ротор закріплений шпонкою на конусному кінці валу 16, що обертається в радіальному 9 і радіально–наполегливому 13 підшипниках. Від потрапляння води підшипники захищені сальником і відбійним кільцем 8.

Приводом ротора служить електродвигун 10, з'єднаний муфтою 11 з черв'яком редуктора. Черв'ячне колесо 12 встановлено на валу 16 за допомогою шпонки і стопорного гвинта.

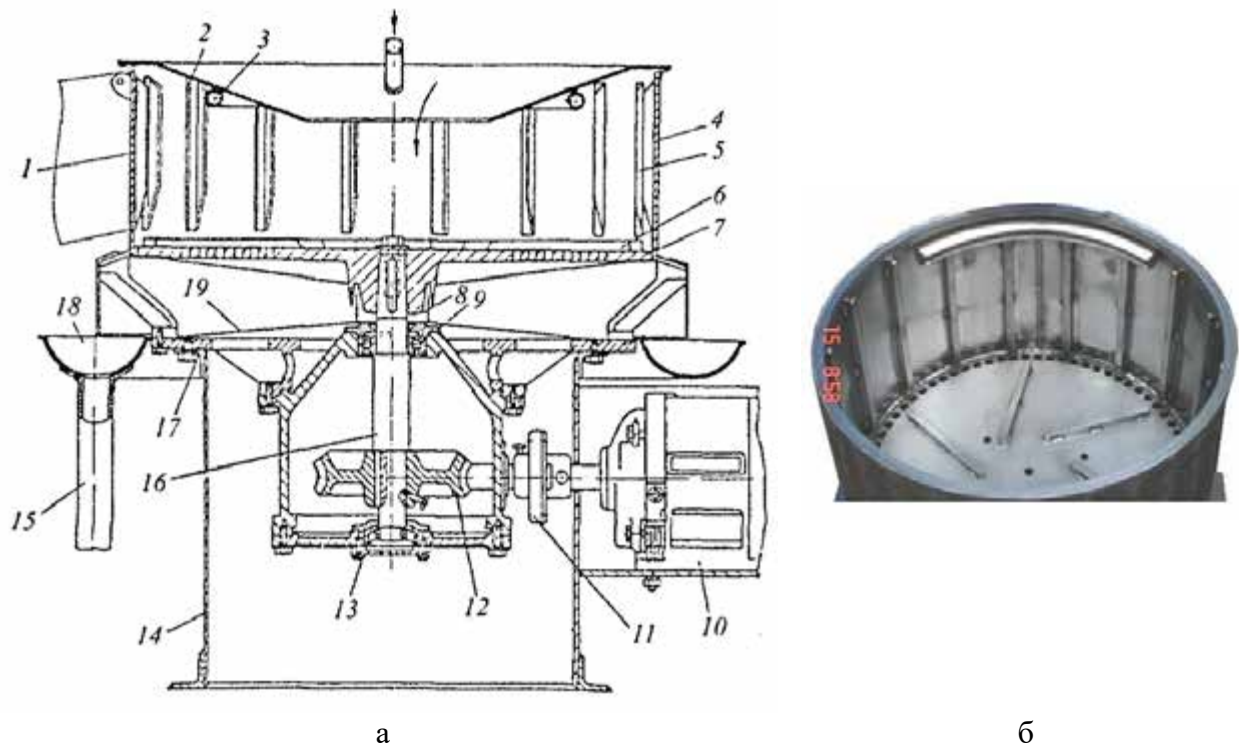


Рис. 21.11. Відцентрова машина МОС-1Ш: а – схема: 1 – люк вивантаження; 2 – кришка, 3 – перфорована труба; 4 – циліндричний корпус, 5 – вертикальне ребро; 6 – радіальне ребро; 7 – диск-ротор; 8 – відбійне кільце; 9 – радіальний підшипник; 10 – електродвигун; 11 – муфта; 12 – черв'ячне колесо; 13 – радіально-упорний підшипник; 14 – підстава; 15 – зливна труба; 16 – вал, 17 – опорний диск; 18 – жолоб; 19 – піддон; б – робоча камера

Продукцію завантажують через горловину в кришці 2 циліндра, а через перфоровану трубу 3 в зону обробки подається холодна або гаряча вода. Бруд і надлишки води потрапляють на піддон 19 і з нього в жолоб 18, оперізуючий всю машину. З жолоба вода по трубі 15 відводиться в каналізацію. Після закінчення технологічного процесу відчиняються двері люка 1 в стінці циліндра, і продукція під дією відцентрових сил вивантажується.

Продуктивність машини 300 кг/год, об'ємна витрата води 10 м³/год, потужність електродвигуна 4,5 кВт, частота обертання ротора 14 с⁻¹.

Машина МОС-1С призначена для обробки слизових субпродуктів. Від машини МОС-1Ш вона відрізняється частотою обертання ротора, рівної 2,12с⁻¹.

Базові комплектації машин типу LF (рис. 21.12) фірми Feleti, відносяться до відцентрових машини періодичної дії та працюють в ручному режимі. Продукт, що обробляється, завантажується в мийну машину через завантажувальний люк вручну. Далі на пульті управління вибирається необхідна програма (залежно від продукту, що обробляється, і необхідної технології обробки) і натискається «СТАРТ». Час обробки продукту, температурний режим, частота обертання диска та інші параметри задаються програмою. Після закінчення циклу обробки, заданого програмою, привід перемикається на повільну швидкість обертання. Вручну відкриваються дверцята для розвантаження продукту.



Рис. 21.12. Відцентрова машина типу LF фірми Feletí для обробки субпродуктів

Залежно від виду оброблюваного продукту та необхідних процесів обробки, мийні машини типу LF комплектуються різними робочими органами. Машина марки LF-M призначена для миття м'якітних субпродуктів. Робочий орган (рис. 21.13) – диск перфорований. На внутрішній стінці робочого корпусу передбачені контрлопаті.



Рис. 21.13. Робоча камера машини марки LF-M

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Машина марки LF-VP призначена для миття свинячих слизових субпродуктів (шлунків). Робочий орган (рис. 21.14) – диск перфорований. На внутрішній стінці робочого корпусу передбачені контропаті.



Рис. 21.14. Робоча камера машини марки LF-VP

Машина марки LF-VB призначена для миття, шлямування слизових субпродуктів ВРХ (рубців, сичугів, книжок). Робочий орган (рис. 21.15) – диск перфорований із штовхачами. На внутрішній стінці робочого корпусу передбачені контропаті.



Рис. 21.15. Робоча камера машини марки LF-VB

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Машина марки LF-VD призначена для знежирення та миття слизових субпродуктів ВРХ (рубців, сичугів, книжок). Робочий орган (рис. 21.16) – диск абразивний із лопатками. На внутрішній стінці робочого корпусу передбачено контрлопаті.



Рис. 21.16. Робоча камера машини марки LF-VD

Машина мийна LF-C призначена для зневолошіння вовняних субпродуктів. Робочий орган (рис. 21.17) – диск перфорований із лопатками. Внутрішня стінка робочого корпусу виконана з рифленого листа.

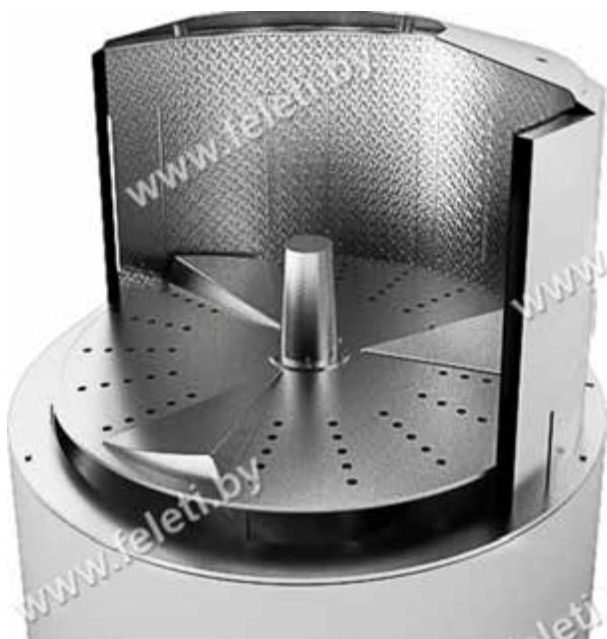


Рис. 21.17. Робоча камера машини марки LF-C

Машина для миття лап птиці (рис. 21.18) призначена для використання на підприємства птахопереробної промисловості. Забезпечує механічне очищення лап (попередньо відрізаних від тушки птиці) від залишків пера та хітинового покриву.



Рис. 21.18. Машина для миття лап птиці

21.3. Інженерні розрахунки мийних машин барабанного типу

Розрахунок машин барабанного типу для миття субпродуктів подібний розрахунку інших видів обладнання, яке має робочим органом барабан. При розрахунках враховують форму барабана (циліндричні, конічні, суцільні або перфоровані, з гладкою внутрішньою поверхнею або з ребрами). Визначають критичну частоту обертання барабана, його геометричні розміри, продуктивність і потужність двигуна приводу.

Продуктивність мийної машини барабанного типу періодичної дії визначається за формулою:

$$M = \frac{60G_n}{\tau}, \quad (21.1)$$

де G_n – маса одноразового завантаження барабана, кг; τ – тривалість циклу оброблення, хв.

Тривалість циклу включає тривалість технологічного оброблення і тривалість підготовчо-заклучних операцій.

Одноразове завантаження барабана визначається за формулою:

$$G_n = \alpha \rho V, \quad (21.2)$$

де α – коефіцієнт завантаження об'єму барабана; ρ – об'ємна маса продукції, кг/м³ (для вовняних субпродуктів 500...600 кг/м³; для слизових – 400...450 кг/м³); V – робочий об'єм барабана, м³.

Схема до розрахунку потужності двигуна приводу мийної машини наведена на рис. 21.19.

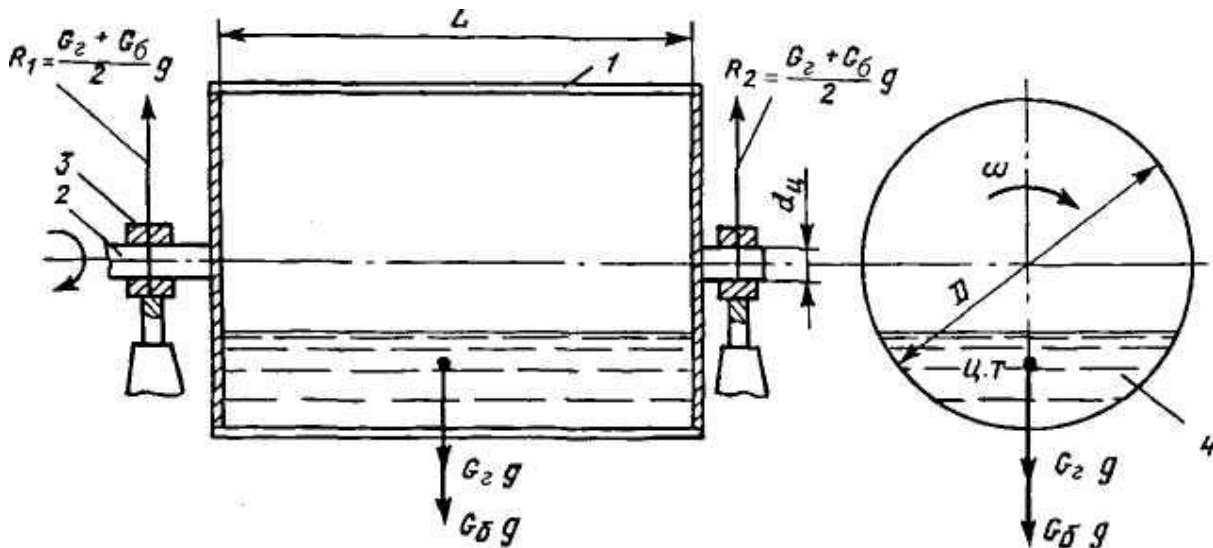


Рис. 21.19. Схема до розрахунку потужності двигуна мийної машини з горизонтальним барабаном: 1 – барабан; 2 – цапфа; 3 – підшипникова опора; 4 – продукція

Потужність двигуна, кВт, приводу мийної машини барабанного типу визначають як суму потужностей – N_1 , потужність необхідна для піднімання продукції на висоту H , і потужність N_2 , що витрачається на подолання тертя в підшипникових опорах:

$$N = \frac{(N_1 + N_2)\eta_a}{1000\eta}, \quad (21.3)$$

де η_a – коефіцієнт запасу потужності, $\eta_a = 1,2$; η – ККД привода.

$$N_1 = \frac{G_n(gH + 0,5v_k^2)\eta_a}{\tau_1}, \quad (21.4)$$

де G_n – маса продукції в барабані, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; H – висота піднімання продукції, м; v_k – колова швидкість, м/с; τ_1 – тривалість піднімання одиниці продукції, с.

$$N_2 = (R_1 + R_2)\mu\omega \frac{d_u}{2} = (G_n + G_6)g\mu\omega \frac{d_u}{2}, \quad (21.5)$$

де G_6 – маса барабана, кг; μ – коефіцієнт тертя ковзання в підшипнику; ω – кутова швидкість обертання барабана, с⁻¹; d_u – діаметр цапфи підшипника, м.

Основні розрахунки відцентрових машин

Продуктивність відцентрової машини періодичної дії визначається за формулою:

$$M = \frac{60G_n}{\tau}, \quad (21.6)$$

де G_n – маса одноразового завантаження барабана, кг; τ – тривалість циклу оброблення, хв.

Розділ 21. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ СУБПРОДУКТІВ

Одноразове завантаження барабана центрифуги визначається за формулою:

$$G_n = \alpha \rho V, \quad (21.7)$$

де α – коефіцієнт завантаження об'єму барабана (для вовняних субпродуктів 0,6...0,62; для слизових – 0,1...0,15); ρ – об'ємна маса продукції, кг/м³; V – робочий об'єм барабана, м³:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} h, \quad (21.8)$$

де h – висота робочої частини циліндра корпусу, м

Потужність двигуна, кВт, приводу відцентрової машини визначається за формулою:

$$N = \frac{M_1 \omega \eta_a}{1000 \eta} = \frac{g G_n R_c \left(\mu + \frac{h}{2\pi R_c} + a \omega R_c \right) \omega \eta_a}{1000 \eta}, \quad (21.9)$$

де M_1 – крутний момент, необхідний для обертання диску з продукцією, Н·м; ω – кутова швидкість обертання диску, с⁻¹; R_c – відстань від осі обертання до центру ваги шару матеріалу, що знаходиться в барабані, м; a – перевідний коефіцієнт ($a = 0,025 - 0,027$); μ – приведений коефіцієнт тертя ковзання ($\mu = 0,6 - 0,8$); η_a – коефіцієнт запасу потужності ($\eta_a = 1,25 - 1,35$); η – коефіцієнт корисної дії приводу ($\eta = 0,8$).

21.4. Запитання для самоконтролю знань

1. Класифікація м'ясних субпродуктів.
2. Структура лінії для оброблення м'якітних субпродуктів.
3. Склад лінії для оброблення слизових субпродуктів ВРХ.
4. Структура лінії для оброблення слизових субпродуктів свиней.
5. Схема лінії ЛОСС для оброблення слизових субпродуктів.
6. Склад лінії для оброблення вовняних субпродуктів.
7. Схема лінії ЛОШС для оброблення вовняних субпродуктів.
8. Будова і принцип дії барабанних машин для миття субпродуктів.
9. Будова і принцип роботи відцентрових машин для оброблення слизових субпродуктів.
10. Будова і принцип роботи відцентрових машин для оброблення вовняних субпродуктів.
11. Розрахунок барабанів для миття субпродуктів.
12. Розрахунок відцентрових машин для оброблення субпродуктів.
13. Будова і принцип дії печі безперервної дії для обпалювання вовняних субпродуктів.

Розділ 22. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УПАКОВКИ

Упаковку як заключну технологічну операцію в даний час широко застосовують при виробництві різноманітної продукції: м'яса у відрубках і великих шматках, обпатраних тушок птиці; напівфабрикатів натуральних і рубаних; ковбасних виробів в батонах і нарізаних; сосисок та сардельок; виробів соління, м'ясних консервів.

22.1. Загальні положення

Упаковка продукції дозволяє захистити продукт від механічного пошкодження і забруднення, від мікробного забруднення, сповільнює або припиняє розвиток мікробів, виключає окислювальні процеси, зберігає аромат продукту. Важливим фактором є збереження маси продукту під час зберігання і транспортування.

Всі перераховані вище фактори дозволяють істотно продовжити терміни реалізації упакованого продукту. Крім того, розфасована і упакована продукція більш зручна для складування, перевезення та роздрібної реалізації в сучасних магазинах. Істотне збільшення магазинів самообслуговування і підприємств «швидкого» харчування стимулює розвиток технологій і техніки упаковки, створення і виробництво різноманітних пакувальних матеріалів.

Пакувальні матеріали (плівки) за своїми властивостями повинні відповідати властивостям упакованого продукту. Основні вимоги до них: механічна міцність, паро- та газонепроникність; стійкість до вологи і жиру. Вони повинні зберігати свої експлуатаційні властивості в діапазоні температур від мінус 20 до плюс 100°C.

Застосовують одно- і багат шарові плівки. Одношарові плівки виготовляють з модифікованої целюлози (целофанові) і з різних полімерів: поліетиленові, поліпропіленові, полівінілхлоридні (модифіковані), поліамідні (нейлонові), поліетилентерефталатні (лавсан). Всі ці плівки випускають в нашій країні і за кордоном під різними фірмовими назвами. Товщина одношарових плівок, в середньому, дорівнює 0,02...0,03 мм.

Багат шарові плівки мають два і більше шарів, скомбінованих з перерахованих вище матеріалів. Для деяких продуктів використовують багат шарову плівку, покриту алюмінієвою фольгою. Товщина багат шарових плівок, в середньому, дорівнює 0,07...0,12 мм.

Одно- і багат шарові плівки повинні мати властивості термозбіжності та термоформування. Термозбіжність – зменшення лінійних розмірів плівок при нагріванні для більш щільного їх прилягання до продукту. Залежно від виду плівок їх розміри можуть зменшуватися від 15 до 50%. Термоформування – витягування нагрітої плівки під дією тиску з утворенням ємності для продукту. Глибина витяжки у різних плівок лежить в межах 30...150 мм. Для різних продуктів застосовують різні способи упаковки: у повітряному середовищі, у вакуумі при тиску від 2 до 5 кПа, у регульованому газовому середовищі. Для

регулювання складу середовища застосовують азот N_2 , вуглекислий газ CO_2 , оксид вуглецю CO в чистому вигляді або в різних комбінаціях, в тому числі і з повітрям. Для реалізації цих цілей застосовують пакування в газопроникні і газонепроникні плівки.

22.2. Обладнання для упаковки у газопроникну плівку

Цим способом упаковують фасоване м'ясо, м'ясні напівфабрикати (яловичі і свинячі) у великих шматках і дрібношматкові. В якості пакувального матеріалу використовують поліетиленові термоусадочні і лаковані целофанові плівки. Продукти укладають на попередньо сформовані лотки з різних полімерних матеріалів або картону. Упаковка в газопроникну плівку дозволяє зберігати колір м'яса протягом 2...3 діб при температурі зберігання $0...4^{\circ}C$. Для пакування використовують напівавтоматичний агрегат А1-ФУБ, технологічна схема якого показана на рис. 22.1.

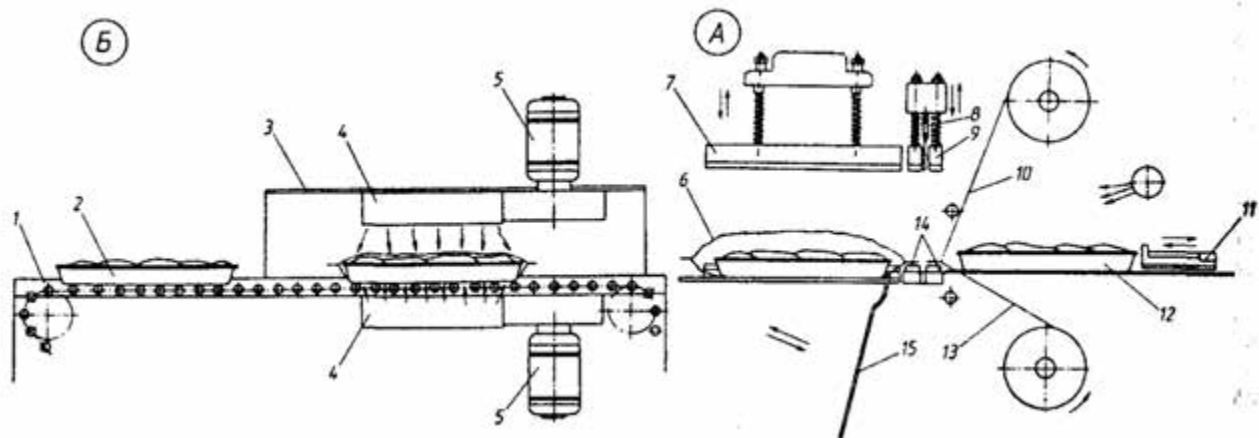


Рис. 22.1. Технологічна схема пакувального напівавтомата А1-ФУБ: 1 – конвеєр термоусадочної камери; 2 – упакована продукція; 3 – термозбіжна камера, 4 – нагрівники; 5 – вентилятори; 6 – запечатаний пакет; 7, 9 – затискачі поздовжні і поперечні; 8 – ніж; 10, 13 – верхня і нижня плівки; 12 – лоток-підкладка; 13 – штовхач; 14 – поперечні зварювальні губки; 15 – штовхач; А – зварювальний пристрій; Б – термоусадочний пристрій

Агрегат складається з зварювального А і термоусадочного Б пристроїв. Продукт вручну завантажують у лоток 12, який штовхачем 11 просувається в зону зварювання. При цьому верхня 10 і нижня 13 плівки, зварені спереду, змотуються з бобін і закривають зверху і знизу продукт і лоток. Лоток автоматично зупиняється в позиції зварювання, а штовхач відходить назад для захоплення наступного лотка. Після цього два поздовжніх затискачі 7 і два торцевих затискачі 9 притискають плівки до поздовжніх і поперечних 14 здвоєних зварювальних губок, в які подається імпульс струму в нагрівальні елементи, вмонтовані в губки. Плівка зварюється з трьох сторін, причому з торця утворюються два шва. Між цими швами ніж 8 відрізає запечатаний пакет 6, який штовхачем 15 передається на транспортер 1 термоусадочної камери 3. Плівка знизу і зверху нагрівається гарячим повітрям, який вентиляторами 5 продувається через нагрівники 4, кожен з яких забезпечений шістьма тенами.

Тривалість нагріву, що залежить від товщини плівки, регулюється швидкістю транспортера і температурою повітря.

Пристрій для зварювання та різання (рис. 22.2) складається з поперечних 1 і поздовжніх 9 зварювальних губок, до яких струм підводиться через клеми 11. Губки закріплені на верхній плиті 10 корпусу. Затискачі поздовжні 8 і поперечні 2 пружинами закріплені до траверси 6, яка з'єднана тягами 5 з штоком пневмоциліндра. Між поперечними затискачами встановлений відрізний ніж 7. Агрегат працює в циклічному режимі.

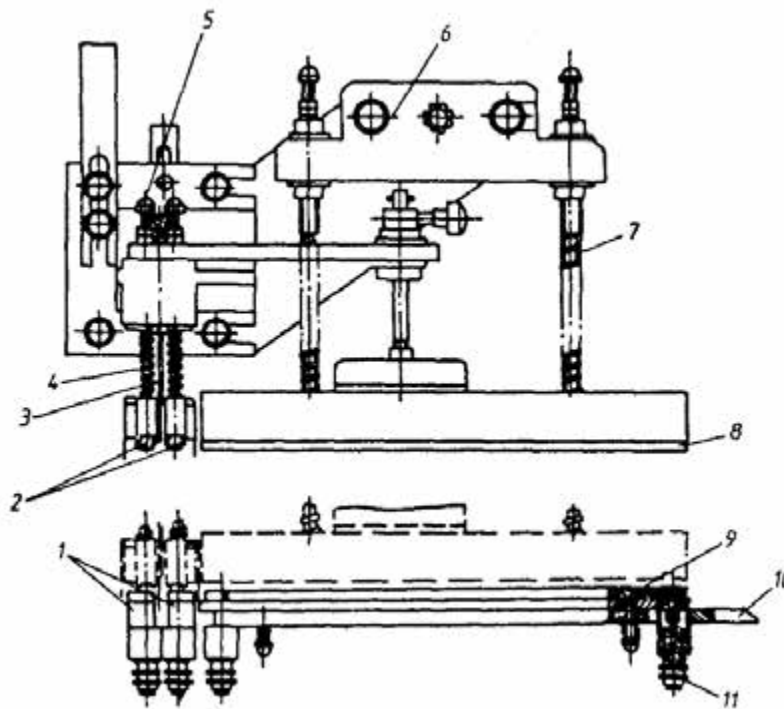


Рис. 22.2. Пристрій для зварювання та різання напівавтомата А1-ФУБ: 1,9 – поперечні і поздовжні зварювальні губки; 2,8 – поперечні і поздовжні затискачі, 3 – ніж; 4,7 – пружини; 5 – тяги; 6 – траверса; 10 – верхня плита; 11 – клема

Пристрій термозбіжності (рис. 22.3) складається з корпусу 6, в якому встановлений ланцюгової транспортер 1. Привід 8 транспортера складається з електродвигуна, варіатора, редуктора і ланцюгової передачі. На корпусі встановлена термоусадочна камера 4, забезпечена електричними нагрівниками 3 та вентиляторами 5. Температура в камері регулюється логометром 2.

Продуктивність агрегату А1-ФУБ до 16 упаковок в 1 хв. при масі порції до 0,5 кг. Температура в камері 180°C, потужність електродвигунів всіх систем 10 кВт. Маса агрегату 912 кг. Агрегат А1-ФУБ включений до складу потоково-механізованої лінії А1-ФЛУ, що має, крім того, машину для нарізування напівфабрикатів, автомат для зважування та етикетування упакованої продукції, стіл для ручного укладання продукції в лотки. Продуктивність лінії до 16 упаковок в 1 хв. Обслуговують лінію шість осіб.

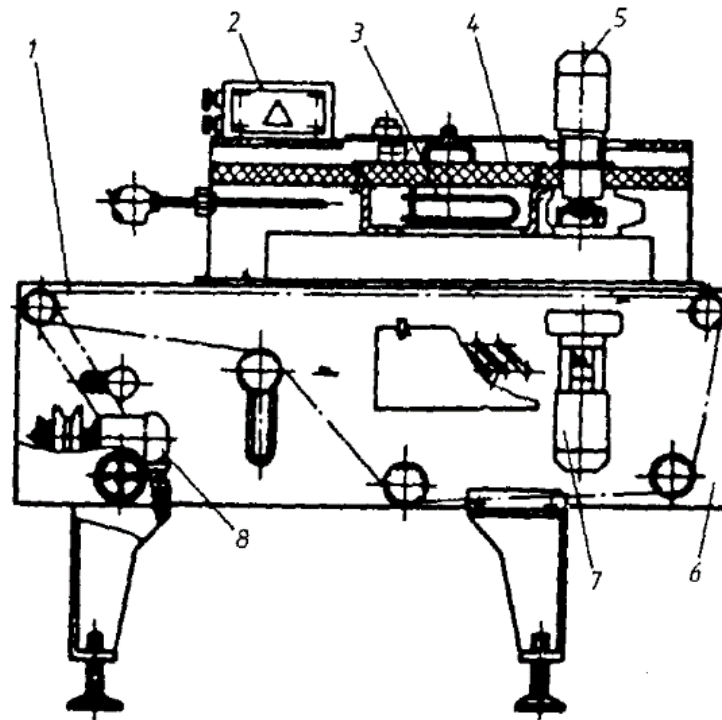


Рис. 22.3. Термоусадочний пристрій: 1 – транспортер; 2 – логометр; 3 – електронагрівник; 4 – термоусадочна камера; 5, 7 – вентилятори; 6 – корпус, 8 – привід транспортера

Автоматизовані або напіваавтоматизовані агрегати для упаковки м'ясної продукції на лотках широко використовують за кордоном. Ці агрегати мають продуктивність від 30 до 100 упаковок в 1 хв.

Іншим способом упаковки охолодженого м'яса шматками масою від 1 до 5 кг є загортання його в плівку без підкладки. Продукт подається безпосередньо до бобіни з плівкою і обертається з нею у вигляді трубки з кінцями навхрест. Потім проводиться поздовжнє, поперечне зварювання і відрізування пакету, який йде на термоусадку. Продуктивність подібного автомата 80...120 упаковок в 1 хв.

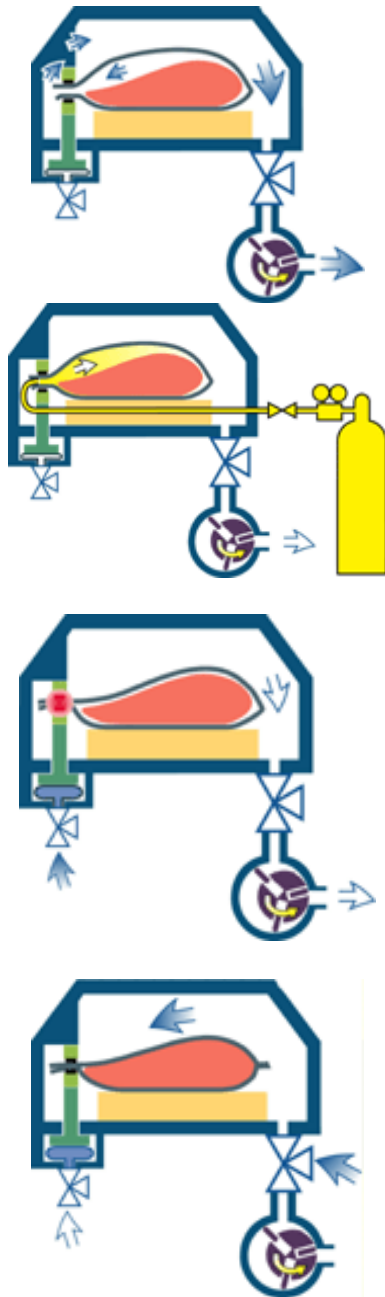
22.3. Обладнання для упаковки у газонепроникні плівки

Упаковка м'яса та м'ясопродуктів в газонепроникну плівку забезпечує зберігання при низькому вмісті кисню в пакеті, що уповільнює окислювальне, ферментативне і мікробне псування. Низький вміст кисню забезпечують за рахунок вакуумування або наповнення упаковки інертними газами (N_2 , CO_2 та ін.)

Для здійснення процесу використовують машини, що упаковують продукт у заздалегідь підготовлені пакети, і машини, що поєднують утворення тари та її герметизацію.

Для пакування використовують комбіновані дво- і багатошарові плівки, що володіють хорошою зварювальною, термоформувальною і термозбіжною здатністю. Етапи роботи вакуум-пакувальних машин подано на рис. 22.4.

Розділ 22. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УПАКОВКИ



Етап 1 – транспортування: вакуумний насос відсмоктує повітря з камери, упаковка і продукт транспортуються далі

Етап 2 – заповнення газом: операція по заповненню газом здійснюється після транспортування з камери для виробництва вакуумної упаковки. Камера і упаковка заповнюються інертним газом до тих пір, поки не буде досягнутий встановлений рівень тиску

Етап 3 – герметизація: запечатувальна діафрагма заповнюється повітрям і тисне з силою тиску запечатування на опорні штанги. Кабель запечатування нагрівається електричним імпульсом (імпульсний процес запечатування). Внутрішня поверхня упаковки, яку можна запечатувати під високими температурами плавиться і шарами з'єднується між собою

Етап 4 – вентиляція: камера провітрюється: тиск в середині камери приводиться до атмосферного, кришка відкривається, продукт вивантажується

Рис. 22.4. Етапи роботи вакуум-пакувальних машин

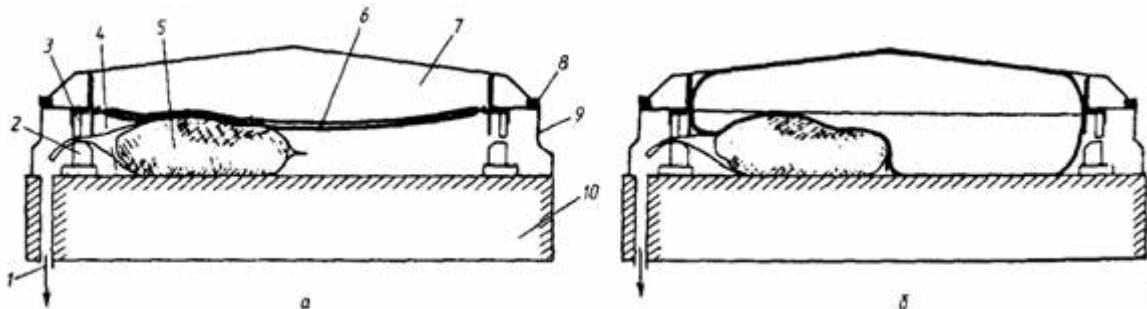


Рис. 22.5. Схема камерної пакувальної машини: а – період завантаження; б – період вакуумування: 1 – патрубок для вакуумування; 2 – зварювальна губка, 3 – затискачі, 4 – пакет; 5 – продукт, 6 – мембрана; 7 – кришка, 8 – ущільнення; 9 – камера; 10 – корпус

22.4. Обладнання для упаковки в готові пакети

До цього класу відносять камерні та штуцерні машини.

Камерні вакуум-пакувальні машини (рис. 22.5, а). Вони складаються з корпусу 10, на якому закріплена герметична камера 9. У камері з одного або двох сторін встановлюють зварювальні пристрої, що складаються з зварювальних губок 2 і затискачів 3. При зварюванні плівки стискаються між затискачами і зварювальними губками, які нагріваються струмом. Кришка 7 герметизується гумовими ущільнювачами 8.

Продукт 5 укладають вручну в заздалегідь підготовлений пакет 4 і поміщають в камеру. При цьому незапечатана сторона пакета кладеться на зварювальні губки, після чого кришку закривають і видаляють повітря через патрубок 1. Після видалення повітря в зварювальний пристрій подається струм, і пакет герметично запечатується. На деяких машинах в кришці встановлюють еластичну мембрану 6, яка в період вакуумування (рис. 22.5, б) щільно прилягає до пакету і прискорює видалення повітря. Потім в камеру подають повітря і відкривають кришку. Після закриття кришки і включення процесу машина працює в автоматичному режимі.

Машини бувають одно- та двокамерні, карусельні з 3...5 камерами і конвеєрні. Однокамерні машини для малих підприємств виконують в настільному варіанті з розмірами (мм) камери: довжина 500, ширина 450, висота з закритою кришкою 150.

Промислова однокамерна вакуум-пакувальна машина (рис. 22.6) складається з корпусу 1, в якому розташовані вакуумний насос і комунікації.



Рис. 22.6. Однокамерна пакувальна машина: 1 – корпус; 2 – пульт управління; 3 – камера; 4 – зварювальні губки; 5 – ущільнювач; 6 – кришка; 7 – колесо

Розділ 22. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УПАКОВКИ

Зверху на корпусі встановлена вакуумна камера 3. Камера має зварювальні губки 4 на бічній і торцевій сторонах, що дозволяє запечатувати пакети різної довжини. Кришка 6 камери забезпечена ущільнювачем 5 і має велику глибину, що забезпечує можливість завантаження продукту товщиною до 300 мм. Довжина камери 650 мм, ширина 450 мм. Машина забезпечена пультом керування 2 з вакуумметром і системою регулювання тривалості процесу. Тривалість циклу упаковки 20...40 с, потужність електродвигуна вакуумного насоса 2,2 кВт.

Однокамерні машини різними фірмами випускаються з розмірами (мм) камери: довжина 310...950, ширина 360...550, висота 120...250.

Камерні машини періодичної дії. Щоб зменшити циклічність роботи, застосовують дво- і багатокамерні вакуум-пакувальні машини. Двокамерна машина (рис. 22.7) складається з рами 1, на якій встановлено корпус 4.



Рис. 22.7. Двокамерна вакуум-пакувальна машина: 1 – рама; 2 – пульт управління; 3 – вакуумметр; 4 – корпус; 5,9 – камери, 6 – важелі; 7 – ручка; 8 – кришка

У корпусі закріплені дві камери 5, 9, розділені перегородкою. Кожна камера забезпечена зварювальним пристроєм. Камери мають одну кришку 8, закріплену на чотирьох паралельних важелях 6. На цих важелях робочий вручну по черзі закриває камери. Для контролю і регулювання процесу машина забезпечена вакуумметром 3 та пультом керування 2. На рамі встановлений вакуумний насос, зблокований з електродвигуном.

Машина працює в напівавтоматичному режимі. Робочий укладає пакети з продукцією в одну з камер, поміщаючи відкритий торець на зварювальні губки, закриває її кришкою і включає систему. Відбувається вакуумування і запечатування пакета. Потім автоматично машина відключається і подає сигнал

робочому. Під час роботи першої камери робітник завантажує другу і закриває її кришкою, після чого цикл триває.

Двокамерні машини випускають з розмірами (мм) камер: довжина 470...870, ширина 410...750, висота 160...300.

Карусельна машина має п'ять камер, закріплених на каруселі, і замкнутий ланцюговий конвеєр з підставами камер. Для завантаження і вивантаження продукту служать два стрічкових транспортери. На основі закріплена підкладка, виготовлена з фторопласту. Із задньої (по ходу) сторони підкладки встановлені зварювальна губка і пружиниста пластина. У зварювальній губці розташований електронагрівник, контакти від якого виведені вниз через пластину основи. У вакуумній камері паралельно встановлені дві притискні пластини, зубчаста пластина-перфоратор і пластинчастий відрізний ніж. Всі вони приводяться в рух штоками пневмоциліндрів.

Машина працює таким чином. Продукт на пристосуванні вручну укладають у пакет, який потім транспортером подається до машини. Вручну пакет укладають на підкладку так, щоб його відкритий торець лежав на зварювальній і притискній губках. Далі ланцюговим конвеєром підстава подається під камеру. Вона опускається, і внутрішній об'єм герметизується гумовим ущільненням. На наступній позиції золотник з'єднує цю камеру з вакуумною системою. При цьому пневмоциліндри притискають притискну планку камери до притискної планки підстави. Переміщується вниз і зубчаста пластина, встановлена між притискними, і пробиває в пакеті отвори для видалення повітря з пакета. Відбувається вакуумування в об'ємі камери і в пакеті. На наступній позиції пневмоциліндром опускається притискна планка, яка притискає пакет до зварювальної губки. Контакти зварюваної губки торкаються контактів на корпусі машини, губки нагріваються і проходить зварювання плівок пакета. Відрізний ніж видаляє від пакета зайву плівку. Золотник з'єднує об'єм камери з атмосферою, камера відкривається і упакований продукт передають на відповідний конвеєр. На машині можна упаковувати продукти масою 0,2...5 кг. Продуктивність машини до 150 упаковок в 1 хв.

Конвеєрні камерні вакуум-пакувальні машини циклічної дії. На рис. 22.8 показана машина «Супервак» ЖК169 фірми «Ласка» (Австрія). Вона складається з рами 1, корпусу 2, стрічкового конвеєра 7 і кришки 5. У корпусі встановлений вакуумний насос з електродвигуном, привід стрічкового конвеєра, пневмо- або гідросистема для притиснення зварювальних губок 4. На корпусі встановлений пульт керування 3, який забезпечує виконання циклу упаковки в автоматизованому режимі. На пульті передбачена можливість регулювання основних параметрів циклу.

Продукцію, заздалегідь покладену в пакети, укладають вручну на стрічку конвеєра так, щоб незапаєні сторони пакету лягали на напрямні 6. Потім робочий включає машину, конвеєр переміщується на один крок, завантажуючи продукт під кришку 5. При цьому незапаєні сторони пакету потрапляють на зварювальні губки 4.



Рис. 22.8. Конвеєрна пакувальна машина: 1 – рама; 2 – корпус, 3 – пульт управління; 4 – зварювальні губки; 5 – кришка; 6 – напрямні; 7 – стрічковий конвеєр

Далі закривається кришка, відсмоктується повітря і заварюється пакет. У цей час робочий поміщає незапаяні пакети на стрічку конвеєра. Кришка відкривається, і конвеєр знову переміщається на один крок. Запечатані пакети виводяться з машини, а незапаяні надходять під кришку. Цикл повторюється. Тривалість циклу становить 20...30 с.

Конвеєрні машини різних фірм мають розміри (мм) зварювальної камери: довжина 825...1050, ширина 640...1010, висота 180...300. Продуктивність вакуумних насосів, приведена до 1 м³ відкачуваних об'ємів, складає у різних машин від 1100 до 2100 м³/год.

Штуцерні (безкамерні) вакуум-пакувальні машини застосовують для пакування охолоджених тушок птиці всіх видів, кроликів, м'яса в готові пакети з термозбіжних плівок. Ці машини працюють, як правило, у складі комплексу або пакувальної лінії. Лінія М6-АУГ (рис. 22.9) складається з приймального столу з розкривачем пакетів 1, двох пакувальних 2 напіваавтоматів М6-АУГ 11, транспортера 4, усадочної 5 камери М6-АУГ/13 і столу 6. Пакет надягають на пальці розкривача, і вручну через пальці заштовхують в нього продукт.

Потім пакет надягають на штуцер 3 однієї з двох пакувальних машин, вакуумують і закривають пакет скріпкою. Далі пакет транспортером 4 перевантажується в усадочну камеру (рис. 22.10), де занурюється у воду з температурою 95...98°C.

Продуктивність лінії (упаковок в 1 хв.): курей і курчат – 10; відрубів – 5; безкісткового м'яса – 6. Маса однієї упаковки 1...16 кг, споживана електроенергія до 15 кВт · год.

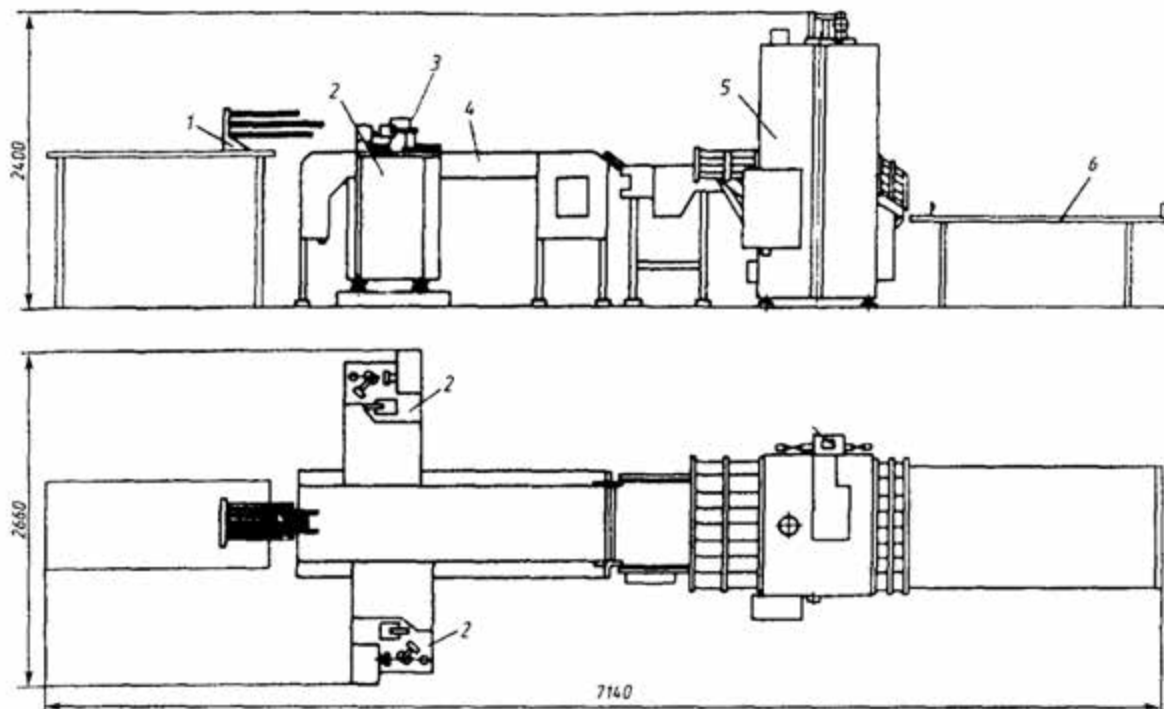


Рис. 22.9. Пакувальна лінія М6-АУГ: 1 – розкривач пакетів; 2 – вакуумний напівавтомат М6-АУГ/1; 3 – штуцер; 4 – транспортер; 5 – усадочна камера М6-АУГ/3; 6 – стіл

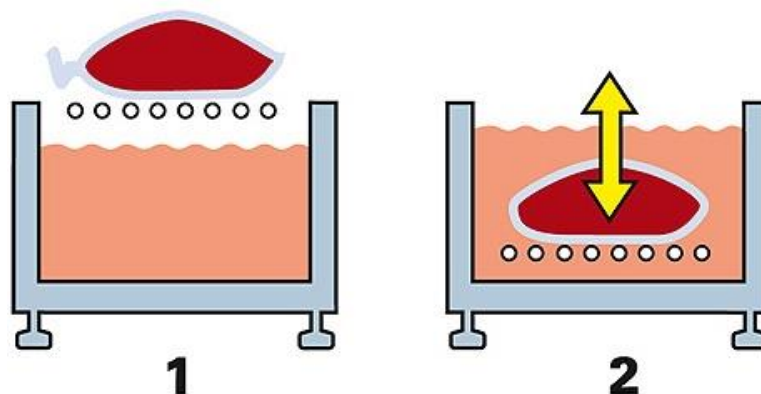


Рис. 22. 10. Схема роботи усадочної камери

22.5. Обладнання для упаковки в термосформовані ємності

Цей тип машин призначений для упаковки порційних і дрібношматкових натуральних м'ясних напівфабрикатів, сосисок та сардельок, ковбас цілих, сервісної і порційної нарізки. Вони виконуються у вигляді напівавтоматів з безперервно-циклічним режимом роботи. Упаковка проводиться двома плівками: нижньою, з якої формують ємкість, і верхньою – для запечатування.

Схема подібного напівавтомата показана на рис. 22.11. Він складається з корпусу 1, в якому встановлений дволанцюговий механізм переміщення плівки, вузлів формування 10 та запечатування 6 плівки, вузла поділу пакетів 4. Для нижньої плівки використовують дво- і багатошарові термоформувальні плівки. Ця плівка з бобіни 11 надходить у машину і скріплюється з двома паралельними тяговими ланцюгами конвеєра захватами.

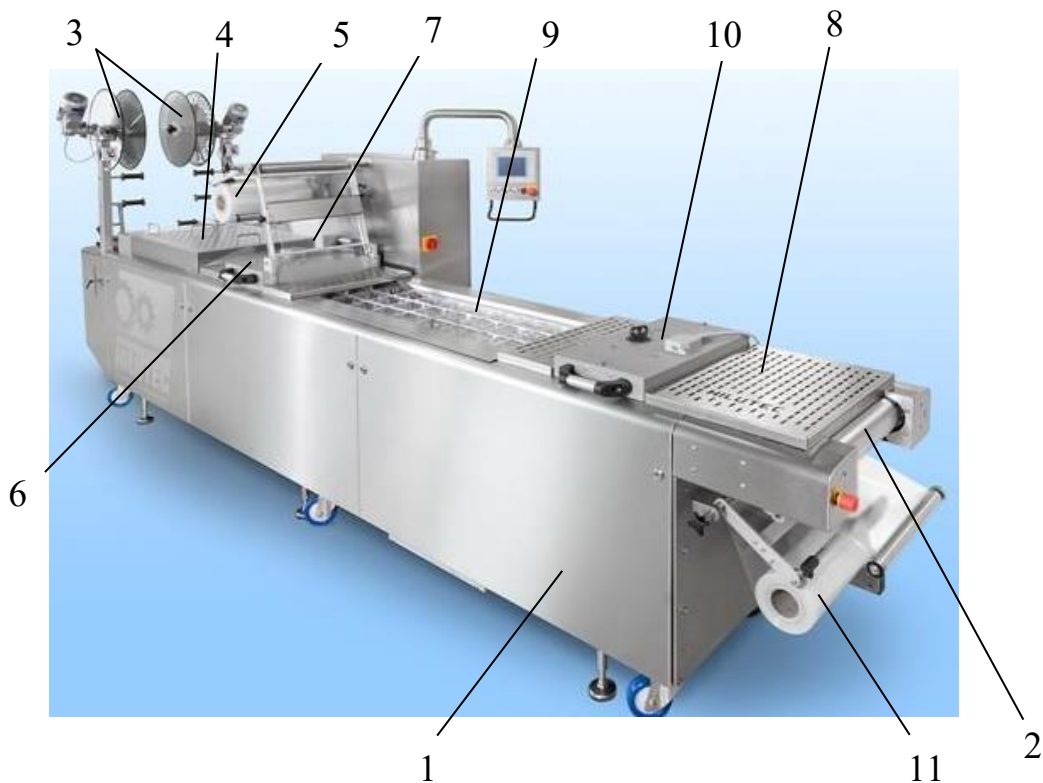


Рис. 22.11. Схема вакуум-пакувального напівавтомата з формуванням ємностей: 1 – корпус, 2 – відвідний транспортер, 3 – бобіна для збору обрізків плівки; 4 – вузол поділу; 5 – бобіна з пакувальною плівкою; 6 – вузол запаковування; 7 – пакувальна плівка; 8 – шаблон; 9 – сформована ємність; 10 – формувальний вузол; 11 – бобіна з плівкою для формування

Конвеєр працює циклічно, переміщаючи за цикл плівку на необхідну довжину. При зупинці конвеєра проводиться формування ємності 9, її заповнення вручну продуктом, запечатування пакету і поперечний поділ пакетів пластинчастими ножами. При русі конвеєра: нижня плівка змотується з барабана і надходить у машину, верхня плівка 7 змотується з бобіни 5 і надходить у вузол запечатування; дисковими ножами у вузлі поділу 4 пакети відокремлюються один від одного і потрапляють на відвідний транспортер 2; залишки плівки намотуються на бобіну 3. В якості верхньої плівки використовують комбіновані плівки, папір і алюмінієву фольгу. Ця плівка може мати малюнок і написи. Для захисту поверхонь, що зварюються в зоні завантаження встановлює шаблон 8.

Застосовують кілька варіантів формування ємностей (рис. 22.12), що залежать від механічних властивостей плівки. Формування ємностей незначної глибини з гнучких полімерних плівок здійснюють вакуумом або стисненням повітрям (рис. 22.12, а). Кришку 1 формувальної камери закріплюють нерухомо на корпусі машини над плівкою 4. У кришці встановлений електронагрівник 3. Формувальна камера 5, встановлена знизу плівки, переміщається у вертикальній площині пневмо- або гідроциліндром. У момент формувань камера щільно притискається до плівки і кришки. Плівка нагрівається і через патрубок 6 проводиться вакуумування.

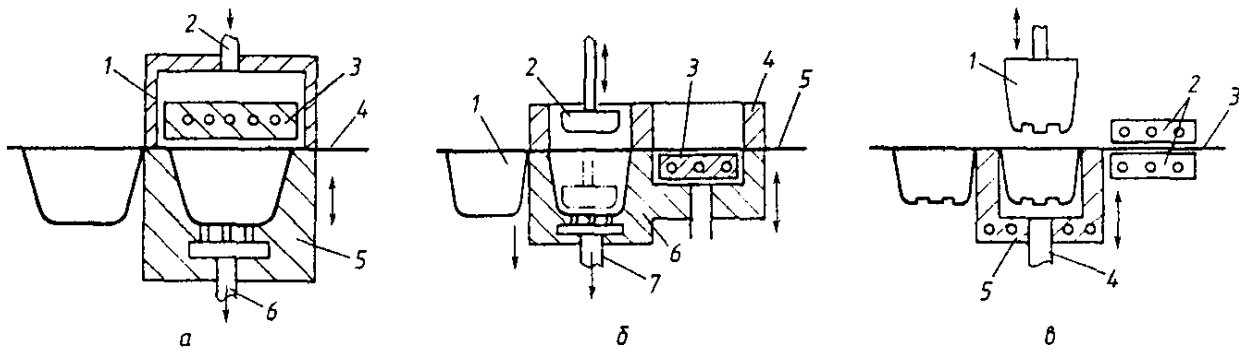


Рис. 22.12. Схеми методів формування ємностей з плівки: а – вакуумом або стисненим повітрям: 1 – кришка, 2 – патрубок для подачі стисненого повітря; 3 – нагрівник; 4 – плівка, 5 – формувальна камера; 6 – патрубок для вакуумування; б – пуансоном і вакуумом: 1 – сформована ємність; 2 – пуансон; 3 – нагрівник; 4 – кришка, 5 – плівка; 6 – формувальна камера; 7 – патрубок для вакуумування; в – пуансоном, вакуумом і стисненим повітрям: 1 – пуансон; 2 – нагрівники, 3 – плівка; 4 – патрубок для вакуумування й подачі стисненого повітря; 5 – камера

Під дією атмосферного тиску плівка повторює форму внутрішньої поверхні камери. Замість вакууму можна подавати стиснене повітря через патрубок 2. Після формування камера йде вниз, а плівка з готовою ємністю переміщається на один крок. Для отримання дуже глибоких заготовок (до 190 мм) застосовують комбінований спосіб (рис. 22.12, б). Плівка 5 нагрівається знизу нагрівником 3 і потім надходить у формувальну камеру 6. У нерухомій кришці 4 камери встановлений пуансон 2, що переміщується пневмоприводом. Камера притискається пневмо- або іншим приводом до плівки і кришки і через патрубок 7 відбувається вакуумування простору під плівкою. В кінці процесу плівку підтіскає пуансон 2 і при цьому виходить рівномірна витяжка з міцними краями і кутами.

Для формування особливо жорстких плівок застосовують комбінований спосіб (рис. 22.12, в) за допомогою вакууму, пуансона та стисненого повітря. Плівка 3 нагрівається в нагрівники 2 з двох сторін і надходить у зону формувань, де притискається до нагрітої камері 5. Через патрубок 4 проводиться вакуумування, в кінці якого проводиться витяжка холодним пуансоном 1. Після цього знизу через патрубок 4 подається стиснене повітря, що притискує до холодного пуансона плівку, яка точно повторює форму пуансона.

Вузол запечатування (рис. 22.13) складається з кришки 3, закріпленої на верхній поверхні корпусу машини. У кришці поміщений штамп 4 зі зварювальними губками, розташованими по периметру упаковки. Штамп нагрівається електрострумом і переміщається поршнем 6 пневмоциліндра.

Після надходження в камеру 1 заповненої ємності 2 камера піднімається і притискає нижню плівку до кришки. Вакуумування відбувається через патрубки 5 і 8 і за необхідності подача інертного газу. Потім штамп 4 притискає верхню плівку 7 по контуру упаковки і відбувається зварювання швів.

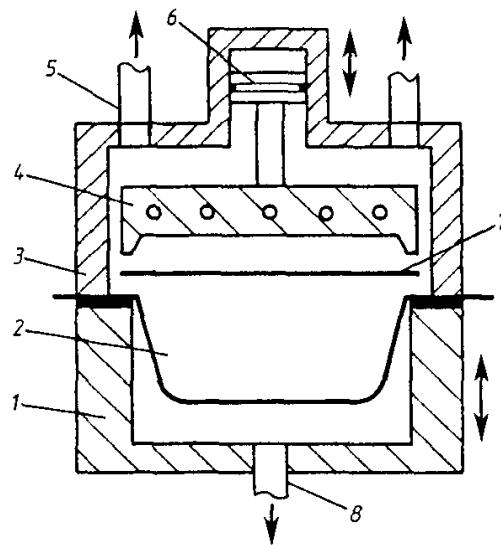


Рис. 22.13. Схема вузла запечатування: 1 – камера, 2 – ємність; 3 – кришка, 4 – штамп; 5, 8 – патрубки для вакуумування; 6 – поршень пневмоциліндра; 7 – верхня плівка

За іншою схемою зроблено напівавтомат М6-ФУГ (рис. 22.14), призначений для пакування м'ясних і ковбасних продуктів. У корпусі машини розташований конвеєр 15, на ланцюгах якого закріплені форми-матриці. Над конвеєром встановлені нагрівник 9, формувальний пристрій 8, механізм запечатування 3, механізми поперечного 2 і поздовжнього 1 різання. До машини приєднаний відвідний транспортер 17. Плівки встановлені в бобінах: формуюча 13 і пакувальна 4. Розмотують плівки механізми 5 і 14, виконані у вигляді коливальних важелів з роликками.

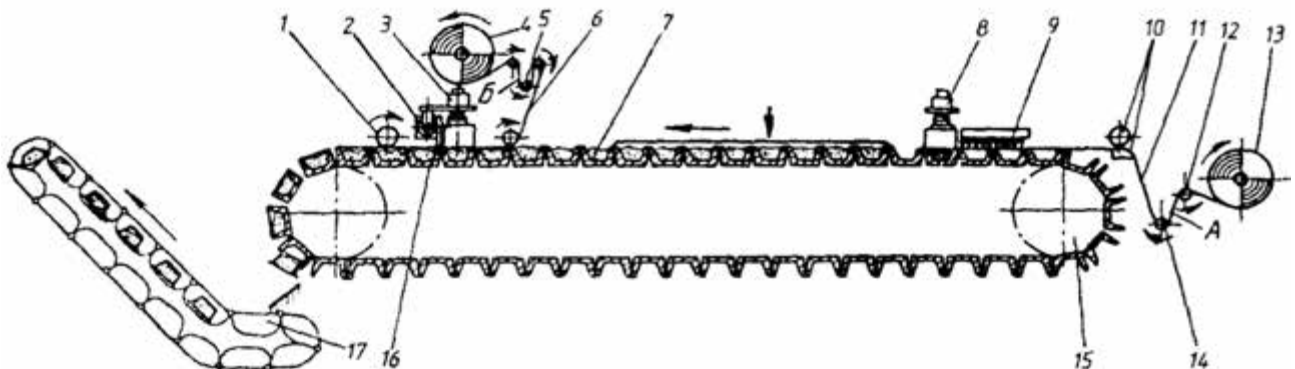


Рис. 22.22. Технологічна схема напівавтомата М6-ФУГ: 1 – дисковий ніж; 2 – механізм поперечного різання; 3 – механізм запечатування пакетів; 4, 13 – бобіни з плівками; 5, 14 – розмотувальні ролики; 6, 11 – плівки; 7 – ємність; 8 – формувальний пристрій; 9 – нагрівник; 10 – гальмо; 12 – направляючий ролик; 15 – конвеєр; 16 – ножі; 17 – відвідний транспортер

Машина працює в напівавтоматичному режимі в циклічному ритмі. Робочий цикл розділений на два періоди. У першому періоді конвеєр стоїть, а формувальна плівка затиснута гальмом 10 і притиснута формувальним 8 і запечатувальним 3 пристроями до матриць конвеєра. У цей час відбувається розмотування формувальної плівки з бобіни 13, нагрівання її нагрівником 9,

формування ємкості стисненим повітрям і термопакувальною плівкою 6. Запечатані пакети розрізаються пластинчастим ножем 2 в поперечному напрямку. У сформованій ємності 7 вручну завантажують продукцію.

Відкривається гальмо 10, піднімаються формувальний та запечатувальний пристрої, конвеєр 15 переміщається на один крок. При цьому відбувається поздовжнє розрізання пакетів. Запечатані пакети перевантажуються на відповідний транспортер 17.

Продуктивність напівавтомата до 40 упаковок в 1 хв., споживана потужність 7,5 кВт. Довжина напівавтомата разом з відповідним транспортером 3 м.

Як правило, пакувальні напівавтомати експлуатують у складі механізованих ліній, в які входять машини для нарізки, подавальний і відповідний транспортери, столи для розбирання і групової упаковки.

22.6. Обладнання для упаковки м'ясного фаршу та смальцю

М'ясний охолоджений фарш фасують і упаковують в алюмінієву фольгу або пергамент. Для фасування і упаковки в пергамент призначено автомат М6-АР1М (рис. 22.15).

Автомат є машиною з переривчастим рухом операційного ротора та шнековим живильником. Він складається з литої чавунної станини 1 з приводом, формувального столу з гніздами 2, спеціального механізму 3 для подачі пергаменту з рулону і отримання з нього коробки, дозатора для об'ємного дозування фаршу 4, механізму закладання коробки 5 та транспортера 6.

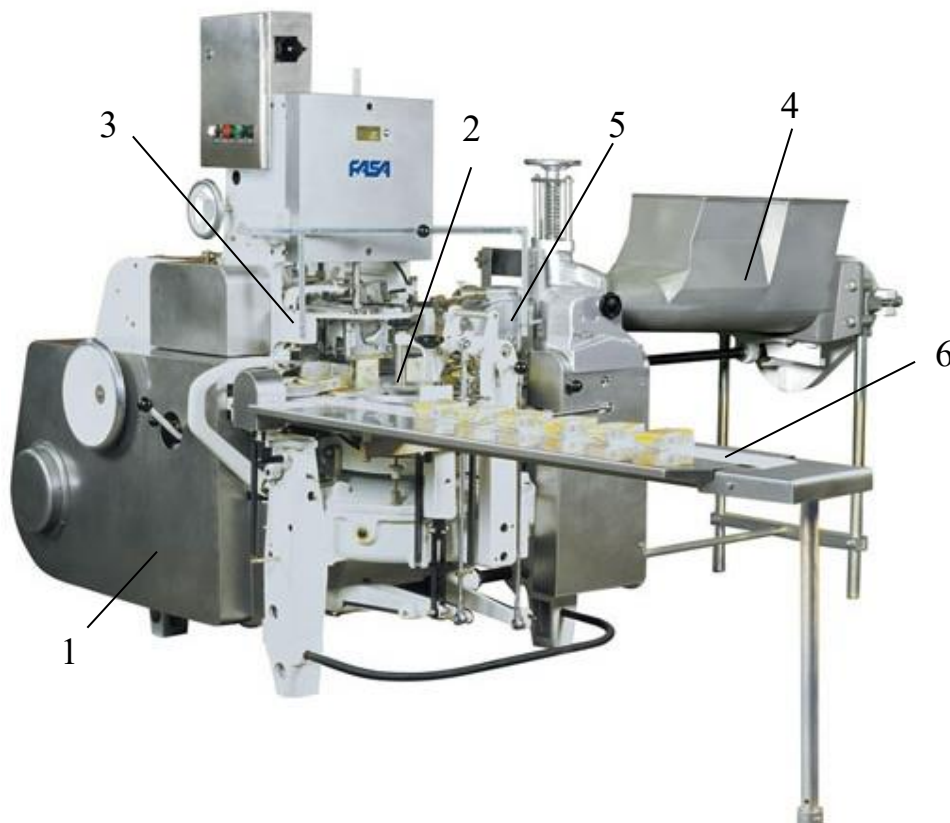


Рис. 22.15. Автомат М6-АР1М для фасування і пакування м'ясного фаршу

Операції з фасування та пакування відбуваються на круглому столі 2, що має вісім прямокутних рівномірно розташованих гнізд. Стіл циклічно повертається на $1/8$ обороту, а в період вистою проводяться технологічні операції. Дно гнізда рухливе, виконано у вигляді пластин, які штирями з роликками спираються на круговий кулачок. Нижнє положення днища відповідає об'єму дози фаршу. Кулачок жорстко закріплений на станині і має пристрій для регулювання по висоті.

Механізм формування коробки 3 з пакувального матеріалу складається з рулону матеріалу, механізму розгортання, ножів для відрізання розгортки, важелів подачі розгортки на формуючу матрицю, пуансона і щупа з мікрровимикачем. Щуп визначає наявність розгортки на матриці і при її відсутності вимикає автомат.

Порціювання і заповнення коробки проводиться поршневим дозатором 4. Фарш з бункера шнеками подається в дозуючий циліндр з бічною щілиною, що обертається навколо осі. При заповненні циліндр щілиною повернутий до бункера, а при заповненні коробки – у бік вивантаження. Вивантаження фаршу відбувається поршнем, що приводиться в рух від кулачкового валу.

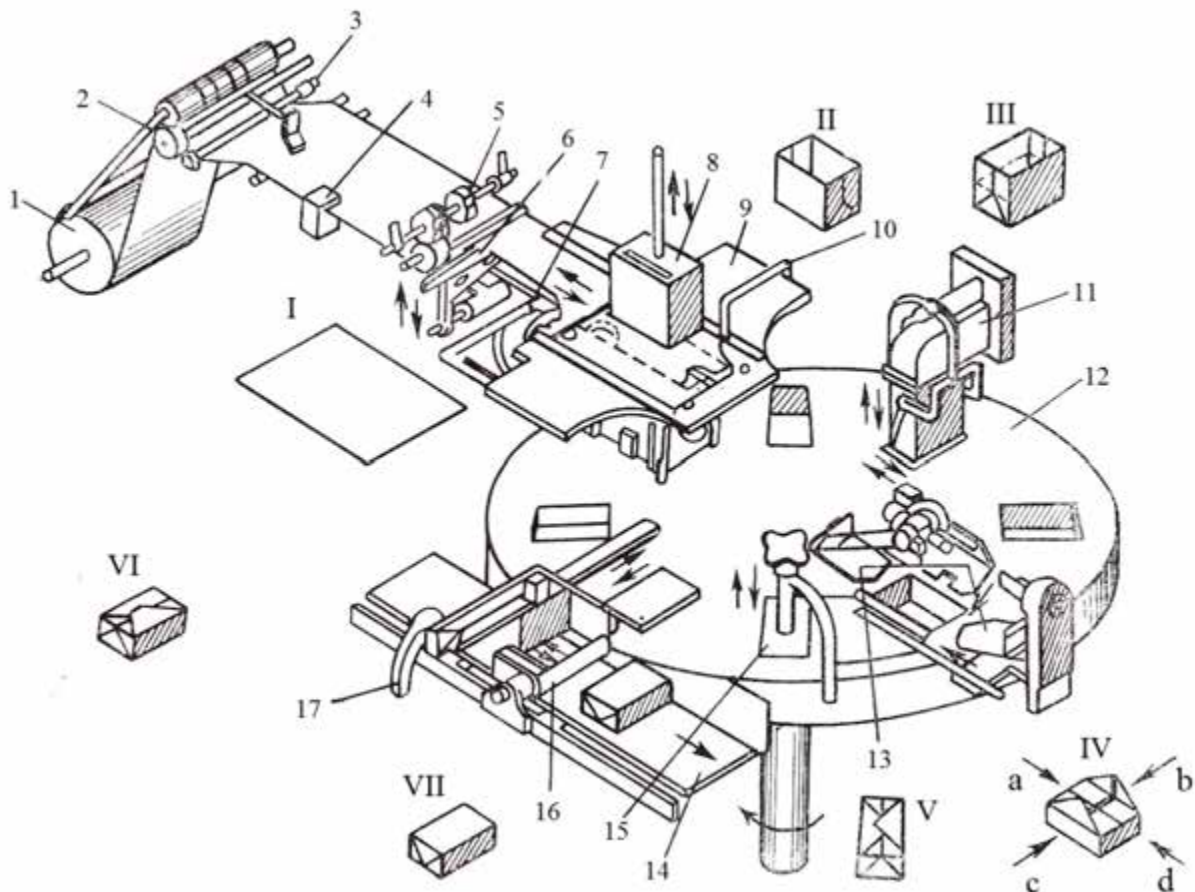


Рис. 22.16. Технологічна схема автомата М6-АР1М: 1 – бобіна з пакувальним матеріалом; 2 – притиск; 3 – валик; 4 – пристрій для нанесення дати; 5 – протяжні ролики; 6 – ножі; 7 – захвати; 8 – пуансон; 9 – матриця; 10 – щуп; 11 – дозатор; 12 – формувальний стіл; 13 – механізм загортання пакета; 14 – відповідний транспортер; 15 – механізм ущільнення; 16 – перегортач коробок; 17 – знімач

Наповнені коробки проходять через механізм загортання пакета 5, де послідовно підгинаються краї пергаменту, потім коробка проходить через механізм перевертання і виводиться з машини відвідним транспортером 6.

Автомат працює наступним чином (див. схему рис. 22.16).

Пергамент змотується з рулону 1 і проходить через відхиляючий ролик 3, до якого притискається притиском 2. Пристрій для нанесення дати 4 голками пробиває дату випуску на краю пергаменту. Протяжними регульованими роликами 5 пакувальний матеріал подається до ножів 6, які відрізають розгортку I строго визначеної довжини. Захватами 7 розгортка подається на формуючу матрицю 9 під пуансон 8, який продавлює її через матрицю в одне з гнізд. При цьому утворюється форма коробки II. Дозатор 11 заповнює коробку III порцією фаршу. У механізмі загортання 13 лапки для торцевого загортання підгинають торцеві стінки, а потім лапка бічного загортання підгинає одну бічну стінку. При повертанні столу 12 друга бічна стінка підгинається нерухомою лапкою.

Заповнена коробка після чергового повороту столу потрапляє в механізм ущільнення де коробка V отримує остаточну форму. На наступній позиції коробка VII виштовхується з гнізда і штовхачем скидається в перегортач 16. Коробка VI перевертається для запобігання від розгортання і потрапляє на відвідний транспортер 22. Продуктивність автомата від 40 до 72 пакетів в 1 хв. при масі фаршу 250 г. Аналогічні автомати застосовують для пакування жиру в пачках. Вони відрізняються конструкцією дозатора і подавального механізму.

Автомат М1-ФУТ (рис. 22.17) використовують для виробництва ліверних ковбас. Він складається з шестерінчастого витискача 2, в завантажувальному бункері 3 якого розташований подавальний шнек. Витискач на стороні нагнітання сполучений з трубою-цівкою, над якою встановлений комір рукавоутворювача 5. До коміра з бобіни 12 поступає полімерна полівінілхлоридна плівка шириною 200 мм. Плівка згортається в рукав і зварюється ультразвуковим пристроєм 6. Енергія до зварювального пристрою поступає від апарату 11 для ультразвукового зварювання пластмас УЗП-100.

Зварений рукав механізмом протягування 7 подається в зону заповнення і далі в кліпсатор 1, де він пережимається і герметизується кліпсами. Готовий батон відрізується і відводиться транспортером 13.

Автомат має електромеханічний привід 9, від якого рядом передач наводяться в рух усі механізми. Принцип роботи автомата М1-ФУТ зрозумілий з технологічної схеми (рис. 22.18). Фарш з бункера 9 шнеком 10 подається до зубчастих коліс 14 шестерінчастого витискача 8. Звідти він нагнітається в трубу 7, на поверхні якої з плівки 12 утворюється оболонка. Плівка з бобіни 13 проходить через направляючі вальці 11 і на комір 6 згортається в рукав.

Поздовжній шов рукава зварюється ультразвуковим зварювальним пристроєм 5. Зварений рукав роликами 4 протягується в зону заповнення фаршем, де закінчується труба 7. Заповнена оболонка пережимається пристроєм 3, на неї накладаються дві кліпси кліпсатором 2 і перемичка між кліпсами перерізується. Готовий батон 1 відводиться транспортером 15.

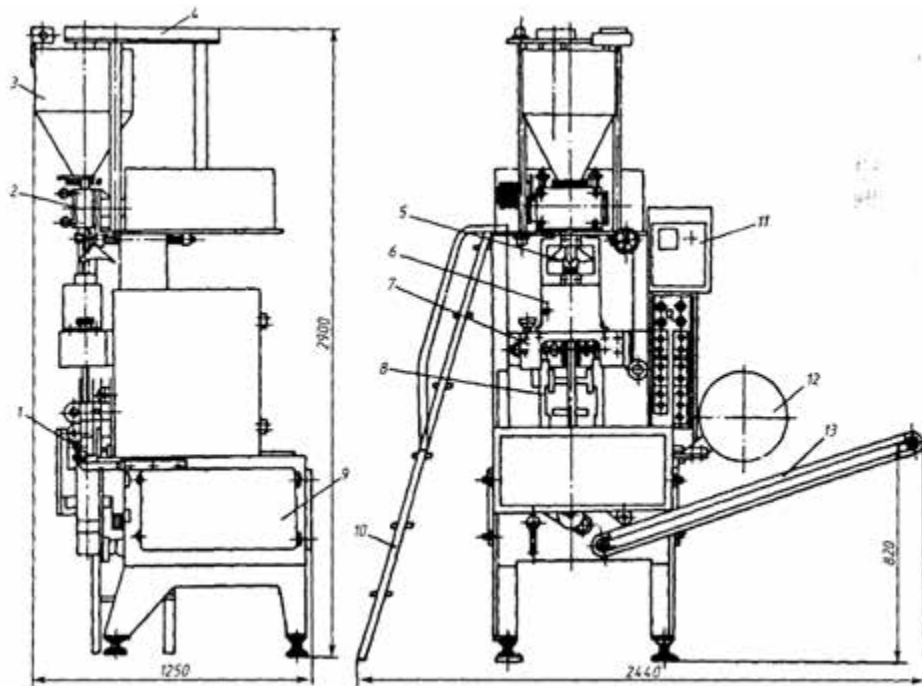


Рис. 22.17. Автомат М1-ФУТ для виробництва ліверних ковбас з утворенням оболонки:
1 – кліпсатор; 2 – шестеренчастий витискач; 3 – бункер; 4 – передача до подавального шнека;
5 – комір рукавоутворювача; 6 – зварювальний пристрій; 7 – механізм протягування;
8 – механізм перетиску; 9 – головний привід; 10 – трап; 11 – апарат ультразвукового
зварювання УЗП– 100; 12 – бобіна плівки; 13 – транспортер

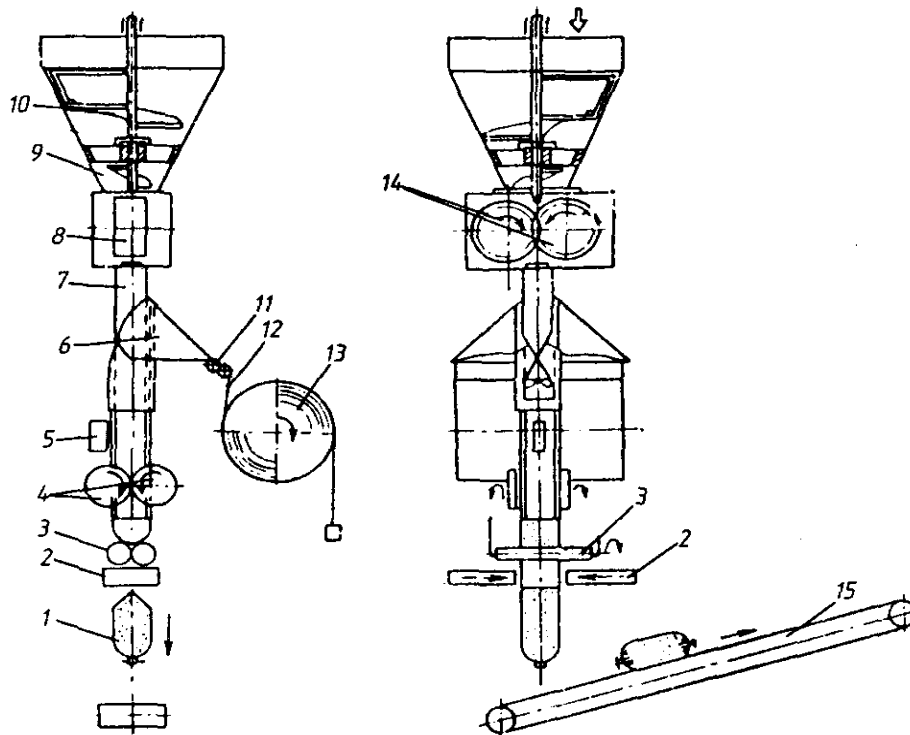


Рис. 22.18. Технологічна схема автомата М1-ФУТ: 1 – готовий батон; 2 – кліпсатор;
3 – перетискний пристрій; 4 – протяжні вальці; 5 – зварювальний пристрій; 6 – комір
рукавоутворювача; 7 – труба; 8 – витискач; 9 – бункер; 10 – подавальний шнек;
11 – напрямні вальці; 12 – плівка; 13 – бобіна плівки; 14 – зубчасті колеса витискача;
15 – транспортер

Розділ 22. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УПАКОВКИ

На автоматі можливе безступінчасте регулювання маси дози в межах 250...1000 г, при цьому продуктивність складає 25...16 шт./хв. Потужність автомата установки 2,5 кВт, маса 910 кг.

Останніми роками все частіше застосовують автомати (рис. 22.19) з вертикальним пакетоутворювачем для фасування фаршу в плівку у вигляді «подушки».



Рис. 22.19. Автомат фасування фаршу у вигляді «подушки»

Проведені дослідні роботи по створенню фасувальної машини з горизонтальним пакетоутворювачем, в якому здійснений процес фасування пастоподібного продукту (рис. 22.20).

Плівка термозварювального пакувального матеріалу 1 безперервно подається на горизонтальний пакетоутворювач, який замість рукава формує із плівки жолоб 2, відкритий з одного боку. Продукт, за допомогою шприців-наповнювачів 8, вводиться поперек в відкритий жолоб 2. При цьому шприці 8 розміщені на рухомому конвеєрі 9, який розташований паралельно жолобу 2 і переміщується з тією ж швидкістю, що і жолоб.

Після вводу шприців виконується зварювання бокових поверхонь поперечних швів навколо кожного шприца 8. Для цього використовують формові обтискні елементи 4, в які вбудовані нагрівники. Елементи 5 змонтовані на конвеєрі 3, синхронно переміщуються с жолобом 2. При переміщенні конвеєра 3 елементи 4 розташовуються над відповідним шприцом 8, обтискаючи навколо нього плівку, і утворюють поперечні шви. В результаті цього в жолобі 8 отримують порожнини 5, в які з шприців 8 дозується продукт.

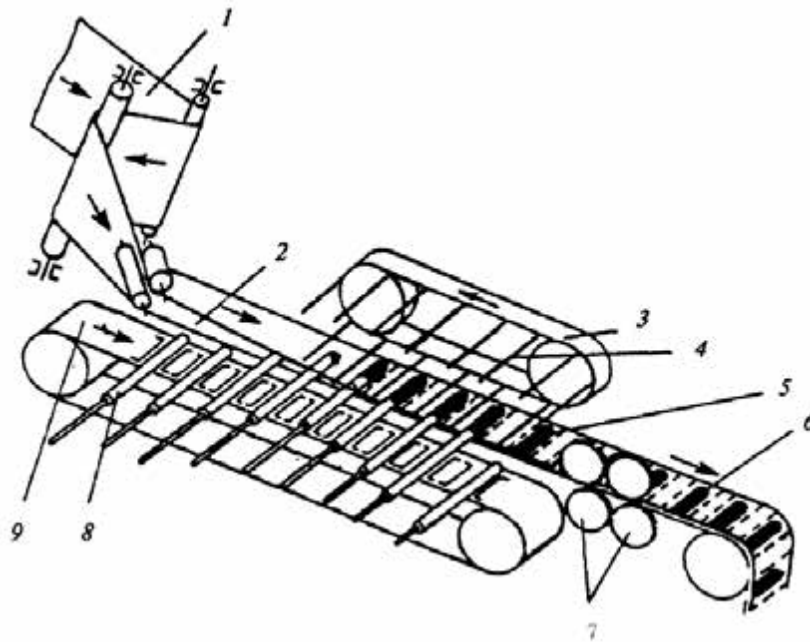


Рис. 22.20. Технологічна схема процесу фасування пастоподібного продукту з горизонтальним пакетотворенням

Після видалення шприців із цих порожнин за допомогою зварних роликів 7 формується поздовжній шов, який закриває жолоб 8. Запакований у плівку продукт 6 вивантажується із машини і подається на наступні технологічні операції або для пакування у торгову тару.

22.7. Обладнання для упаковки заморожених сипких продуктів

До цих продуктів відносять заморожені пельмені, равіолі, вареники, фрикадельки та ін.. Перед упаковкою продукти дозують об'ємним або ваговим способом. Об'ємне дозування більш просте у здійсненні, але воно менш точне. Тому в сучасних машинах використовують вагове дозування з електронною системою управління дозою.

Упаковують перераховані продукти в картонні коробки або в пакети з газонепроникних плівок. Для пакування у плівки застосовують автомати з використанням пакетотворювачів. Упаковку, отриману на такому обладнанні, називають «флоупак» (flowpak або flowpack – зустрічаються обидва варіанти).

Робота коміркових фасувальних пристроїв періодичної і безперервної дії з протягувальними затискачами та поперечним зварюванням, як найпростіших із вертикальних пакетотворювачів, схематично подана на рис. 22.21 та 22.22, відповідно.

Після бактерицидної обробки термозварювальна полімерна плівка з рулону 1 через систему натяжних роликів 2 поступає до рукавоутворювача 3. При цьому перед рукавоутворювачем плівка має бути добре натягнутою. Потім пакувальний матеріал формується в рукав навколо труби 4. Розташований нижче затискач поздовжньої зварювання 5, періодично притискаючись до краєвих пакувального матеріалу, зварює його, утворюючи поздовжній шов.

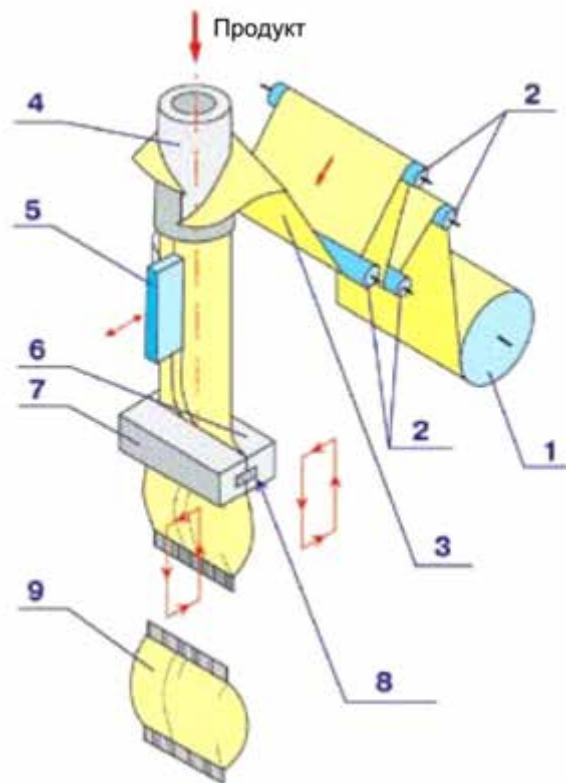


Рис. 22.21. Схема коміркового фасувального пристрою періодичної дії з протяжними затискачами та поперечним зварюванням

Нижче, за затискачем поздовжньої зварювання і нижнього краю труби 4, розташовані затискачі поперечного зварювання 6 і 7, які, починаючи свій горизонтальний рух одночасно з затискачем 5, зводяться, утворюючи поперечні шви: верхній – нижнього пакету і нижній – верхнього пакету. Потім затискач 5 відходить від труби 4, а затискачі 6 і 7 рухаються вниз, протягуючи рукав на потрібну довжину пакету. У затискачах поперечного зварювання виготовлені пази. В одному з яких, як правило, у задньому затискачі 6, встановлений ніж 8. При зведених затискачах 6 і 7 ніж здійснює рухи, розрізаючи пакети.

Продукт із дозатора переміщається всередину пакету по трубі 4 в той період, коли затискачі 6 і 7 зійшлися, або здійснюють рух вниз чи розходяться. Вибір моменту дозування залежить від властивостей пакувального матеріалу і продукту, а також від маси дози. Після закінчення руху вниз затискачі 6 і 7 розходяться і готовий наповнений пакет 9 поступає на наступні технологічні операції, а затискачі поперечного зварювання повертаються у верхнє положення і цикл повторюється.

Технологічна схема коміркового фасувального пристрою безперервної дії з протяжними затискачами та поперечним зварюванням, що дозволила значно збільшити продуктивність фасувальних автоматів, подана на рис. 22.22.

Відмінність цього пристрою від вищерозглянутого (див. рис. 22.21), полягає в тому, що замість затискача поздовжнього зварювання встановлюється пристрій безперервного зварювання 5, а замість однієї пари затискачів поперечного

зварювання встановлено дві пари: 6–7 і 8–9. Безперервну зварку поздовжнього шва можуть забезпечувати наступні пристрої: гарячий ролик, комбінація нерухомого нагрівника і холодного ролика, гаряча стрічка, або пристрої для зварювання нагрітим газом, ТВЧ, ультразвуком. Рух пар затискачів 6–7 і 8–9 взаємозв'язаний. Коли одна пара розходиться, друга – сходиться. Так здійснюється безперервний рух пакувального матеріалу.

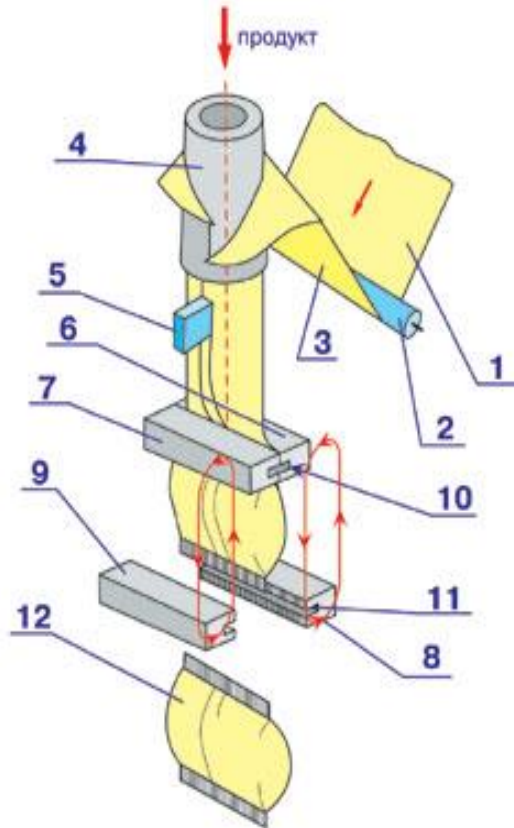


Рис. 22.22. Схема коміркового фасувального пристрою безперервної дії з протяжними затискачами та поперечним зварюванням

Для пакування пельменів в картонні пачки застосовують автомат А5-ФПА-3 (рис. 22.23, а). Машина має станину 9, на якій закріплені касета 2 для заготовок пакетів, операційний конвеєр 6 з транспортними кишенями, механізму 3 для розкриття і введення пакету в транспортну кишеню, механізм 7 для закриття нижніх стулок пакета, механізм 8 для закриття верхніх стулок пакета, насипна карусель 5, що з'єднана з вагами 4, і конвеєр 1 для вивантаження готової продукції – пакетів, заповнених продуктом. Всі ці механізми мають єдиний електромеханічний привід.

Станина 9 являє собою зварену конструкцію, на якій нерухомо кріпляться траверса і рухома плита, що має чотири гвинти для регулювання виконавчих механізмів по висоті пакету. До станини кріпляться механізм касети і конвеєр готової продукції. У середині станини розміщений привід машини. Він складається з електродвигуна варіатора, черв'ячного редуктора і кулачкового валу. За допомогою варіатора можна регулювати продуктивність машини.

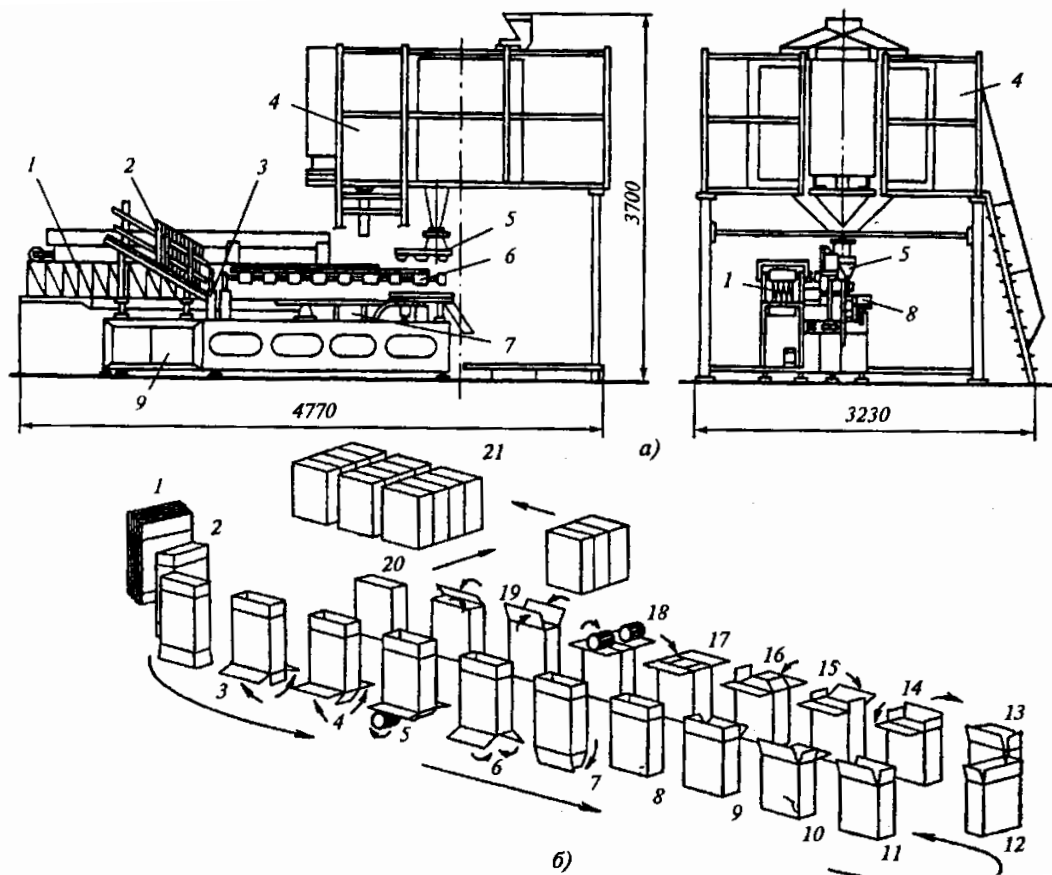


Рис. 22.22. Технологічна схема автомата А5-ФПА-3: I – заготовка пачки; II – ланцюговий транспортер; III – гніздо; IV – вакуумний захват; V – доводчик; VI, VIII – вальці з клеєм; VII – вертушка; IX – готова пачка; 1...21 – технологічні позиції

Технологічний процес фасування продукту в машині показаний на рис. 22.23, б. У касету машини закладаються заготовки пакетів, попередньо склеєні по поздовжньому шву 1. Вакуумні захвати беруть заготовку пакета 2 і подають її в транспортну кишеню операційного конвеєра, що забезпечує міжопераційне переміщення пакетів. Нижні широкі стулки пакета розкриваються 3, а нижні вузькі стулки пакета закриваються 4. На нижні вузькі стулки пакету наноситься клей 5. Нижні широкі стулки пакета закриваються 6, 7. Внутрішні верхні стулки відкриваються 8, 9, 10, продукт зважується і завантажується в пакет 11, 12. Потім продукт в пакеті втрушується 13. На внутрішню широку верхню стулку наноситься дата і номер зміни 22. Зовнішня верхня широка стулка відкривається 15, а вузькі верхні стулки закриваються 16, 17. На верхні широкі стулки наноситься клей 18. Потім стулки закриваються 19, пакет виштовхується на конвеєр готової продукції 20 і переміщається по конвеєру до столу приймання 21 та на групову упаковку.

Продуктивність (кг/год) автомата при упаковці пельменів 450...600, фрикадельок 200...250. Встановлена потужність електроприводу 2,42 кВт, маса машини 704 кг.

22.8. Автомати для наповнення консервних банок

Наповнюють банки у порційному відділенні. Підготовлена для консервів сировина або рецептурні суміші фасують у металеві або скляні банки, проводять контрольне зважування заповнених банок, закатують кришки, одночасно їх маркують та перевіряють герметичність банок. При порціонуванні необхідно забезпечити співвідношення основних компонентів за рецептурою.

При фасуванні першочергово закладають щільні компоненти (м'ясу сировину), після чого заливають рідкі (бульйон, соус, олія, розплавлений жир).

Залежно від видів консервів фасування здійснюють на спеціальному обладнанні або вручну. При ручному заповненні контролюють масу кожної банки. Рідкі, сипучі та в'язкопластичні компоненти (рецептурні суміші) дозують за об'ємом за допомогою мірних циліндрів. При ручному фасуванні вміст закладають у тару на конвеєрах, де встановлені ваги для контролю маси продукту, та закатувальні машини. М'ясо, нарізане на шматки, автоматично дозують на наповнювальних машинах В2-ФНА та АДМ (рис. 22.24).

На станині 7 дозатора АДМ-4 розташовані завантажувальний стіл для банок 7, оснащений механізмом подачі та видачі банок 4, дозатори для суміші кухонної солі і спецій 9, жиру 8, шнек-живильник 2, бункер для м'яса і головка для дозування м'яса 3.

Корпус автомата з електричним або паровим підігрівом має на внутрішній поверхні пази, що забезпечують просування м'яса під час обертання шнека. У верхній частини насадки, що служить для подачі м'яса до дозувальних циліндрів, встановлений напівкільцевий ніж, що відсікає надлишки м'яса, які не потрапили у циліндр. Дозувальна головка має вісім дозувальних циліндрів, в які поміщені поршні зі штоками, висоту їхнього підйому регулюють залежно від необхідної дози завантаження.

Цеховим конвеєром до автомату АДМ-4 подаються банки, які під власним натиском потрапляють у приймальний лоток для банок і звідти до гнізда завантажувального столу. Повертаючись разом зі столом, банка підходить до дозуючого пристрою для суміші кухонної солі зі спеціями, отримує порцію суміші та підходить під один із восьми дозаторів м'яса. У цей момент банку захоплює штовхач і вона переходить на напрямну видачі банок. Рухаючись нею, банка весь час перебуває під одним із мірних циліндрів, з якого поршнем виштовхується м'ясо, і таким чином банка заповнюється. М'ясо з циліндра виштовхується завдяки тому, що шток своїм верхнім кінцем упирається в похилу смугу, закріплену на виштовхувачі, і, рухаючись нею, поступово опускається вниз. Для зменшення тертя жировмісної сировини стінки циліндра обігрівають пором або електротенами. Після заповнення банка виходить на цеховий конвеєр і прямує до закатувальної машини.

Для покращення роботи дозатора м'ясо має бути нарізане на шматки масою 50...100 г. М'ясо з бункера живильника подається за допомогою штока. Швидкість подачі м'яса шнеком підбирають окремо для кожного виду м'яса.

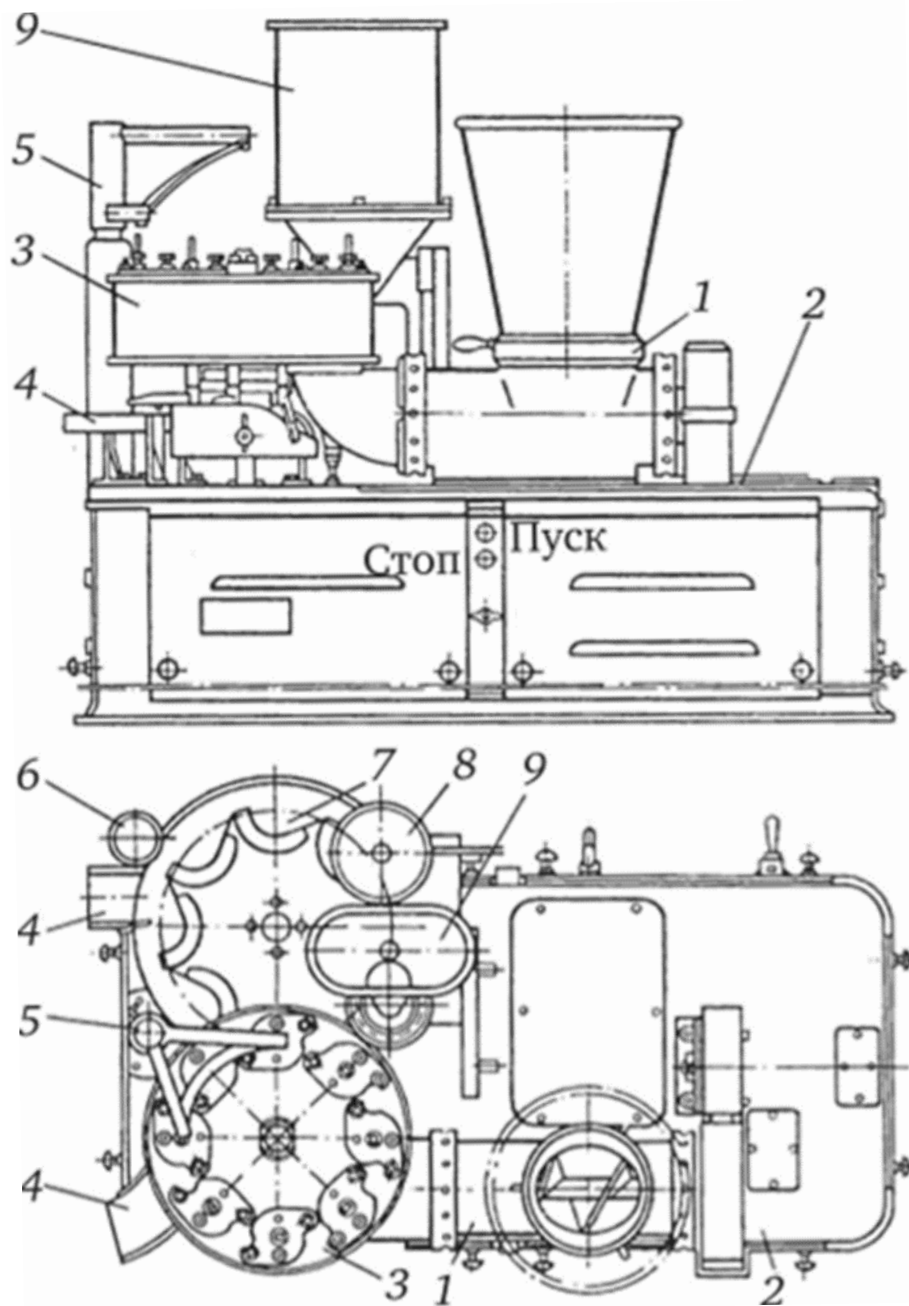


Рис. 22.24. Автомат АДМ-4 для фасування м'яса в консервні банки: 1 – станина; 2 – шнек-живильник; 3 – дозуюча головка; 4 – механізм подачі та видачі банок; 5 – виштовхувач; 6 – механізм електричного блокування; 7 – завантажувальний стіл; 8 – дозатор жиру; 9 – дозатор суміші кухонної солі зі спеціями

Широко розповсюдженим способом фасування рідких та пастоподібних продуктів є спосіб, що здійснюється при безперервному русі операційного ротора (карусельні фасувальні машини подані на рис. 22.25, 26). Цей ротор складається з двох жорстко зв'язаних між собою частин: верхньої – наповнювальної і нижньої – транспортної. По периметру наповнювальної частини ротора 4 розташовані дозатори 5, які з'єднані між собою кільцевим продуктопроводом. Співвісно до цих дозаторів на нижній частині ротора встановлені підймальні столи, на яких розміщується тара.

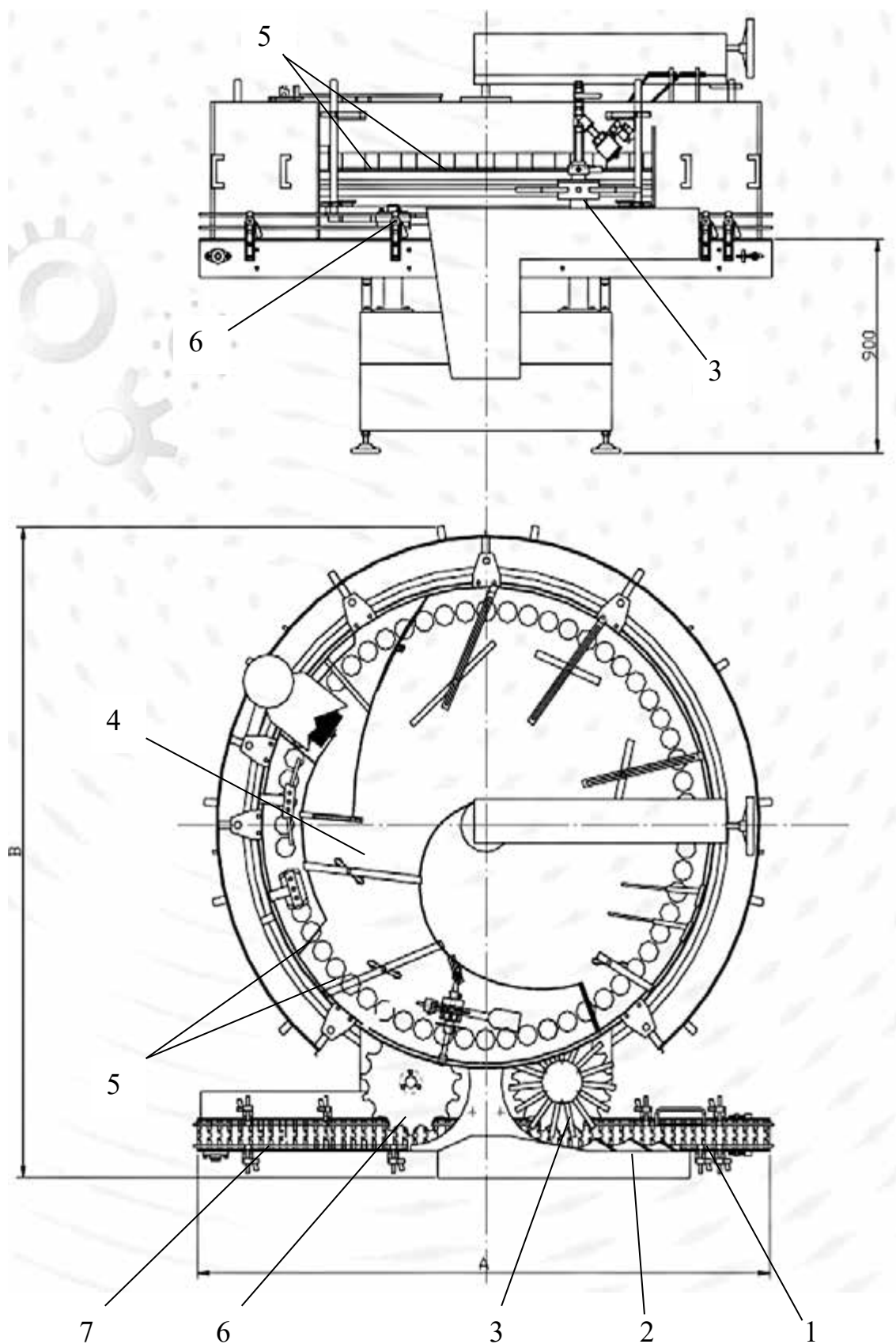


Рис. 22.25. Технологічна схема процесу фасування продукції в карусельних машинах моделі RTA фірми MECOM з безперервно рухомих операційним ротором



Рис. 22.26. Загальний вигляд сучасної карусельної фасувальної машини з безперервно рухомим операційним ротором моделі RTA фірми MECOM: 1 – приймальний конвеєр; 2 – шнековий живильник; 3 – завантажувальна зірочка; 4 – операційний ротор; 5 – дозатори; 6 – розвантажувальна зірочка; 7 – розвантажувальний конвеєр

Технологічний процес фасування (рис. 22.25) здійснюється наступним чином. Банки безперервним потоком подаються у фасувальну машину конвеєром 1. Прогумований шнековий живильник 2 синхронно обертається з операційним ротором 4 і, через певні інтервали часу, пропускає банки в машину. Кожна з банка потрапляє в западину між зубами завантажувальної зірочки 3, яка захоплює банку з конвеєра 1 і переміщає її на підймальний стіл нижньої частини ротора 4. На ньому банка рухається по колу від завантажувальної зірочки 3 до розвантажувальної зірочки 6. На початку переміщення банка піднімається з столом, а її шийка входить у центруючу розетку дозатора 5 і відкриває продуктивний кран. Банка в процесі безперервного руху з ротором 4 заповнюється продуктом.

В кінці переміщення з ротором стіл опускає заповнену банку, а розвантажувальна зірочка 6 переміщує банку з операційного ротора на відповідний конвеєр 7 для подачі у закупорювальну машину.

В'язкопластичними рецептурними сумішами (фаршеві та паштетні консерви) консервні банки наповнюють на дозаторах, створених на базі шприців для формування ковбасних батонів. Схема дозувально-наповнювального автомата Б4-ФДН-17 в'язкопластичними рецептурними сумішами з додатковим вакуумуванням продукту представлено на рис. 22.27.

Автомат Б4-ФДН-17 – це агрегат типу живильник-дозатор. Обидві частини об'єднані між собою продуктопроводом 6 та електричними проводами. Живильник 1 представляє собою шнековий насос з бункером 4 для завантаження продукту, приводом 2 і вакуум-системою 3, що забезпечує затягування продукту з бункера насос 5 і частково його вакуумування. Живильник оснащений естакадою 16, що служить для зручності обслуговування. Дозувальна частина 7 є автоматом ротаційного типу. Ротор має десять робочих позицій, розміщених на каруселі. Дозувальна частина автомата складається з наступних основних частин: станини 10, приводу 11, приймального транспортера 15, відвідного транспортера 14, каруселі 9, рухомого столу, розподільника, вирівнювального циліндра 8, траверси 12, дозаторів 13.

При роботі автомата продукт з бункера шнеками подається по продуктопроводу в дозувальну частину, звідки через розподільник надходить у дозатор (за наявності під ним банки). Банки до приймального пристрою потрапляють із цехових транспортерів або лотка. Банки, що надійшли в приймальний пристрій, подаються до шнека, який розподіляє їх потік по кроку і видає до приймальної зірочки.

Столики під впливом копіра піднімаються і притискають дно банки до дозатору. Далі поворотом поршня відкривається доступ продукту до дозатор. При підйманні поршня дозатора формується доза. Видача дози в банку відбувається за одночасного рух вниз поршня дозатора і банки разом зі столиком. Наповнені банки відвідним транспортером знімаються з каруселі. За відсутності банки поданої живильником, продукт потрапляє до вирівнювального циліндру, піднімаючи його поршень, завдяки чому при постійній подачі продукту

живильником підтримується тиск в автоматі та забезпечується стабільність дози. При досягненні верхнього рівня продукту у вирівнювальному циліндрі, подача продукту з живильника припиняється.

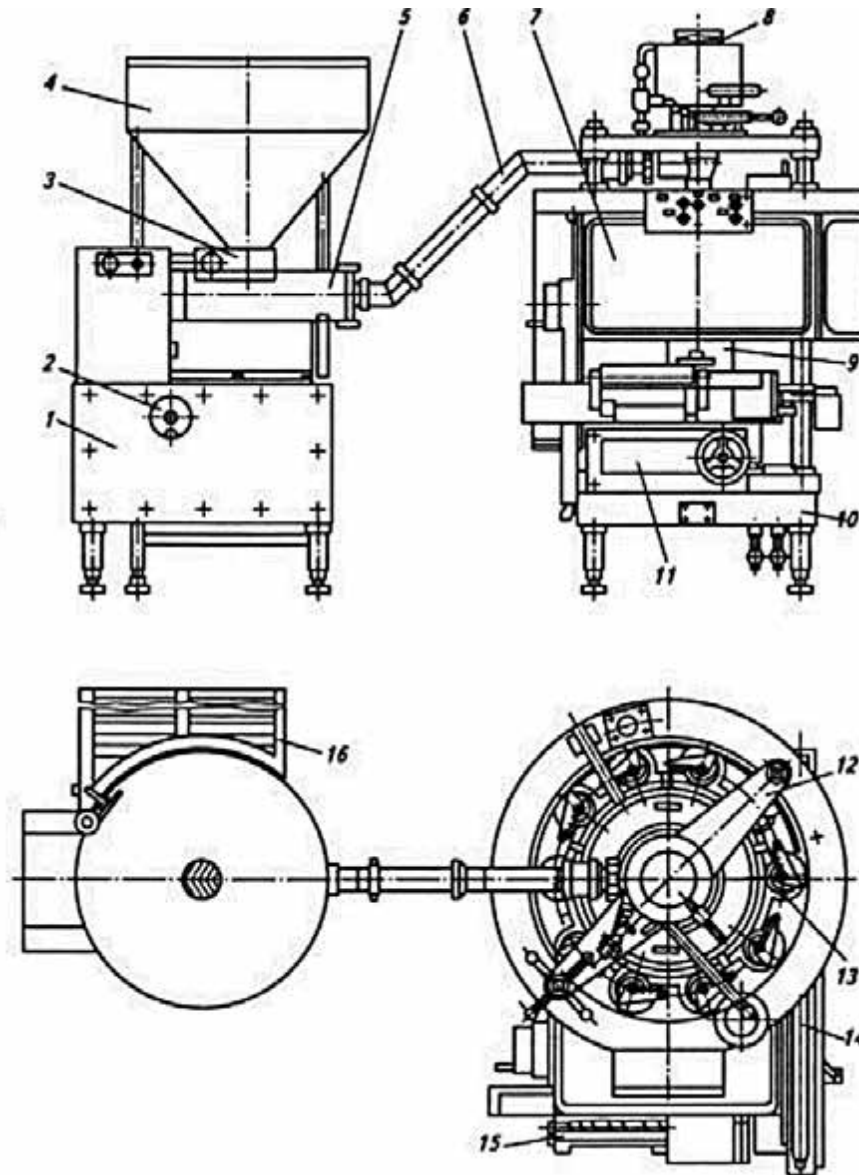


Рис. 22.27. Автомат Б4-ФДН-17 для дозування в'язкопластичних рецептурних сумішей у консервні банки: 1 – живильник; 2 – привід; 3 – вакуум-система; 4 – бункер для рецептурних сумішей; 5 – насос; 6 – продуктопровід; 7 – дозувальна частина; 8 – вирівнювальний циліндр; 9 – карусель; 10 – станина; 11 – привід; 12 – траверса; 13 – дозатори; 14 – відвідний транспортер; 15 – приймальний транспортер; 16 – естакада

22.9. Закаточні машини

В даний час у світовій практиці застосовують різні способи закупорювання скляних банок і повсюдно використовують один спосіб закупорювання металевих банок – подвійним закатувальним швом. У процесі закатування металевих банок кришка герметично приєднується до корпусу банки за рахунок утворення подвійного закатувального шва.

Машини, в яких банка і кришка з'єднуються міцним швом, називають закаточними. Вони бувають напівавтоматичними та автоматичними, закатують при атмосферному тиску або у вакуумі. Залежно від кількості обробних механізмів бувають чотири- і шестишпindelьні, одно- і двобаштові машини. У всіх цих машинах використовують роликові закатувальні механізми одним або двома роликами (першої та другої операції), які управляються кулачковими механізмами.

Схема закатувального механізму одношпindelьної напівавтоматичної машини показано на рис. 22.28.

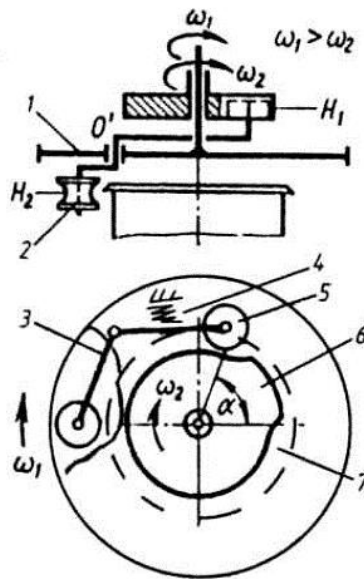


Рис. 22.28. Схема закатувального механізму одношпindelьного напівавтомата:

1 – планшайба; 2 – закатувальний ролик; 3 – кутовий важіль; 4 – пружина; 5 – ролик кулачка;
6 – керуючий кулачок; 7 – банка

На основному несучому елементі – планшайбі 1 – шарнірно встановлений кутовий важіль 3, на одному кінці якого закріплений ролик 5 кулачка 6, а на іншому – закатувальний ролик 2. Планшайба обертається на своїй осі з кутовою частотою ω_1 . Співвісно з планшайбою встановлений керуючий кулачок 6, який обертається в той же бік з кутовою частотою ω_2 .

Ролик 5 весь час притиснутий до кулачка пружиною 4. При $\omega_1 = \omega_2$ ролик 5 буде відносно нерухомий по відношенню до кулачка 6, і закаточний ролик 2 буде залишатися на відстані від банки 7. У робочому режимі має бути $\omega_1 > \omega_2$, тоді ролик 5 обкочуватиметься по кулачку, а ролик 2 буде притиснутий до банки і виконуватиме закатування шва.

Схема закатувального механізму багатошпindelьного автомата наведено на рис. 22.29. На пустотілому валу 1 за допомогою водила 5 закріплений шпindel, а на водилі 16 столик 15. На шпindelі встановлений закатувальний механізм, що складається з планшайби 10, в якій закріплені важелі 11 з роликами: роликом відтискного кулачка 13 та закатувальними роликами 12 першої та другої операції.

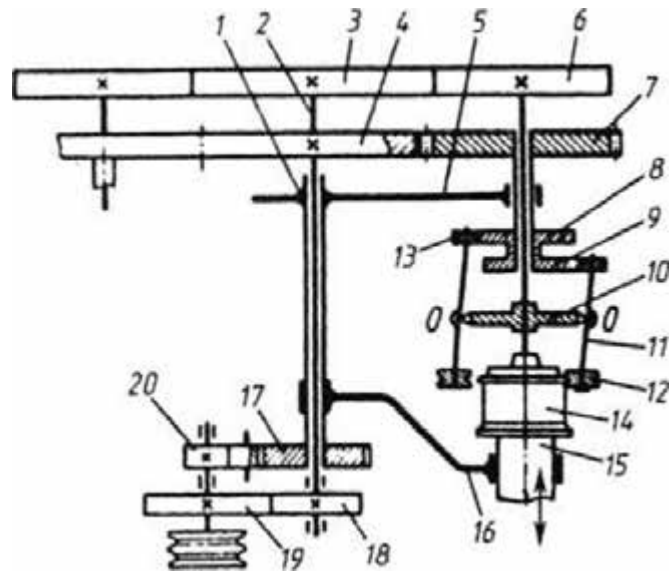


Рис. 22.29. Схема закатувального механізму багатошпиндельного автомата:

- 1 – порожнистий вал; 2 – вал; 3, 4 – шестерні планетарних механізмів; 5, 16 – водило;
6, 7 – зубчасті колеса планетарних механізмів; 8, 9 – кулачки; 10 – планшайба; 11 – важелі;
12 – закатувальні ролики; 13 – ролики кулачкового механізму; 14 – банка; 15 – столик;
17, 18 – зубчасті колеса; 19, 20 – шестерні

Ролики 13 притискаються пружинами до кулачків 8 і 9 і обкатуються ними. Вал 1, що приводиться в обертання від шестерні 20 через проміжне зубчасте колесо та зубчасте колесо 27, обертає закатувальні механізми.

Через порожнину валу 1 проходить вал 2, на якому закріплені шестерні 3, 4. Вали 1 та 2 обертаються у зустрічному напрямку. Вал 2 приводиться в обертання зубчастою передачею 19, 18. Зубчасті колеса 6 і 7, що приводять в рух планшайбу та кулачки, важелем 5 обкатуються по шестірнях 3, 4, здійснюючи планетарний рух. Передаточні числа планетарних механізмів повинні бути підібрані так, щоб кулачки і планшайби оберталися з різною частотою.

Для закатування з одночасним вакуумуванням використовують різні вакуумзакатувальні (паровакуумзакатувальні) машини. За функціональним призначенням обладнання для закатування поділяють на закатувальні машини та дозувально-закатувальні агрегати. Класифікація закаточних машин наведена на рис. 22.30.

Машина (рис. 22.31) призначена для закатування жерстяних банок. Її особливість – обертання закатувальних патронів разом з затиснутою між ними банкою. Машина складається з станини 1, приводного валу 2, на один кінець якого насаджений приводний шків 3, а на інший – конічна шестерня 4, що входить в зачеплення з такою ж конічною шестернею 5, що знаходиться на шпинделі 6 верхнього закатувального патрона 7. Нижній патрон 8 піднімається і опускається від ножної педалі 9 через важелі 10 і 11. У вихідне (нижня) положення нижній патрон опускається під впливом пружини 12. На кронштейні станини шарнірно на осі закріплений роликотримач 15, забезпечений роликами 13 першої і 14 другої операцій.

Розділ 22. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УПАКОВКИ



Рис. 22.30. Класифікація закаточних машин

Ролики вільно сидять на пальцях (осях) роликотримача. При повороті рукоятки роликотримача за годинниковою стрілкою ролики підходять до верхнього патрону 7. Спочатку підходить ролик першої операції, а потім – другий операції і формується подвійний закатувальний шов.

Банку 16, наповнену продуктом, вручну встановлюють на нижній патрон 8 і натискають ногою на педаль 9. Банка затискається між верхнім і нижнім патронами та починає обертатися навколо своєї осі.

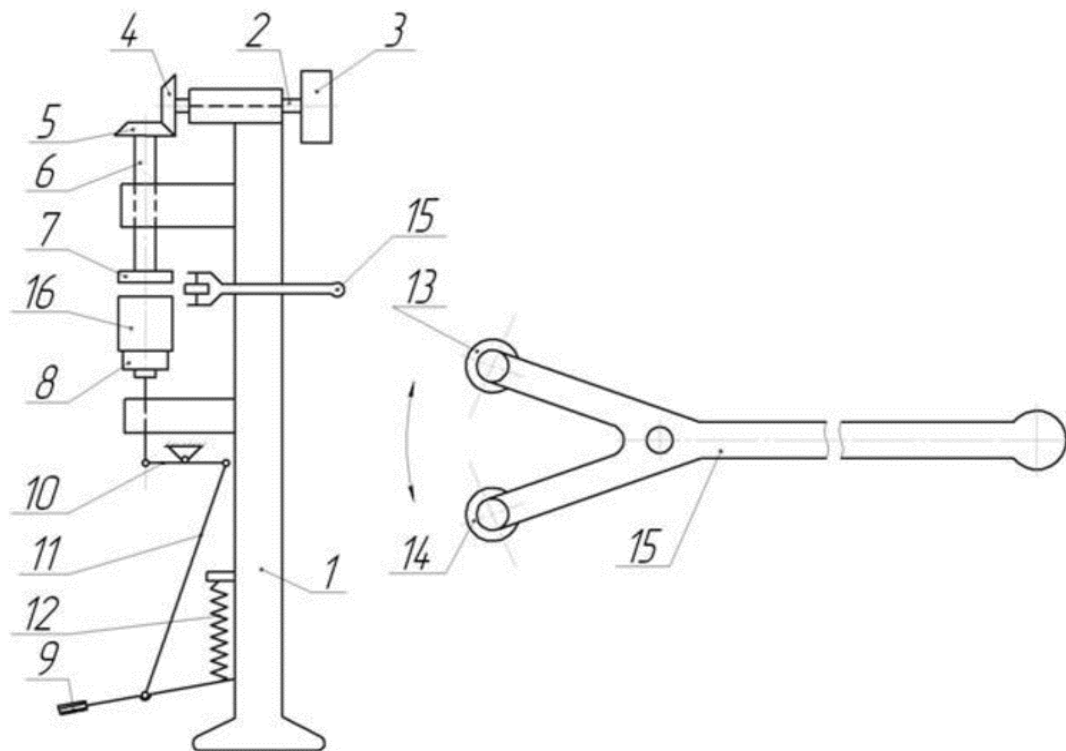


Рис. 22.31. Напівавтоматична закаточна машина для жерстяних банок

Потім повертають рукоятку роликотримача, до кришки підводиться спочатку ролик першої операції, який обкатує кришку і привальцьовує її до фланця корпусу банки, а потім ролик другої операції остаточно формує закатувальний шов.

Продуктивність машини близько 20 банок за хвилину, потужність електродвигуна 0,6 кВт.

Автоматичні закатувальні машини проводять герметизацію металевих та скляних банок при атмосферному тиску та під вакуумом. Це багатопозиційні машини одно- або двобаштові. Однобаштова багатопозиційна закаточна машина Б4-КЗК-79 (рис. 22.32) проводить герметизацію металевих банок. У ній послідовно виконуються такі операції: приймання та орієнтація банок, маркування кришок та встановлення їх на банки, встановлення банки з кришкою в патрон закатувального механізму; закатування банки та видача банки з машини.

Машина складається із станини 5, на якій встановлені: закатувальний механізм 6, приводний механізм, що складається з електродвигуна 1 і коробки швидкостей 2, приймальний транспортер 8 і шнек 7. Банки надходять по транспортеру 8, і шнеком встановлюються у визначену позицію та з потрібним інтервалом. Кришки для банок завантажують у магазин 3, у корпусі якого обертаються три шнеки, які забезпечують видачу однієї кришки для однієї банки. Для синхронної роботи механізм видачі кришок пов'язаний зі щупом, встановленим на приймальному конвеєрі. За відсутності банки вимикається механізм видачі кришок.

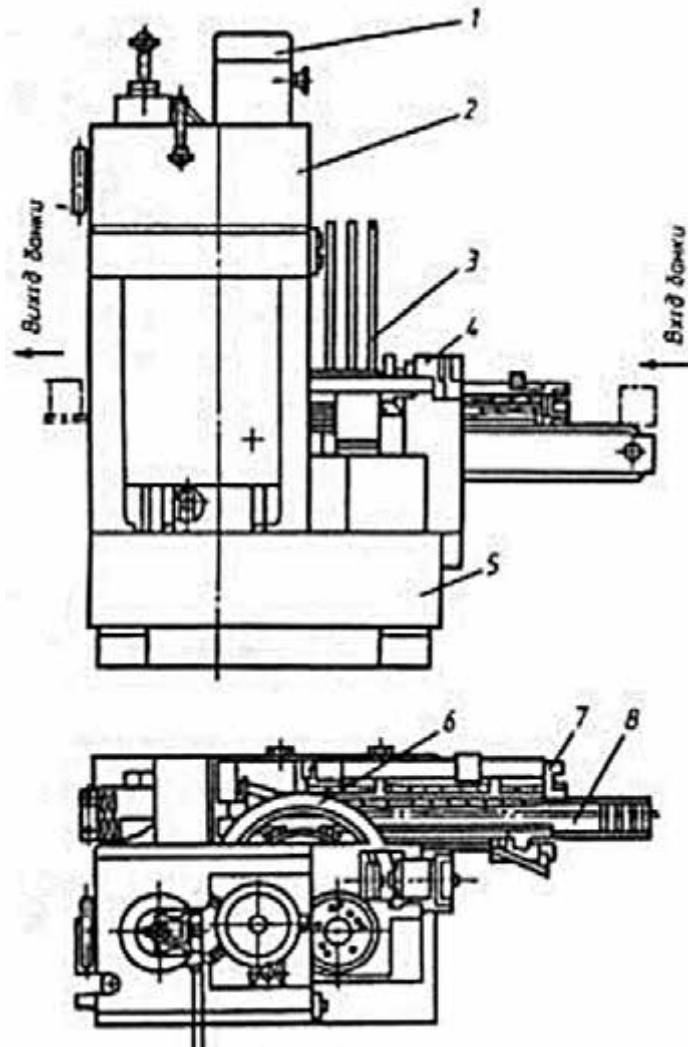


Рис. 22.32. Автоматична закаточна машина Б4-КЗК-79: 1 – електродвигун; 2 – коробка швидкостей; 3 – магазин для кришок; 4 – маркер; 5 – станина; 6 – механізм закатування; 7 – шнек; 8 – транспортер

Кришки з магазину надходять у маркер 4, що складається з матриці та пуансону, і далі на напрямні, які орієнтують взаємно банку та кришку. Кришка встановлюється на банку, яка передається зірочкою на нижній закатувальний патрон механізму. Закатувальний механізм працює за схемою, показаною на рис. 22.29.

На закатувальному автоматі Б4-КЗК-79 герметизують металеві банки діаметром 50...105 мм, висотою 35...125 мм. Продуктивність машини 125 банок за 1 хв, потужність приводу 3 кВт, маса 1650 кг.

Паровакуумний закупорювальний автомат АЗМ-3П (рис. 22.33) призначений для закупорювання скляних банок металевими кришками способом СКО (скляна консервна тара, закупорена обтиском або обкаткою). Теоретична продуктивність автомата 4200 банок за годину. Автомат має 6 робочих органів – приймальний диск 1, зірочку 2, закупорювальну головку 4, підіймальний стіл 5, важіль подачі кришок 6, відвідний диск 7.

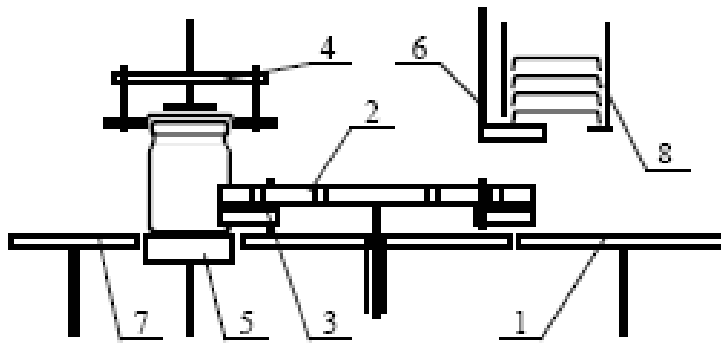


Рис. 22.33. Технологічна схема автомата АЗМ-3П:

1 – приймальний диск; 2 – зірочка; 3 – рухомі лапки зірочки; 4 – закупорювальна головка; 5 – підймальний стіл; 6 – важіль подачі кришок; 7 – відвідний диск; 8 – магазин з кришками

Банки, наповнені продуктом, міжмашинним транспортером подаються на приймальний диск 1, а приймальним диском – на рухомі лапки зірочки. Рухомі лапки зірочки 3 переміщують банки у паровому просторі, де повітря з банок витісняється парою. Пройшовши парову камеру, банка накривається пропареною кришкою і підводиться до підймального столу 5, який направляє банку з надітою на неї кришкою до роликів закупорювальної головки 4. При обкатуванні кришки банки профільованими роликами закупорювальної головки 3 відбувається деформація стінки фланця і завитка кришки таким чином, що ущільнююча гумка облягає горловину банки і тим самим створюється міцне та герметичне з'єднання кришки з банкою. Після закупорювання підймальний стіл 5 опускає банку і вона зірочкою 2 виводиться на відвідний диск 7, а з нього передається на міжмашинний транспортер.

Вакуумування призначено для усунення повітря з банок, заповнених продуктом, перед їх закручуванням, тому що кисень повітря, що залишився у банці, негативно впливає на термін зберігання консервів. При тепловому вакуумуванні не закриті банки з продуктом пропускають через спеціальний пристрій де вони протягом (8...10) хвилин барботуються парою. При виготовленні компотів та деяких інших консервів барботування парою замінюють zalиванням продукту гарячими сиропами, розсолами та соусами, або заповненням банок заздалегідь прогрітими продуктами. При механічному вакуумуванні повітря відсмоктують на вакуум-закаточних машинах. Обидва види вакуумування часто поєднують.

22.10. Етикетувальні машини

Наклеювання етикеток на консервні банки з готовою продукцією – одна з останніх операцій технологічного процесу. Етикетувальні машини бувають лінійні і карусельні. У машинах лінійного типу банки в горизонтальному положенні переміщуються поступально, обертаючись навколо своєї осі, у карусельних – банки у вертикальному положенні рухаються по дузі кола карусельного автомата.

Лінійна етикетувальна машина КЕ-4 (рис. 22.34) працює наступним чином. По похилому завантажувальному лотку 1 банки скочуються до гумового ролика 2, через рівні інтервали часу надходять до механізму переміщення 3, який являє собою два нескінченних клиноподібних паси, що огинають ведучий і ведений шків. Паси прокочують банки над клейовим пристроєм 4 і 5. Етикетка охоплює весь корпус металевої банки, тому відносно міцно утримується. Клей наноситься на банку у вигляді двох смужок за допомогою обгумованих роликів 6, дотичних до барабана, що обертається в клейовій ванні. Товщина шару клею регулюється скребком, який переміщується мікрометричним гвинтом.

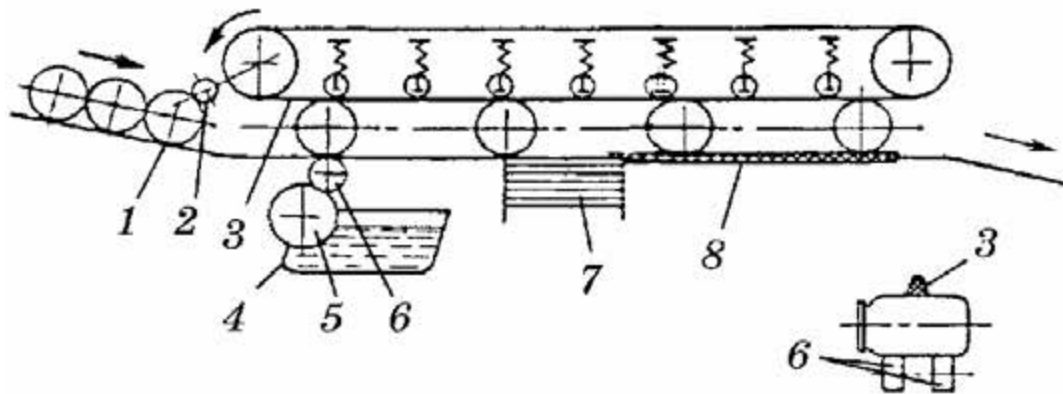


Рис. 22.34. Схема лінійної етикетувальної машини КЕ-4

Далі банка за повний оберт захоплює змащену клеєм етикетку з магазина 7, яка намотується на банку. Вільний кінець етикетки, заздалегідь змащений клеєм з крапельниці, розміщеної упоперек магазина, потрапляє вже на приклеєний кінець етикетки. Після цього банка прокочується між пасом механізму переміщення 3 і прокладкою 8 з губчастої гуми. Етикетка розгладжується і щільно притискується до банки. На лотку, що відводить банки, остання натискає на педаль, з'єднану важелем з шестерінчастим насосом, що подає порцію клею в крапельницю.

У міру витрати етикеток магазин піднімається автоматично при прокочуванні банок. Швидкість переміщення банок у машині дорівнює половині лінійної швидкості руху транспортувальних клинових пасів.

Лінійна етикетувальна машина марки ОБ-КЕТ-С2 (рис. 22.35, 22.36) призначена для наклеювання бічної етикетки на заповнені продуктом металеві банки циліндричної форми. Машина може використовуватися у лініях упаковки молочних, м'ясних, овочевих консервів, а також для упаковки рибних консервів у складі ліній, встановлених на морських судах. Машина може бути використана для автономної роботи на підприємствах харчової та інших галузях промисловості, де застосовуються аналогічні банки.

До рами 1 кріпляться ліва і права стійки, які зв'язані між собою ремінним транспортером для переміщення банок. У правій стійці 3 машини знаходиться привідна станція пасового транспортера, в лівій стійці 2 – ведена станція транспортера і ділильний ролик.

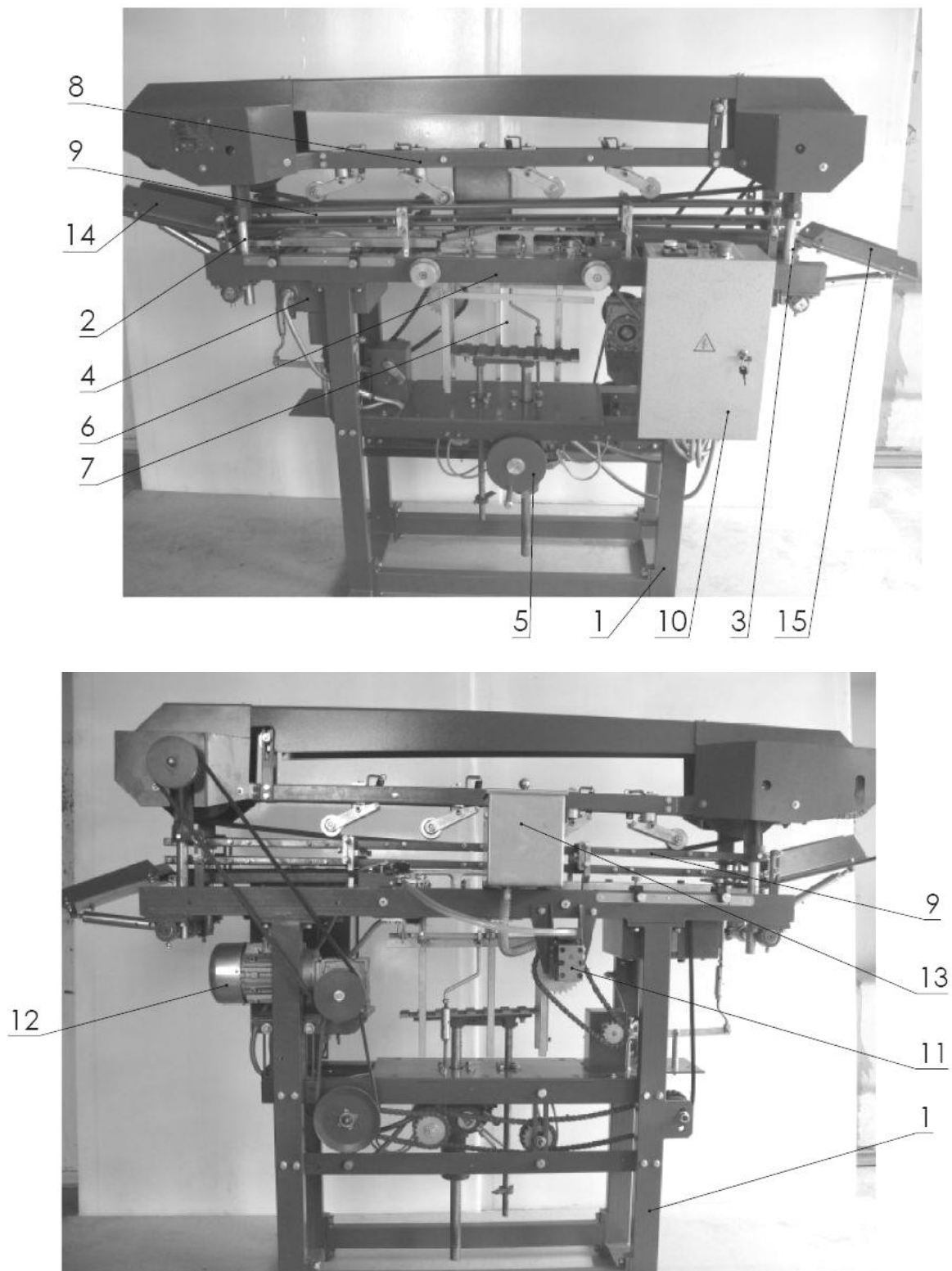
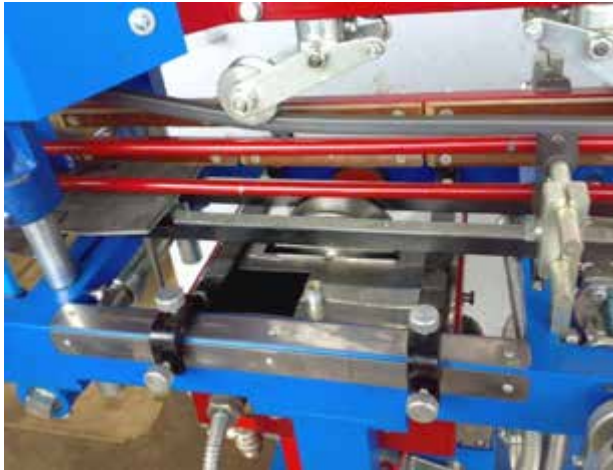


Рис. 22.35. Етикетувальна машина ОБ-КЕТ-С2: 1 – рама; 2 – стійка ліва; 3 – стійка права; 4 – ванна для наклеювання етикеток (рис. 22.36, а); 5 – механізм подачі етикеток (рис. 22.36, б); 6 – стіл; 7 – магазин етикеток (рис. 22.36, в); 8 – притискач (рис. 22.36, г); 9 – напрямні; 10 – електропульт; 11 – насос для подачі клею; 12 – привід; 13 – місткість для клею; 14 – приймальний стіл; 15 – випускний стіл



а



б



в



г



д



Рис. 22.36. Елементи етикетувальної машини ОБ-КЕТ-С2:
а – ванна для наклеювання етикеток; б – механізм подачі етикеток; в – магазин етикеток;
г – притискач; д – загальний вигляд

Електродвигун 12 з редуктором установлені на плиті в нижній частині рами. В середині машини розміщені механізм подачі етикеток 5 і магазин етикеток 7. У середині рами машини розташована ванна для наклеювання етикеток 4 з електронагрівником і шестерінчастим насосом для подачі клею 11. До бічної частини рами кріпиться пульт управління 10 і місткість з клеєм 13.

Робота машини здійснюється таким чином. По приймальному столу, який встановлено з нахилом, безперервний потік банок поступає до ділильного ролика, що розділяє потік банок з певним кроком. Інтервал між банками залежить від кута нахилу приймального стола. Подальше роздільне переміщення банок здійснюється ременем транспортера, який притискається до банок підпружиненими роликами.

При проходженні банок над клейовою ванною 4 клейові ролики наносять на циліндричну поверхню банок клейові плями. Клей у ванні підігрівається електронагрівником. Робоча температура клею підтримується автоматично терморегулятором. Під час руху банки над магазином етикеток 7 вона клейовими плямами захоплює передній край верхньої етикетки, накручує її на себе і відокремлює її від стосу. Задній край етикетки, змащений клеєм з клейової планки, приклеюється поверх переднього краю.

У планку клей нагнітається насосом, що приводиться в рух періодично рухомою банкою через важільно-храповий механізм. Клей знаходиться у клейовому бачку 13 і циркулює в контурі "бачок-насос". Коли банка потрапляє на стіл 6 з гумовою накладкою, етикетка розгладжується і фіксується на банці. По мірі відбору певної кількості етикеток, включається механізм подачі 5, який піднімає стос етикеток вгору, забезпечуючи контакт верхньої етикетки з банкою.

Карусельні етикетувальні машини (рис. 22.37, 38) широко використовують для наклеювання етикеток на банки об'ємом 0,25...0,35 л. Банки вводяться приймальним конвеєром 1. Зірочкою 2 вони по одній подаються на карусель 4, де підхоплюються штовхачем 3 і переміщуються по дузі до етикеткоподавача 5, який до моменту підходу банки стає на шляху її руху. Між пластинами етикеткоподавача знаходиться етикетка 6, приклеєна кінцями до подавача. У момент підходу банки до етикетки притискач 7 копіром притискує центр етикетки до банки, що підійшла. У такому положенні притискач утримує етикетку на банці доти, поки спеціальні щітки або ролики не притиснуть кінці етикетки, змащені клеєм, до банки.

Потім притискач відходить і банка зірочкою 8 передається на відповідний конвеєр 9. Звільнившись від етикетки, етикеткоподавач 5 рухається до магазину етикеток 10. У цей час пластины етикеткоподавача змащуються клеєм за допомогою обертового клейового валика 11.

У крайньому положенні, навпроти магазину етикеток, подавач зупиняється, на його пластины наклеюється етикетка і, на її зворотну сторону, за допомогою механізму 12 наносяться дата і шифр. Потім етикеткоподавач знову встановлюється на шляху руху банок і описаний цикл повторюється.

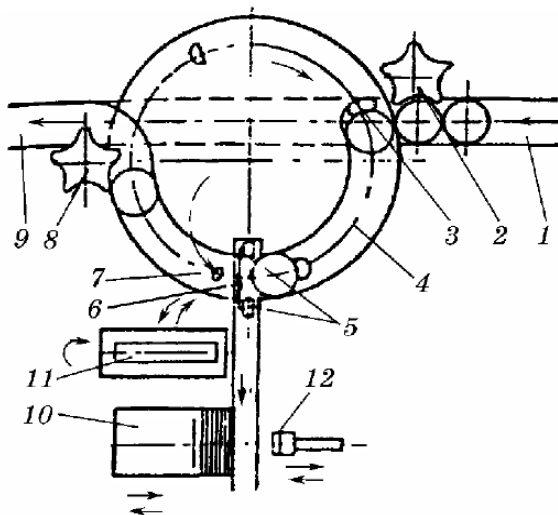


Рис. 22.37. Схема роботи етикетувальної машини карусельного типу



Рис. 22.38. Сучасний етикетувальник карусельного типу EXECUTIVE

22.11. Етикетувальне обладнання для наклеювання самоклеючих етикеток

За принципом дії сучасне етикетувальне обладнання для наклеювання самоклеючих етикеток на тару можна розділити на три основні види (рис. 22.39–22.45). Найпростіший спосіб наклеювання етикетки (рис. 22.39, 22.40) здійснюється шляхом механічної подачі етикетки на об'єкт етикетування і подальша її аплікація. Етикетка неначе втирається на поверхню упаковки. Цей спосіб, названий "wire-on", застосовується у багатьох випадках нанесення самоклеючих етикеток на рівну циліндричну або плоску поверхню.

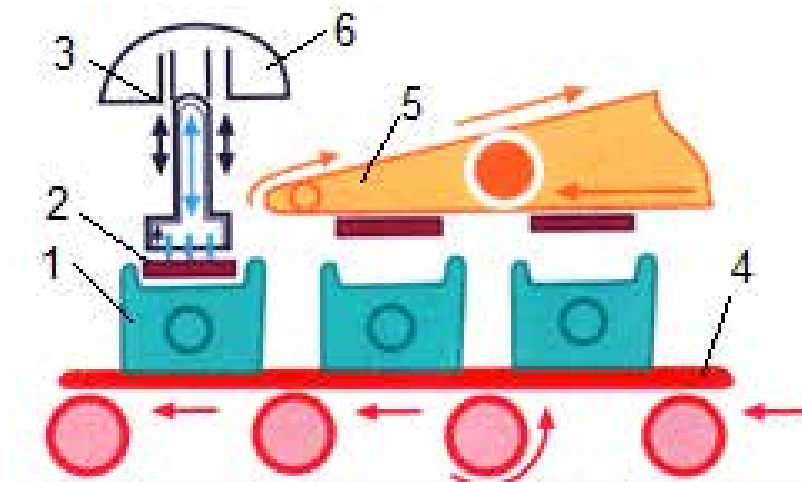


Рис. 22.39. Схема контактної етикетування методом "wire-on":
1 – пригладжувальний пристрій; 2 – етикетка; 3 – упаковка; 4 – стрічка транспортера; 5 – механізм подачі етикеток

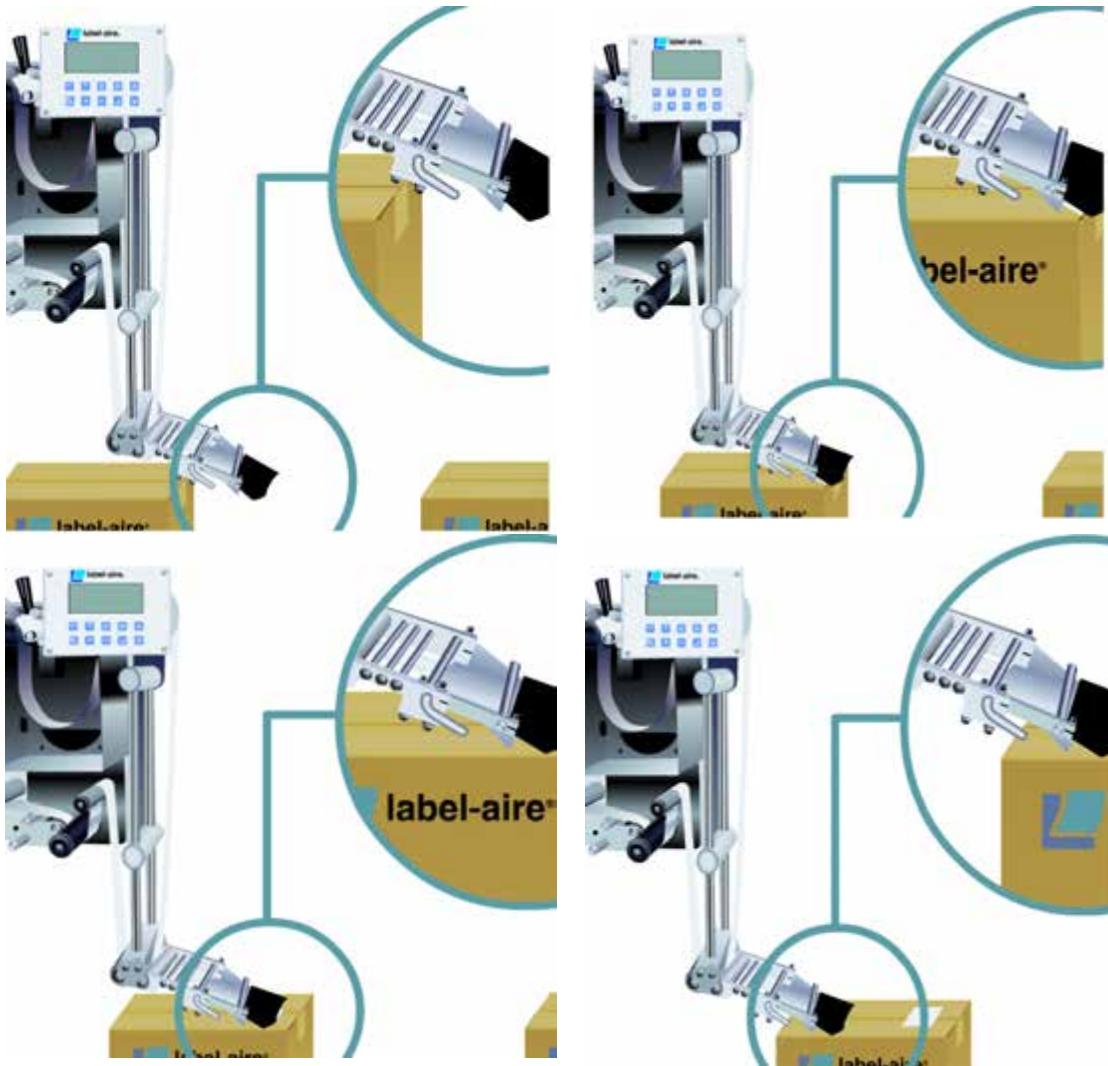


Рис. 22.40. Етапи роботи аплікатора 3115 Wipe-On

Оригінальними та інноваційними рішеннями в області етикетування є повітряно-імпульсний та імпульсно-поршневий способи перенесення етикеток на тару і упаковку (рис. 22.41–22.44). Ряд методів безконтактного нанесення етикеток були запатентовані американською корпорацією LABEL-AIRE. Вони носять відповідні назви англійською мовою: “air-blow” і “tamp-blow”, що можна перевести, як повітряний і поршневий імпульси.

На вітчизняному ринку це устаткування представляють декілька компаній. Серед них Датаськан, Форінтек, Агса. Близькі за технічними характеристиками аплікатори власної розробки пропонує англійська фірма “Willett”.

Аплікатор, що працює за системою “air-blow” (рис. 22.41, 22.42), оснащений на виході спеціальним вакуумно-імпульсним блоком. Етикетка при перемотуванні бобіни механічно подається на робочу поверхню такого блоку і утримується на ній під дією вакууму. Момент появи на стрічці конвеєра пляшки або коробки з пляшками фіксується спеціальним датчиком і етикетка миттєво зворотним повітряним імпульсом вистрілюється на поверхню цього об’єкту в задане місце з точністю до 0,8 мм.

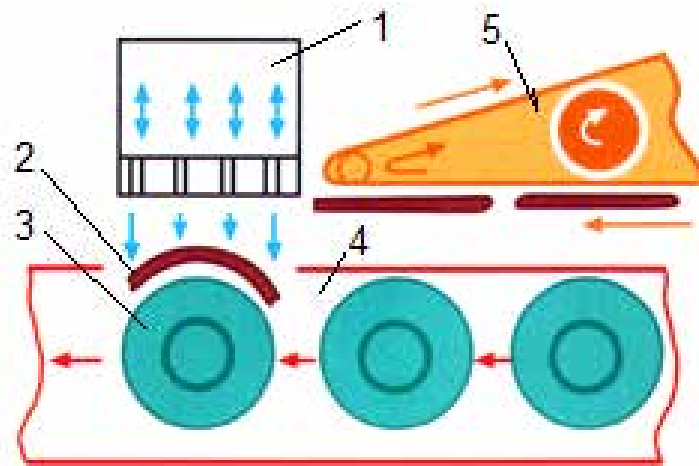


Рис. 22.41. Схема безконтактного етикетування методом "air-blow":
1 – вакуумно-імпульсний блок; 2 – етикетка; 3 – тара (пляшки); 4 – стрічка транспортера;
5 – механізм подачі етикеток до вакуумно-імпульсного блоку

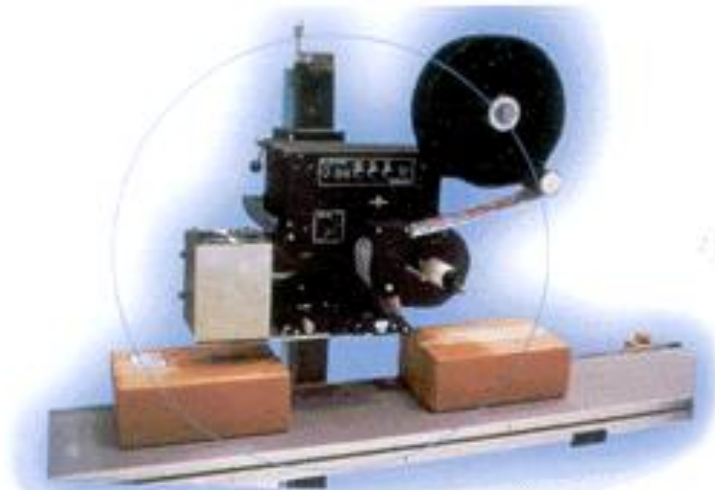


Рис. 22.42. Етикетувальний апарат, що працює за способом "air-blow"

Виштовхувальний імпульс може бути скорегований по силі і, за допомогою численних повітряних сопел, дискретно розподілений по площі етикетки, що зручно при її складній конфігурації. Етикетка точно прилягає до упаковки сферичної форми.

Синхронізація роботи повітряно-імпульсного блоку, високотехнологічного датчика, що фіксує об'єкт аплікації і швидкість руху конвеєра, здійснюється мікропроцесором, вбудованим в етикетувальний апарат. Вся операція відбувається без зупинки конвеєра.

Показною ознакою роботи аплікатора "tamp-blow" (рис. 22.43, 22.44) є наявність у ньому рухомого штока. Сопло, вбудоване в шток, створює змінні цикли вакуумної розрядки для фіксації етикетки на поверхні штока і повітряні імпульси для її нанесення на тару. Ці аплікатори працюють також без зупинки об'єкту етикетування.

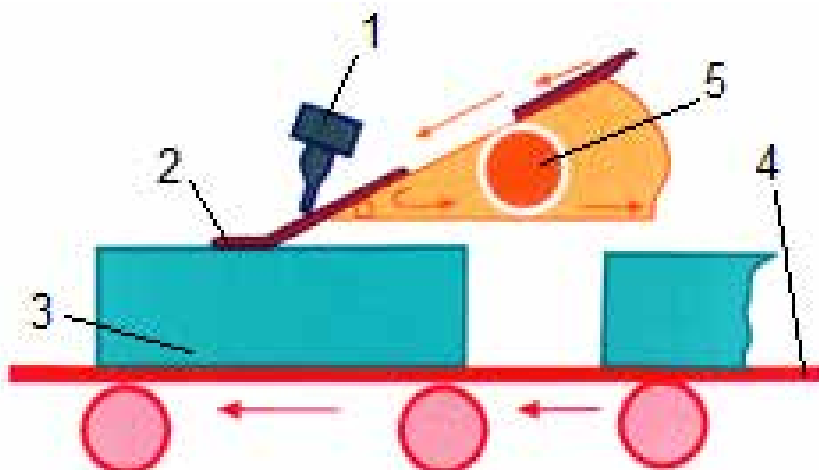


Рис. 22.43. Схема безконтактного етикетування методом "tamp-blow": 1 – зворотно-поступальний шток; 2 – етикетка; 3 – тара (коробка); 4 – стрічка транспортера; 5 – механізм подачі етикеток до зворотно-поступального штоку; 6 – вакуумно-імпульсний блок

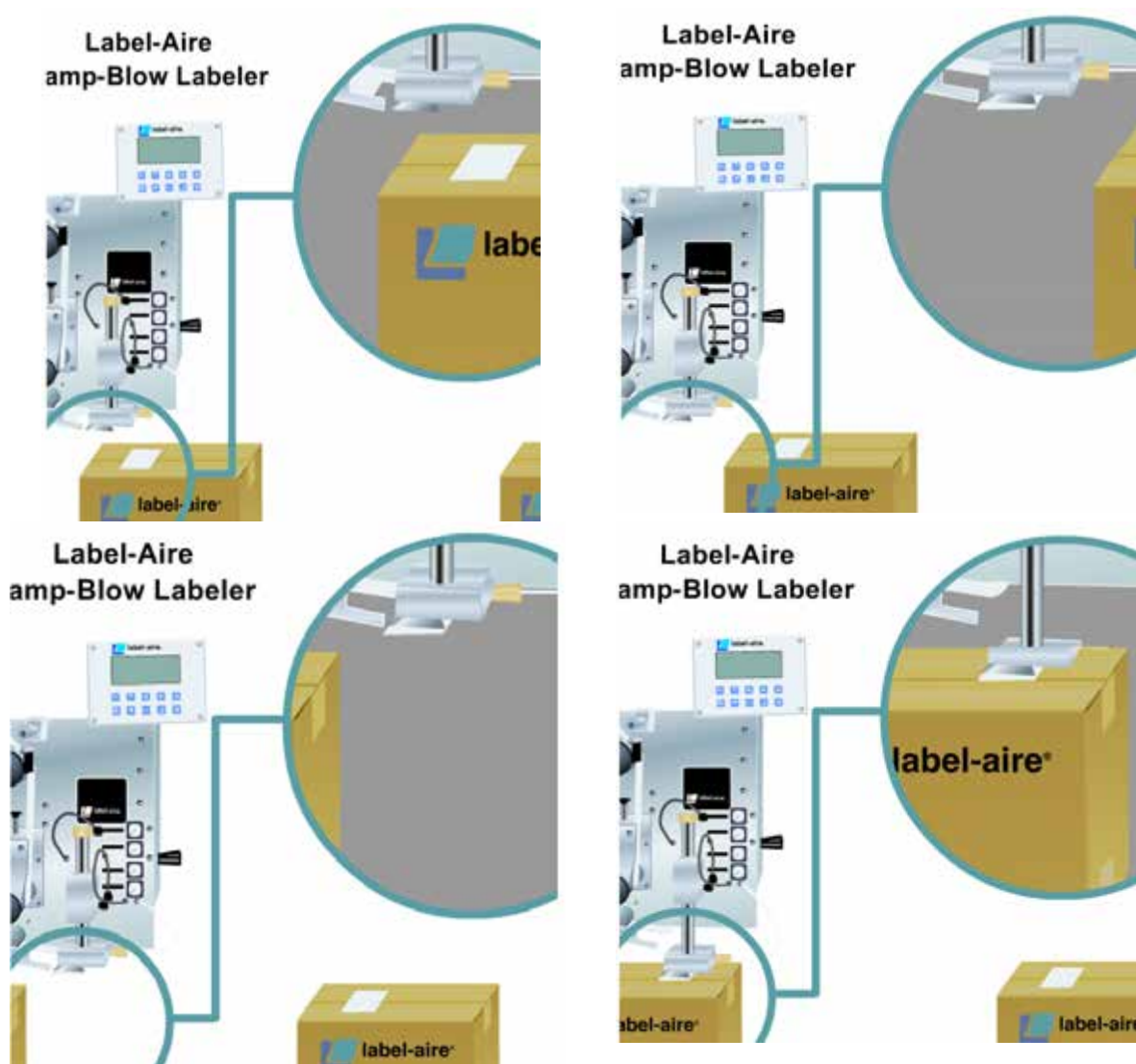


Рис. 22.44. Етапи роботи аплікатора 3114 Tamp-Blow

Шток з повітряно-імпульсним блоком подається в зону аплікації, але його поверхня не доходить до тари і не торкається її. Аплікація проводиться безконтактним способом. Наявність штока дозволяє точно наносити етикетку навіть на заглиблені площадки упаковки. Аплікація можлива на будь-яку поверхню – збоку, зверху або знизу тари та упаковки (рис. 22.45).

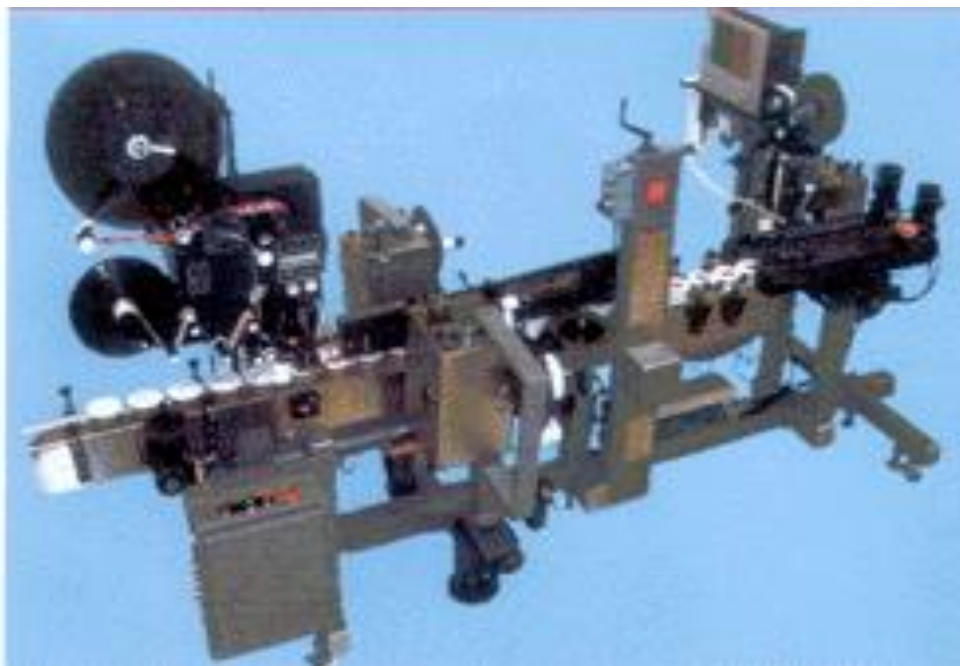


Рис. 22.45. Етикетувальна станція з чотирма аплікаторами

Розміри етикеток для різних модифікацій аплікаторів цього типу змінюється від 2×2 до 12×25 см. Швидкість нанесення етикеток може бути достатньо великою. Наприклад, аплікатор, що діє за принципом повітряного імпульсу, здатний наносити до 1000 етикеток за хвилину. Стандартною є швидкість конвеєрної стрічки 30 м/хв, але, за необхідності, вона може бути збільшена.

Апарати цих моделей легко вбудовуються в існуючі конвеєрні системи і пакувальні лінії на переробних підприємствах. Спосіб їх монтажу залежить від конкретних виробничих умов і завдань етикетування. Аплікатор може бути розміщений на власній пересувній стійці, або змонтований на нерухомих кронштейнах.

Малі розміри, універсальність принципів дії, висока продуктивність дозволяють використовувати ці аплікатори для нанесення етикеток на тару стандартної і складної конфігурації, акцизних та ідентифікаційних марок, захисних і радіочастотних міток.

22.12. Обладнання для миття консервної тари

Пуста металева тара має порівняно небагато забруднень, що складаються із залишків мінеральних масел і пилу. Наповнена тара забруднена консервованою масою, що містить жири.

Металеві банки і банки з консервами миють гарячою водою з температурою 80...90°C. Банки з пресервами миють водою з температурою 20...30°C, додаючи миючі засоби.

Для миття металевих банок застосовують лінійні і ротаційні машини. Лінійний пристрій (рис. 22.46) з гравітаційним рухом призначений для миття порожніх банок. Банки 1 подають на похилу жолобчасту направляючу 7, зварену з сталевих профілів. Зверху вони утримуються регульованою направляючою 5. Направляючі закріплені в корпусі 9, в якому з одного боку встановлені колектори для подачі води 3 і пара 4. Банки під час миття внутрішньою поверхнею розташовуються у бік колекторів, з яких подаються струменем вода і пар.

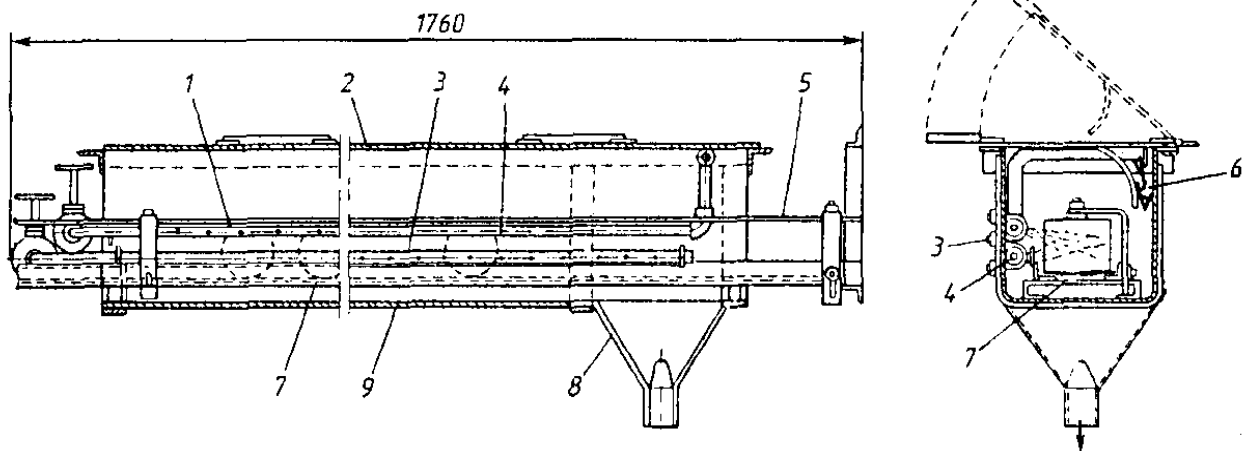


Рис. 22.46. Лінійний мийний пристрій: 1 – банка; 2 – кришка; 3,4 – колектори для подачі води і пари в банку; 5,7 – напрямні; 6 – труба для подачі пари на дно банки, 8 – збірник; 9 – корпус

Дно банки зовні очищається паром, що надходить через трубу 6. Корпус камери закрито відкидною кришкою 2. При митті банок різного розміру змінюється висота установки напрямної 5. Продуктивність машини до 120 банок в 1 хв. залежно від довжини напрямних і кута нахилу до горизонту.

Схема лінійної машини для миття та сушіння металевих банок приведена на рис. 22.2.17. Машина розділена на два вузли: миття 4 та сушіння 9. Вузол мийки розділений на дві секції двома автономними колекторами 6 і 7 та форсунками 5 і 8. У першій секції відбувається відмочування водою, яка відцентровим насосом 18 подається з бака 24. У цей бак стікає вода, що розпилюється форсунками 5, і додається свіжа.

Вода підігрівається гострою парою, що подається по паропроводу 22. У другій секції відбувається змив і ополіскування банок водою, що нагнітається до форсунок 8 відцентровим насосом 16 по трубі 15 з бака 20. Причому, вода з перших двох передніх форсунок змиває основне забруднення та потрапляє в піддон і далі в зливну трубу 21. Три наступні форсунки обполіскують банку, і в бак 20 потрапляє вода що стікає з них, де нагрівається гострою парою. У бак 20, крім того, надходить конденсат з калорифера 14 по трубі 17 та додається свіжа вода. Рівень води в баку забезпечує переливна труба 22.

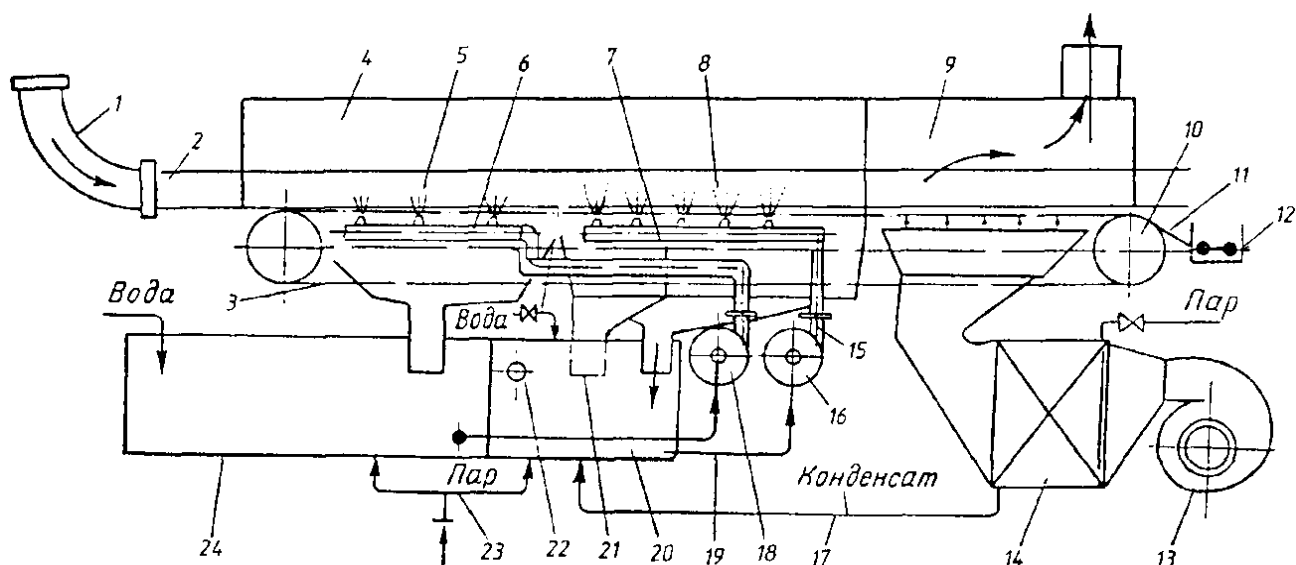


Рис. 22.47. Схема лінійної машини для миття та сушіння металевих банок: 1 – напрямна; 2 – лоток; 3 – ланцюговий конвеєр; 4,9 – вузли мийки та сушіння; 5,8 – форсунки; 6,7 – колектори; 10 – привідна станція конвеєрів; 11 – напрямні; 12 – похилий лоток; 13 – вентилятор; 14 – калорифер; 15 – нагнітальна труба; 16,18 – відцентрові насоси; 17 – труба для відведення конденсату; 19 – всмоктувальна труба; 20,24 – баки для води; 21 – зливна труба; 22 – переливна труба; 23 – паропровід

У вузлі сушіння банки обдуваються гарячим повітрям, що нагнітається вентилятором 13 і нагрівається в паровому калорифері 22.

Машина має чотири паралельних незалежних потоки, забезпечених кожен ланцюговим конвеєром 3. Банки по напрямній 1 надходять в лотки 2, через які конвеєрами 3 пересуваються в зону обробки до напрямних 11, які перевертають їх і перевантажують в похилий лоток 12.

Приводяться в рух конвеєр, відцентрові насоси і вентилятор від одного електродвигуна потужністю 2,8 кВт. Продуктивність подібної машини до 4500 банок за 1 год. при довжині 3,1 м.

Скляні банки є оборотною тарою, тому на підприємства вони можуть надходити безпосередньо зі склозаводів або після їх використання. Для мийки оборотних банок потрібні більш жорсткі режими, але не допустимі великі перепади температур між банкою і нагрівним середовищем. Різниця температур між ними повинна бути не більше 40°.

Машина СП-72 (рис. 22.48) призначена для миття скляних банок місткістю 0,5...1 л. Машина складається зі зварного корпусу 1, в якому встановлений дволанцюговий пульсуючий конвеєр 19. Він має привідну 7, натягну 13 і кілька оборотних зірочок, які визначають конфігурацію конвеєра. Між ланцюгами конвеєра закріплюють носії 20 з касетами, що мають по довжині 16 гнізд. Всього в машині 83 носії.

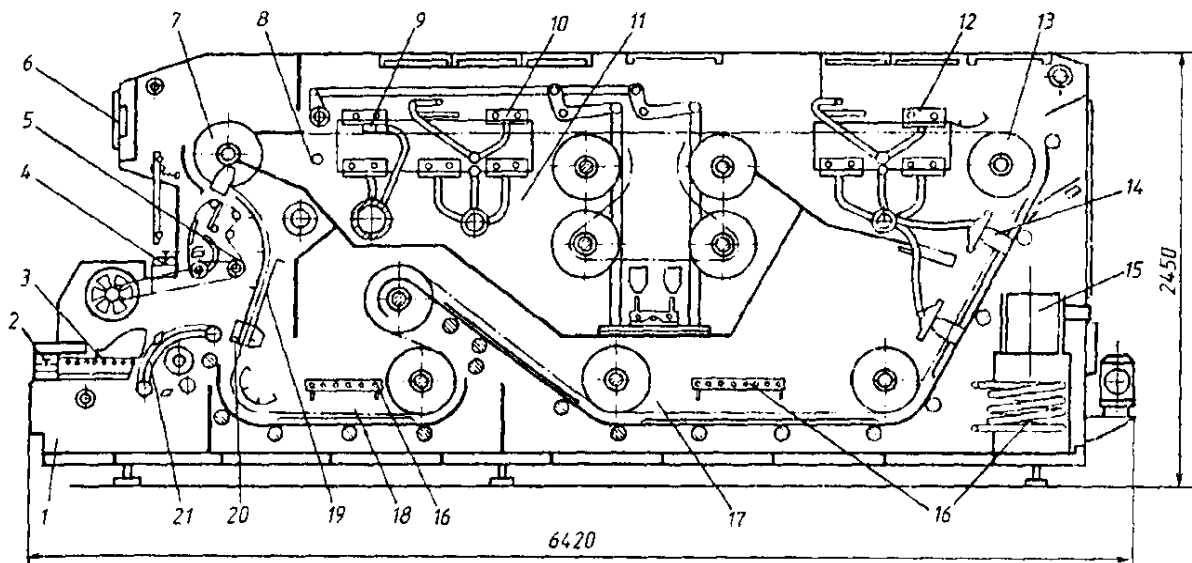


Рис. 22.48. Схема машини СП-72 для миття скляних банок:

- 1 – корпус, 2 – подавальний транспортер, 3 – накопичувач, 4 – відвідний транспортер;
 5 – механізм вивантаження; 6 – пульт управління; 7 – приводна зірочка; 8 – насадка для подачі пари; 9,10 – насадки для подачі чистої і зворотної води; 11 – ванна для води;
 12, 14 – насадки для подачі миючого розчину; 13 – натяжна зірочка; 15 – етикетковловлювач;
 16 – теплообмінник; 17 – ванна з миючим розчином; 18 – ванна для попереднього нагрівання;
 19 – дволанцюговий конвеєр; 20 – касети носія; 21 – механізм завантаження

Банки до машини подаються транспортером 2, і вони надходять на валковий накопичувач 3. Захопленням механізму завантаження 21 в період вистою конвеєра банки завантажуються в касети 20. Потім вони переміщуються конвеєром у ванну 18 з водою температурою 40...45°C, далі у ванну 17 з миючим розчином температурою 70...90°C, де вони відмочуються. На виході з ванни банки шприцюються з насадки 14 для зняття етикеток, потім повторно шприцюються з насадки 12 миючим розчином, з насадки 10 – водою температурою 70...90°C і з насадки 9 – чистою проточною водою температурою 60°C. Наприкінці верхньої гілки конвеєра банки обробляють гострою парою.

Чисті банки в період вистою конвеєра механізмом вивантаження 5 переносяться на відвідний транспортер 4. Вода після чистового і попереднього ополіскування надходить у ванну 11, звідки знову подається на попереднє ополіскування. Вода у ванні попереднього ополіскування і відмочування підігрівається теплообмінниками 16. Тривалість мийки банок 5...7 с, а перебування в машині 11 с. Потужність електродвигунів 21 кВт, продуктивність машини 6000 банок/год. Маса машини 13500 кг.

22.13. Обладнання для миття оборотної тари

До оборотної тари належать дерев'яні ящики та піддони, пластмасові піддони і ящики, алюмінієві піддони та тазики, перекидні ковші та транспортні візки.

Всі ящики і піддони обробляють на прохідних машинах з багатоступеневою санітарною обробкою, що включає замочування в теплій воді, мийку в гарячій воді, в миючому або мийно-дезінфікуючих розчинах, ополіскування в одній–двох теплих водах, сушіння. У деяких машинах використовують стерилізацію бактерицидними лампами.

Машини для мийки дерев'яних і полімерних ящиків з максимальними розмірами $0,73 \times 0,352 \times 0,2$ м побудовані за тунельним принципом. Тара переміщується через машину дволанцюговим конвеєром догори дном і проходить декілька стадій санітарної обробки, починаючи від замочування і закінчується стерилізацією та сушкою. Всі машини обладнані системами багаторазового використання води. Тривалість процесів санітарної обробки (в середньому): замочування 3,5...6,6 с., мийка розчином 60 с., ополіскування 25 с., стерилізація 10 с., сушіння 35...100 с. Продуктивність подібних машин в залежності від довжини конвеєра 300...500 шт./год.

Полімерні ящики розміром $0,6 \times 4,0 \times 0,35$ м широко використовують для внутрішніх заводських операцій з накопиченням, перевезенням і проміжним зберіганням, а також для відвантаження продукції споживачам. Санітарну обробку таких ящиків проводять на тунельних машинах, схема яких показана на рис. 22.49.

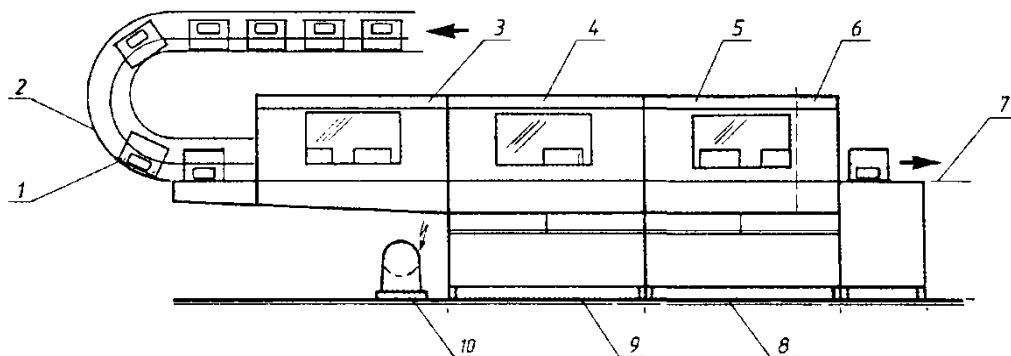


Рис. 22.49. Схема машини для миття пластмасових ящиків:

1 – ящик, 2 – подавальний транспортер; 3, 4, 5, 6 – зони відмочування, змиву, гарячої мийки, ополіскування; 7 – відвідний транспортер; 8, 9 – баки для води; 10 – насос

Машина має тунель, розділений на ряд зон, залежно від забрудненості тари. На схемі (рис. 22.49) показано найбільшу кількість зон: 3 – відмочування, 4 – змиву, 5 – гарячої мийки, 6 – ополіскування. Кожна зона обладнана баками 8, 9 для води, нагрівальними елементами (гостра пара або електронагрівники), насосами 10. Ящики 1 надходять в машину по транспортеру 2, проходять через тунель і виводяться транспортером 7.

У тунелі з певним інтервалом встановлені замкнуті трубчасті колектори, забезпечені високо напірними форсунками. Всього в машині встановлено 150 форсунок. Спостерігати за процесом мийки можна через шість вікон.

У першій секції (поз. 3 рис. 22.49) проводиться замочування тари водою з температурою 50...60°C, у другій (поз. 4) – основне миття водою з температурою 50°C. Відбувається змив забруднень, які стікають в піддон на сітчастий фільтр, а вода стікає в бак. У третій зоні (поз. 6) відбувається ополіскування тари водою з температурою 83°C. Вода повертається в бак 8 і використовується повторно.

Продуктивність цієї машини від 400 до 800 шт./год. залежно від забруднення тари. Для цього швидкість конвеєра може бути змінена в межах 0,03...0,13 м/с.

Машина працює в автоматичному режимі, управляється мікропроцесором, установленим на пульті. Є можливість ручного управління. Розміри машини 5,4×1,55×1,65 м.

22.14. Інженерні розрахунки

Визначення технічної продуктивності фасувальних машин для рідких, пастоподібних та сипких продуктів і штучних виробів виконується за розрахунком зовнішньоциклових затрат часу на допоміжні операції і випуск дефектної продукції.

Технічну продуктивність фасувальної машини Π (пакетів/год) розраховують за наступною формулою:

$$\Pi = 3600z / [K_D \cdot (K_H \tau_H + \tau_\Pi)], \quad (22.1)$$

де z – кількість дозувальних пристроїв; K_D – коефіцієнт, враховуючий відношення загальної кількості дозаторів до кількості дозаторів, на яких відбувається наповнення пакетів, $K_D = 1,60...1,65$; K_H – коефіцієнт, враховуючий умови наповнення пакетів, $K_H = 1,40...1,45$; τ_H – тривалість наповнення пакетів, с; τ_Π – тривалість руйнування піни, $\tau_\Pi = 2,0...2,5$ с.

Тривалість наповнення пакету часто прирівнюють до продовження вивантаження мірного стакана τ_c (с) (при наявності останніх в машинах для фасування по об'єму). Ця величина визначається по відомим із гідравліки залежностям, які характеризують процес витікання рідини із посудини. При фасуванні по об'єму цей рівень в посудині, звичайно, перемінний:

$$\tau_c = \frac{2E}{\mu f} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (22.2)$$

де E – кількість рідини в мірному стакані, м³; μ – коефіцієнт витрат, що характеризує опір зливного тракту $\mu = 0,48...0,98$; f – площа перерізу вихідного дозатора, м²; ΔP – тиск стовпа рідини в мірному стакані, Па; ρ – густина рідини, кг/м³. При постійному тиску ΔP тривалість витікання такої ж кількості рідини E зменшується в 2 рази.

Тривалість наповнення пакету чи пляшки при фасуванні під вакуумом визначається таким же чином. При цьому під перепадом тиску, чи напором, розуміють різницю між тиском в пакеті та протидіючим гідростатичним напором

(якщо рівень рідини в витратному резервуарі нижче рівня в фасувальному пристрої) або їх суму (якщо рівень рідини в резервуарі вищий, ніж в пристрої).

Технічна продуктивність Π (кг/год) багатопозиційних машин та машин з пакетоутворювачами для фасування сипких продуктів та штучних виробів розраховується за наступною формулою:

$$\Pi = 60m \cdot n \cdot K_{\Pi} \cdot K_y \cdot K_{\kappa} \cdot K_o, \quad (22.3)$$

де m – маса кількості продукту чи штучного виробу, кг; n – максимальна кількість робочих циклів за хвилину по паспорту машини; K_{Π} – коефіцієнт корисної дії дозуючого пристрою, $K_{\Pi} = 0,95 \dots 1,0$; K_y – коефіцієнт, враховуючий втрати часу на заправку пакувальних матеріалів, $K_y = 0,92 \dots 0,96$; K_{κ} – коефіцієнт, враховуючий сипучість та інші структурно-механічні властивості фасувального продукту $K_{\kappa} = 0,90 \dots 1,0$; K_o – коефіцієнт, враховуючий випуск дефектної продукції $K_o = 0,90 \dots 0,98$.

Розрахунок нагрівального елемента для термозварювальних пристроїв

Потужність нагрівального елемента повинна забезпечити швидкий нагрів термозварювального пристрою (ножа, ролика чи губки) при пуску машини, по-друге, бути достатньою для підтримування тієї температури яку потребує при роботі машина.

Розрахунок потужності нагрівального елемента N_n (кВт) при виході машини на робочий режим можна виконати за наступною формулою:

$$N_n = Q/\tau, \quad (22.4)$$

де Q – кількість потрібної теплоти, кДж; τ – максимально допустима тривалість пуску машини (звичайно $\tau = 15$ хв).

Потрібна теплота Q (кДж), що затрачається на підвищення температури термозварювального пристрою і частково втрачається за рахунок променевого та конвективного теплообміну із навколишнім середовищем:

$$Q = 1,2M \cdot c \cdot (t_{\kappa} - t_0), \quad (22.5)$$

де 1,2 – коефіцієнт теплових втрат при розігріванні; M – маса термозварювального пристрою ($M = 1,0 \dots 2,0$ кг); c – питома теплоємність сталі, $c = 0,5$ кДж/(кг·К); t_0, t_{κ} – відповідно початкова та кінцева температури пристрою, $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$, $t_{\kappa} = 200^{\circ}\text{C}$.

Потужність N_p (кВт) нагрівального пристрою при роботі машини розраховується за формулою:

$$N_p = \frac{1,4\Pi_{\max} \cdot M_M \cdot c_M \cdot (t_{\kappa} - t_n)}{3600 m}, \quad (22.6)$$

де 1,4 – коефіцієнт теплових втрат при роботі машини; $\Pi_{\max}$ – максимальна продуктивність машини, кг/год; m – маса продукту в упаковці, кг; M_M – маса пакувального матеріалу, який розташований в зоні зварювання, $M_M = 0,002$ кг; c_M – питома теплоємність пакувального матеріалу, $c_M = 1,6$ кДж/(кг·К); t_n, t_{κ} –

відповідно початкова температура пакувального матеріалу і температура, яка потрібна для отримання зварного шва, $t_{\text{п}} = 20^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{к}} = 170^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок етикетувальних машин

Швидкість переміщення тари у машині дорівнює половині лінійної швидкості руху транспортувальних клинових пасів. З урахуванням цього продуктивність етикетувальної машини лінійного типу з тарою, що переміщуються горизонтально (од/год), визначають за формулою:

$$M_{e.m} = \frac{3600v_n}{2a}, \quad (22.7)$$

де $v_{\text{п}}$ – швидкість пасів, м/с; a – відстань між банками, м.

Продуктивність етикетувального апарата (од/год):

$$M_{e.a} = 60nz\phi, \quad (22.8)$$

де n – частота обертання вакуумного барабана, хв^{-1} ; z – кількість гнізд на транспортувальній зірочці; ϕ – коефіцієнт використання теоретичної продуктивності апарата, $\phi = 0,92 \dots 0,95$.

Розрахунок загорткового автомата

Продуктивність загорткового автомата визначається за кількістю загорнених виробів за одиницю часу. Теоретична продуктивність (шт./с)

$$M_T = \frac{1}{T_p} - \frac{\omega}{2\pi}, \quad (22.7)$$

де T_p – час робочого циклу, с; ω – кутова швидкість кулачкового вала, рад/с.

Фактична продуктивність (кг/с) загорткового автомата:

$$M = nC_1C_2k, \quad (22.10)$$

де n – кількість загорток, вироблених автоматом за секунду (за технологічною характеристикою); C_1 – коефіцієнт, що враховує поворотні відходи при загортанні, $C_1 = 0,94$; C_2 – коефіцієнт використання продуктивності автомата, $C_2 = 0,9$; k – кількість виробів, що загортаються, на 1 кг.

Змінна продуктивність автомата:

$$M_{\text{зм}} = M \cdot (\tau_{\text{зм}} - \tau_0), \quad (22.11)$$

де $\tau_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год; τ_0 – тривалість нормованих зупинок і перерв у роботі автоматів протягом зміни, $\tau_0 = 0,5$ год.

Потрібна кількість загорткових автоматів для установки в лінії:

$$z = M_{\text{зм.лінії}} / M_{\text{зм}}, \quad (22.12)$$

де $M_{\text{зм.лінії}}$ – змінна продуктивність лінії, кг/с.

Розрахунок закаточних машин

Продуктивність напівавтоматичних закаточних машин (банок за секунду) може бути визначена за формулою для технологічних машин періодичної дії:

$$P_{\text{зм}} = (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3)^{-1}, \quad (22.13)$$

де τ_1 – тривалість подачі банки в машину, с; τ_2 – тривалість привальцювання кришки до корпусу банки, с; τ_3 – тривалість видалення банки з машини, с.

Продуктивність автоматичних закаточних машин (банок за секунду):

$$P_{3M} = mn = m\omega/2\pi, \quad (22.14)$$

де m – кількість закатувальних чи закупорювальних пристроїв; n – частота обертання каруселі, с^{-1} ; ω – кутова швидкість каруселі, рад/с .

Потужність (кВт), необхідна для виконання робочих операцій закаточної машини, можна визначити за емпіричною формулою:

$$N = 44,16 \cdot 10^6 P_{3M} D \delta^2, \quad (22.15)$$

де P_{3M} – продуктивність машини, банок за секунду; D – номінальний діаметр банки, м; δ – товщина жерсті, м.

22.15. Запитання і завдання для самоперевірки

1. Які матеріали застосовують для пакування м'ясних продуктів? Які способи упаковки використовують в промисловості?
2. Опишіть схему автомата для упаковки продуктів на підкладці в термоусадочну плівку.
3. Як працюють камерні вакуум–пакувальні машини?
4. Які є види камерних машин?
5. Як працюють двокамерні і багатокамерні машини?
6. З яких вузлів складаються машини з упаковкою в термоформовані ємності?
7. Які методи застосовують для формування пакетів і для їх запечатування?
8. Які позиції має автомат для упаковки м'ясного фаршу?
9. Технологічна схема роботи воротникового фасувального пристрою періодичної дії з протяжними затискачами та поперечним зварюванням.
10. Технологічна схема роботи воротникового фасувального пристрою безперервної дії з протяжними затискачами та поперечним зварюванням.
11. Будова та принцип дії лінійної етикетувальної машина К9-4.
12. Будова та принцип дії карусельної етикетувальної машини.
13. Послідовність розрахунку фасувальної машини.
14. Від яких параметрів залежить продуктивність етикетувальної машини лінійного типу?
15. Будова та принцип дії паровакуумного закупорювального автомата АЗМ-3П.
16. Послідовність розрахунку карусельного фасувального автомата.
17. Від яких параметрів залежить продуктивність напівавтоматичних закаточних машин?
18. Від яких параметрів залежить продуктивність автоматичних закаточних машин?

**Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ
ПІДПРИЄМСТВ**

**Розділ 23. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ЗАБОЮ І ПЕРВИННОЇ
ПЕРЕРОБКИ ТВАРИН**

23.1. Технологічні комплекси забою і оброблення туш великої рогатої худоби

Основи процесів забою і оброблення туш великої рогатої худоби

Процеси забою і оброблення туш великої рогатої худоби здійснюють у такій послідовності: знерухомлення (оглушення); забій і знекровлення, збирання крові на харчові та технічні цілі; відділення голови та кінцівок; забілування туші з наступним зніманням шкіри; вилучення внутрішніх органів; розпилювання туш на напівтуші; сухе та мокре зачищення туш; оцінка якості м'яса та визначення маси. Увесь процес забою і оброблення туш великої рогатої худоби можна представити у вигляді схеми (рис. 23.1).

Знерухомлення здійснюють з метою досягти нерухомості тварини, втрати її чуттєвості до болю, створення безпечних умов для працівників, що виконують технологічні операції. Знерухомлення запобігає травмуванню тварин і дає можливість отримати м'ясо високої якості. Процес знерухомлення можна проводити шляхом ураження головного мозку ударом (з використанням молотка, пневматичного або порохового пістолета), нервової системи електричним струмом, анестезуючої дії на тварин вуглекислим газом або іншими хімічними речовинами.

Під час знерухомлення будь-яким способом серце тварини продовжує працювати, інакше знекровлення не буде повним, вихід крові зменшиться, і м'ясо буде швидко втрачати свою якість. Найбільш широко використовують знерухомлення електричним струмом напругою 70...180 В і тривалістю впливу 6...30 с. Паралізуюча дія струму триває 3...5 хв.

Забій і знекровлення ВРХ здійснюють, як правило, у вертикальному положенні з допомогою пустотілих ножів. Кров збирають і використовують на харчові, медичні і технічні цілі. Максимальне знекровлення дозволяє отримати м'ясо високої якості, в іншому випадку залишки крові в тканинах призводять до його швидкого псування.

У знекровлених туш ВРХ під час наступної обробки відділяють вуха та голову, після чого звільнюють кінцівки від путового ланцюга і вставляють у кожну задню ногу гаки, які рухаються підвісним шляхом. Такі заходи дають можливість легко обробляти тушу з усіх боків.

Знімання шкіри з туш великої рогатої худоби проводять у два етапи: відділення частини шкіри з найбільш важкодоступних місць вручну (забілування) та кінцеве знімання шкіри механічним способом. Необхідність забілування і складність здійснення повної механізації процесу знімання шкіри пояснюється тим, що тварини неоднакові за розмірами та вгодованістю.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

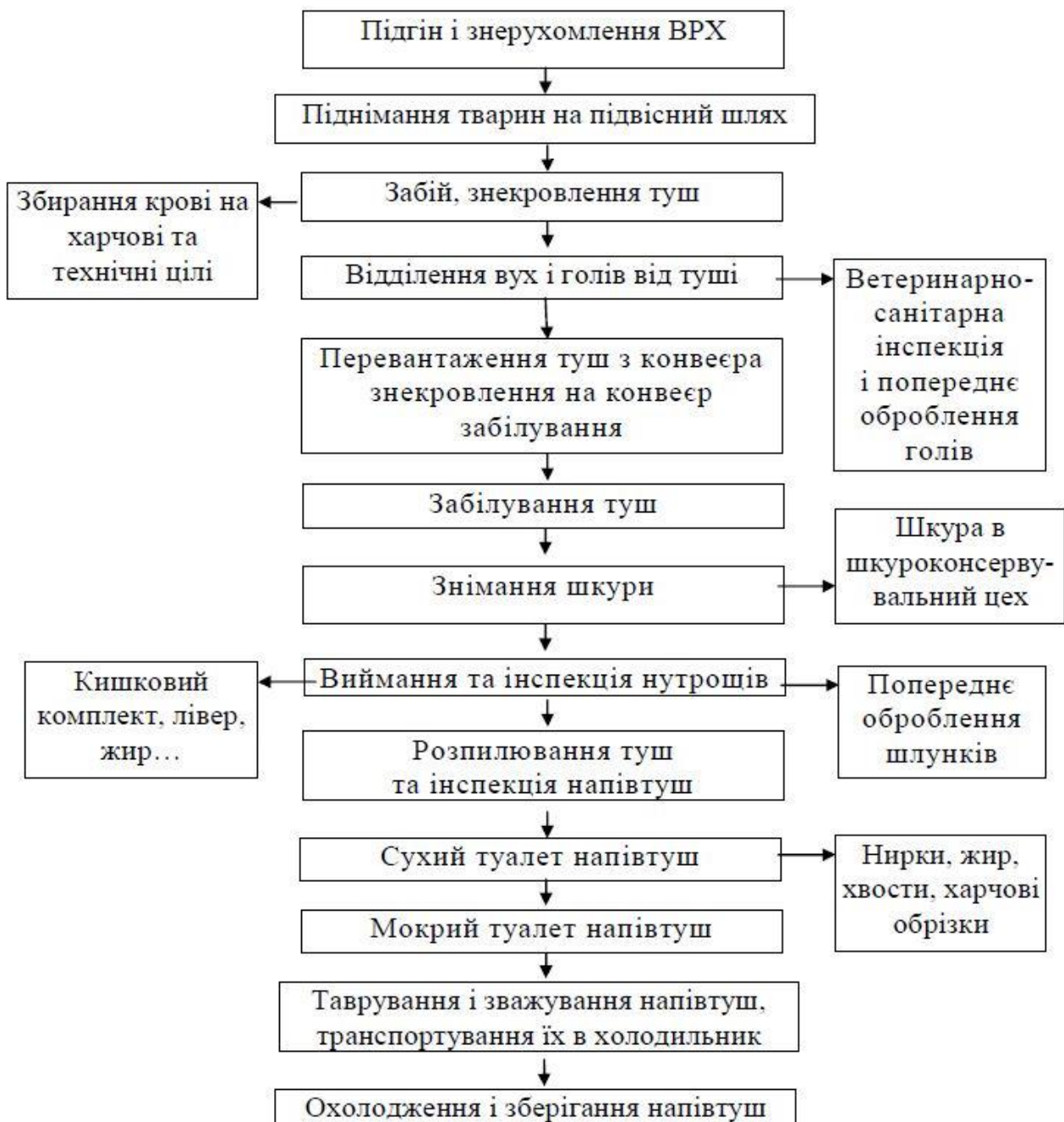


Рис. 23.1. Схема процесу забою і первинної обробки туш ВРХ

Також відрізняються міцністю шкіри та підшкірного шару, який треба розірвати, щоб відділити шкіру від м'ясної частини туші. Тому під час забілування знімають вручну шкіру з кінцівок, шиї, черевної та грудної частин. Конструкція обладнання для промислового знімання шкіри заснована на принципі відділення шкір способом розриву підшкірного шару в результаті натягування і відривання шкіри.

Знята шкіра надходить у шкуроконсервувальний цех, а м'ясна туша конвеєрним підвісним шляхом надходить на подальшу переробку – видалення нутрошів (нутрування). На цьому етапі відбувається розрізання черевної порожнини туші і видалення легень, печінки, стравоходу, трахеї, селезінки,

серця, шлунково-кишкового тракту. Потім кишковий комплект та субпродукти потрапляють до транспортної лінії конвеєра нутрування, де відбувається зняття жиру з нутрощів – знежирювання, видалення вмісту з шлунку та його промивання, сортування кишкової сировини та субпродуктів перед подаванням їх спусками-трубопроводами або підвісними шляхами у відповідні цехи на подальшу переробку. Враховуючи, що у туші, яка ще зберігає тепло, можуть дуже активно розвиватися мікробіологічні та ферментні процеси, а це призводить до псування м'яса і зниження його якості, період від забою тварин до видалення нутрощів не повинен перевищувати 30 хв.

Після нутрування м'ясна туша розпилюється на дві напівтуші, що зручно для транспортування, зберігання та подальшої переробки. Розпилювання туш проводять вздовж хребта, щоб не пошкодити спинний мозок, який після видалення передають у цех медичних препаратів. Напівтуші направляють на сухий туалет, в процесі якого, їх оглядають, видаляють нирки, хвости, залишки діафрагми, прирізи м'яса та жиру – напівтуші набувають товарного вигляду. Для видалення всіх можливих забруднень напівтуші далі направляють на мокрий туалет – їх миють водою вручну, або у щіткових миючих машинах. Після закінчення обробки напівтуші таврують і зважують. На кожну напівтушу накладають два тавра: ветеринарне, що характеризує якість, і товарне – категорію вгодованості.

Машинно-апаратурна схема лінія забою ВРХ і оброблення туш

В сучасній технології і схемі організації виробництва на підприємствах м'ясопереробної промисловості для передачі продукції як в процесі її обробки, так і для міжцехового транспортування вантажів використовують підвісні шляхи (ПШ). У цехах забою худоби ПШ слугують також засобами організації технологічних потокових ліній. Перевагами ПШ є простота конструкції, можливість обробки продукції з усіх боків без додаткових перевалочних операцій, можливість легко переводити вантажі на різні відгалуження ПШ з подальшим їх уведенням у технологічний потік, звільнення підлоги від механізмів і візків, полегшення умов і підвищення продуктивності праці.

Конвеєрна лінія забою ВРХ і оброблення туш з розміщенням основного технологічного обладнання умовно можна розділити на 12 ділянок (рис. 23.2).

Ділянка I – підгін, знерухомлення і піднімання худоби на підвісний шлях знекровлення. Підгін худоби з приміщення передзабійного утримання в бокс 1 здійснюється за допомогою електричного підганяючого пристрою. Потім працівник з майданчика 2 проводить знерухомлення тварин стеком апарату знерухомлення 3. Знерухомлена тварина вивантажується з боксу на підлогу, покриту гумовим килимом 4. Задні ноги тварини кріпляться путівим ланцюгом 5 із роликовим візком, який захоплюють гаком підйомної лебідки. Піднімання худоби і встановлення на шлях знекровлення проводиться електричною лебідкою 6 з маятниковим посадковим автоматом або фрикційною лебідкою з вертикальним посадковим автоматом.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

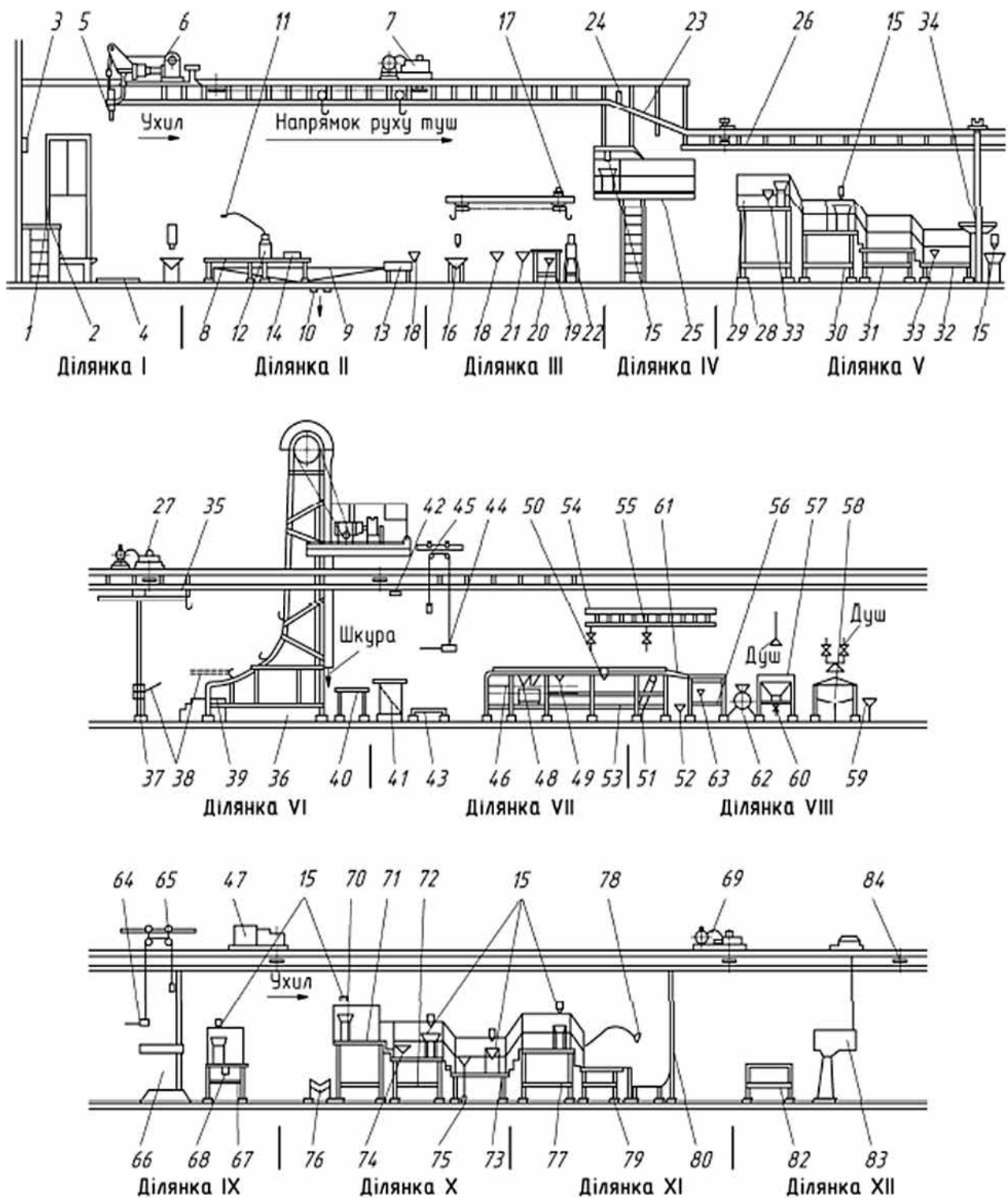


Рис. 23.2. Машинно-апаратурна схема лінії забою і первинної обробки туш ВРХ

Ділянка II – знекровлення і збирання крові для харчових і лікувальних цілей здійснюється під час переміщення туші конвеєром 7. Операція знекровлення проводиться працівником, що стоїть на майданчику 8. Майданчик розташований над залізобетонним піддоном 9, обладнаним подвійним трапом 10, для спускання

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

технічної крові і води. Збирання крові для харчових і лікувальних цілей здійснюється пустотілим ножем з гумовим шлангом, яким кров стікає в стерильний бідон 12. Залишки крові стікають лотком 13 у піддон 9 і в подальшому використовуються на технічні цілі. Для стерилізації бідонів служить пропарювач 14, а для ножів – комбінований умивальник 15. Після знекровлення від голови тварини відрізають вуха і скидають їх у спуск 16. Відокремлену від туші голову навішують на гаки конвеєра інспекції голів.

Ділянка III – ветеринарно-санітарна інспекція і попереднє оброблення голів. На конвеєрі 17, обладнаному ланцюгом з гаками, проводиться підготовка голів та ветеринарно-санітарний огляд. Відокремлений від голови язик скидають у спуск 18. Придатні для харчових цілей голови знімають з гаків конвеєра, подають до пилки 19 для відділення рогів, які скидають у спуск 20, а голови спуском 21 направляють на обробку в цех субпродуктів. На цій ділянці встановлюють заточувальний пристрій 22.

Ділянка IV – перевантаження туш з конвеєра знекровлення на конвеєр забілування. На більшості м'ясокомбінатів операція перевантаження туш з путового ланцюга на два ролики здійснюється на похилій ділянці підвісного шляху 23 із застосуванням стопора 24, що запобігає довільному скочуванню туш. Цю операцію можна також робити з використанням електричної лебідки. Переміщення туш з путового ланцюга на два ролика для включення в конвеєр забілування проводять з майданчика 25. Звільнений путовий ланцюг направляють похилим шляхом до боксу для повторного використання. Перед конвеєром забілування на підвісному шляху встановлюють автоматичний розтягувальний пристрій 26 для задніх кінцівок туші.

Ділянка V – забілування туш. Туша, підвішена на роликах, переміщується конвеєром 27 до працівників, які стоять на майданчиках 28, 30, 31, 32 різної висоти, з яких проводяться операції забілування і підготовки до знімання шкіри. Відокремлений путовий суглоб, сухожилля і цівкові кістки скидають у спуски 29, 33. Для забілування жирних туш з боку спини встановлюють майданчик 34 з рухомою платформою.

Ділянка VI – знімання шкіри. Після забілування туша надходить бесконвеєрним підвісним шляхом 35 до агрегату для знімання шкур. Залежно від потужності лінії знімання шкур здійснюється на агрегаті періодичної дії або на агрегаті безперервної дії. Агрегат 36 періодичної дії типу має поворотний фіксатор 37 для туш, комплект гаків 35 для фіксації передніх кінцівок і ланцюгів для фіксації шкіри. Підсікання шкіри проводиться з площадок 39. Під час зніманні шкіри на агрегаті безперервної дії туша фіксується за передні ноги і кінці шкіри до ланцюгового конвеєра. Знімання шкіри відбувається за рахунок різниці швидкостей конвеєрів. Підсікання шкіри проводиться працівниками, що знаходяться на майданчиках 39 з обох боків агрегату. До агрегату безперервної дії туші подаються конвеєром забілування. Зняті шкіри піддають інспекції та обрядуванню на столі 40 і потім спуском 41 направляють для подальшої обробки в шкуроконсервувальний цех.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Ділянка VII – виймання та інспекція нутрощів. Після зняття шкіри здійснюють розтягування задніх ніг за допомогою автоматичного пристрою 42. З майданчика 43 розпилюють грудну кістку електропилкою 44, підвішеною на каретці 45. З майданчика 46 розрубують лонне зрошення. Уздовж конвеєрного столу виймання та інспекції нутрощів туші транспортуються підвісним конвеєром 47 з пальцем знизу. У конвеєрного столу є спуски: для ембріонів – 48, жиру – 49, кишкового комплексу – 50, ліверу – 51, конфіскованих внутрішніх органів – 52. Для працівників і санітарних лікарів встановлена площадка 53.

Ділянка VIII – попереднє оброблення шлунків. Рубець піднімають над столом за допомогою спеціального захвату 54, пересуваючи кільцевим підвісним шляхом 55, і біля столу 56 знежирюють, а потім на столі 57 з душовим пристроєм звільняють від вмісту. Промивання рубця виконується на обертовому столі 58 з душем. Після промивання спуску 59 рубець направляється на подальшу обробку.

Неперетравлені залишки їжі (канига) надходять у спуск 60. Інші частини шлунку (сітка, книжка, сичуг) відкидним лотком 61 надходять на окремий стіл для знежирення, звільняються від вмісту і промиваються.

Жир із шлунків подають у передувочний бак 62. Сичуг спуском 63 направляють в цех субпродуктів для подальшої обробки. Книжку передають на технічні цілі.

Ділянка IX – розпилювання та інспекція напівтуш. Звільнені від нутрощів туші подають конвеєром на розпилювання вздовж спинного хребта електропилкою 64, яка підвішена на каретці 65, або на пружинному блоці. З рухомого майданчика 66 працівник здійснює розпилювання туш. Майданчик 67 служить для ветеринарно-санітарного огляду туш. Конфісковані частини туші скидають в спуск 68 для подальшої переробки. Після розпилювання і інспекції напівтуші на похилій ділянці шляху включають в конвеєр 69 туалету.

Ділянка X – сухий туалет напівтуш. Цей процес здійснюється з майданчиків 70, 72, 73 різної висоти. У майданчиків є спуски: для нирок та ниркового жиру – 71, для хвостів – 74, харчових обрізків – 75. Для збору обрізків під підвісним шляхом туалету є жолоб 76.

Ділянка XI – мокрий туалет напівтуш. З майданчиків 77, 79 напівтуші промивають фонтануючими щітками 78. У майданчиків встановлюється щит 80 від розбризкування води. У залежності від продуктивності лінії мокрий туалет може здійснюватися також за допомогою мийної машини 81.

Ділянка XII – таврування, зважування напівтуш і транспортування їх у холодильник. З майданчика 82 здійснюють таврування напівтуш, а потім зважування на підвісних вагах 83. Напівтуші до вагів передають підвісним шляхом вручну. Зважені напівтуші включають в підвісний конвеєр 84 з пальцем знизу для транспортування в холодильник.

23.2. Технологічні комплекси забою і оброблення туш свиней

Основи процесів забою і оброблення туш свиней

Забій свиней та отримання з них м'яса проводять трьома способами. Напівтуші свиней жирної вгодованості використовують на потреби ковбасного виробництва, м'ясо свиней напівжирної вгодованості та беконну свинину – для виробництва солоних виробів, а нежирне м'ясо поступає у роздрібну торгівлю, або обробляється комбіновано (кращі частини для виробництва солоних виробів і напівфабрикатів, решту – для виробництва ковбас). Тому свиней перед забоєм сортують за вгодованістю, а наступну переробку проводять за одною з таких схем: зі зніманням шкіри з туші, без знімання шкіри, зі зніманням крупону.

Первинні операції забою та знекровлення свиней за технологією подібні до обробки ВРХ. Потім у тварин стрижуть, або висмикують хребтову та вушну щетину, яка є цінною сировиною для виготовлення щіток та пензлів, після чого обробка свиней може здійснюватися за трьома різними схемами. З найбільш вгодованих свиней після забілування механічним способом знімають шкіру.

Процес забою і оброблення туш свиней із зніманням шкіри наведено у вигляді схеми на рис. 23.3.

Зі свиней напівжирної та беконної вгодованості шкіру, як правило, не знімають, їх обробляють в шкірі. Поверхню туш свиней ошпарюють гарячою водою або пароповітряною сумішшю за температури 62–65°C, в результаті чого сили утримування щетини зменшуються, і вона легко видаляється на скребмашинах. Для видалення залишків волосся та щетини з поверхні туш, їх обпалюють відкритим полум'ям з допомогою газових пальників, паяльних ламп, у спеціальних печах або на комбінованих машинах. Потім туші очищують на полірувальних машинах, у важкодоступних місцях вручну зчищають спалений шар епідермісу і ретельно промивають поверхню туш водою.

Свиней нежирної вгодованості обробляють методом крупонування (з туш знімають тільки спинну і частково бокову найбільш цінну частину шкіри, яка називається купоном). Переробка свиней методом крупонування включає в себе і ошпарювання і знімання крупону (спочатку ошпарюють водою нижню частину туші, видаляють щетину, потім вирізають крупон, проводять його забілування і знімання).

Після виконання розглянутих вище технологічних операцій за різними схемами (знімання шкіри, видалення щетини, знімання крупону) туші надходять на ділянку видалення нутроців. Потім тушу розпилюють на напівтуші, від туші відділяють голову, кінцівки, хвіст, видаляють внутрішній жир, проводять зачищення і миття (сухий та мокрий туалет).

Пройшовши чергову точку ветеринарного контролю, туша підвісним шляхом після зважування надходить в холодильник на охолодження і зберігання.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

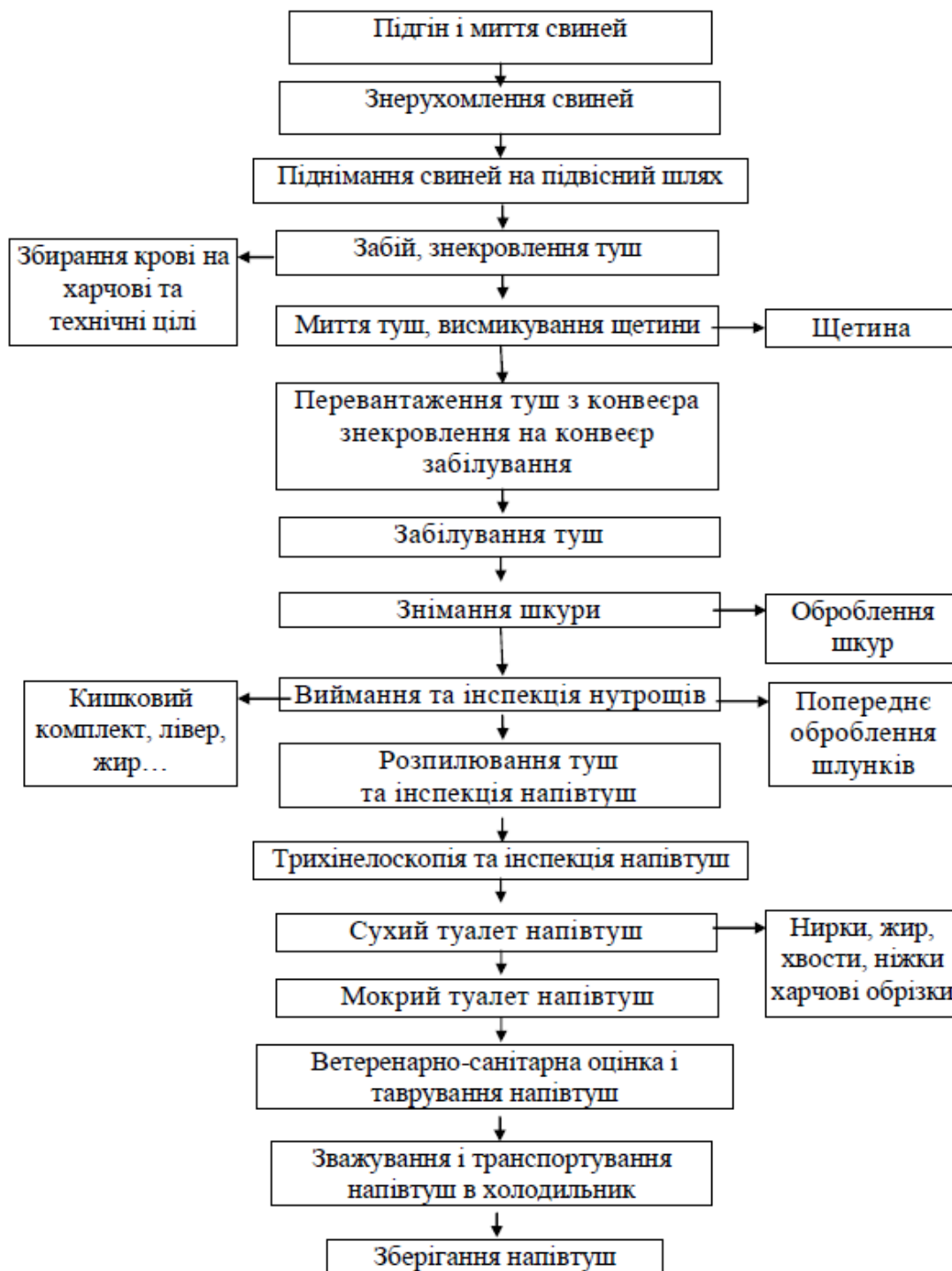


Рис. 23.3. Схема процесу забою і первинної оброблення туш свиней зі зніманням шкури

Машинно-апаратні схеми ліній забою і первинної переробки свиней

Конвеєрну лінію забою свиней і оброблення туш із зніманням шкур (рис. 23.4) з розміщенням основного технологічного обладнання умовно можна розділити на 14 ділянок.

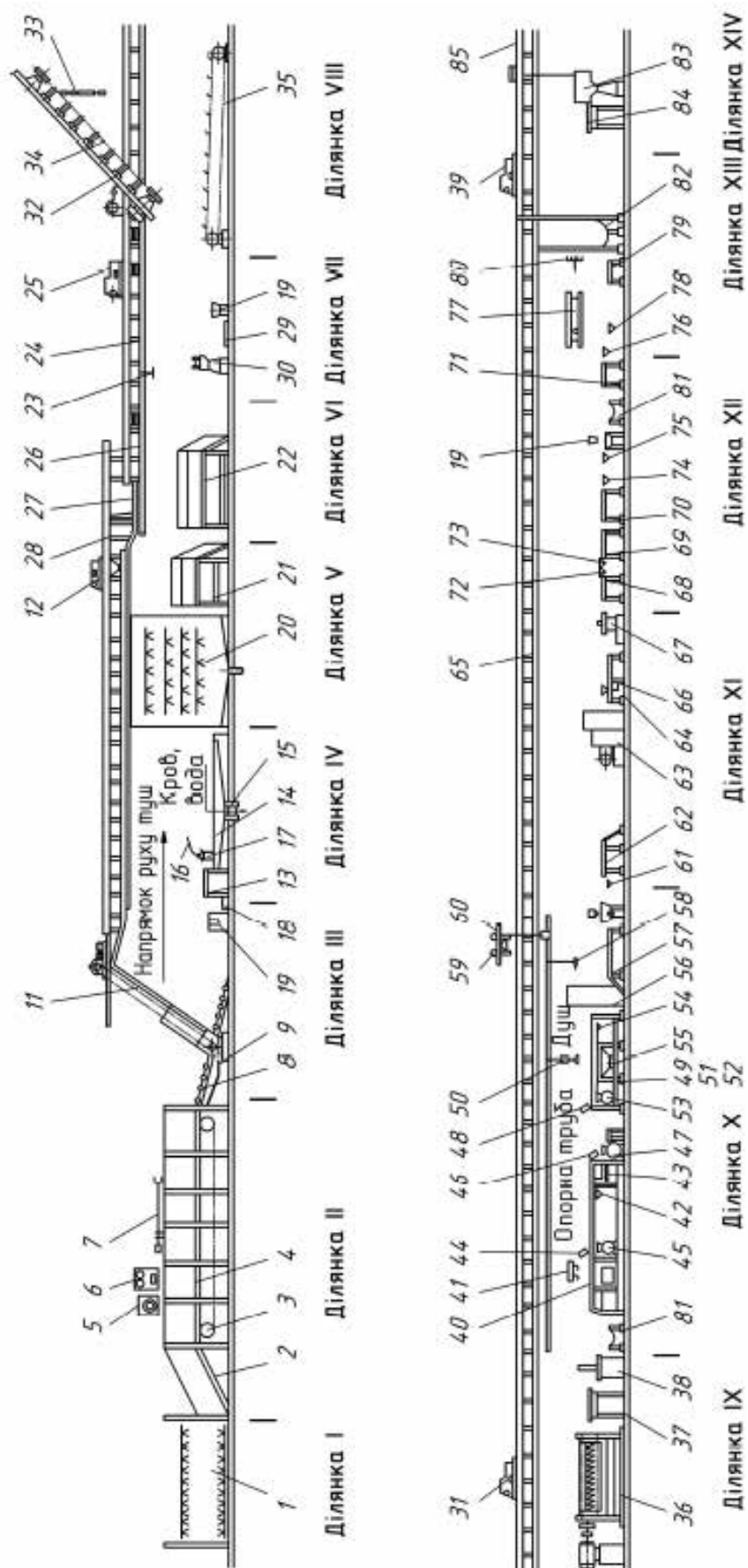


Рис. 23.4. Машинно-апаратурна схема лінії забою і первинного оброблення туш свиней зі зніманням шкур

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Операції миття свиней під душем, електрознерухомлення, піднімання на шлях знекровлення, збирання харчової крові (ділянки I–V), а також операції вилучення внутрішніх органів, туалет туш, таврування і зважування (ділянки X–XIV) однакові для всіх способів переробки свиней. Операції на ділянках VI–IX змінюються залежно від прийнятого способу переробки (з зніманням шкури, з зніманням крупону, без знімання шкури).

Ділянка I – миття свиней. З приміщення для передзабійного утримання свині підганяються за допомогою електричного підганяючого пристрою до душевого пристрою 1 для миття перед електрознерухомленням.

Ділянка II – електрознерухомлення свиней. Похилом згоном 2 свині підганяються до фіксуєчого або пластинчастого конвеєра 3, що подає тварин до працівника, який стоїть на майданчику 4. Працівник проводить електрознерухомлення за допомогою спеціального пристрою, що складається з частотного перетворювача 5 для отримання електроструму підвищеної частоти, пульта управління 6, на якому розміщені прилади контролю і управління, двополюсних вилок 7.

Ділянка III – піднімання на шлях знекровлення. Знерухомлена тварина зісковзує з фіксуєчого або пластинчастого конвеєра на рольганг 8 або похилий лоток-склиз 9 і надходить до місця накладання путового ланцюга 10 на задню ногу. Ланцюг надівається на ногу петлею, а гак накидається на рейку елеватора 11, який за допомогою пальця пластинчастого ланцюга підіймає тварину на шлях знекровлення.

Ділянка IV – забій, знекровлення та збирання крові для харчових і лікувальних цілей. Знекровлення виконується під час руху туші на конвеєрі 12 із трубчастим підвісним шляхом. Операція забою і знекровлення здійснюється працівником, що стоїть на майданчику 13, який розташований над залізобетонним піддоном 14, обладнаним подвійним трапом 15 для спускання технічної крові і води. Збирання крові для харчових і лікувальних цілей проводиться пустотілим ножем 16 з гумовим шлангом, яким кров стікає в стерильний бідон 17. Залишки крові, які використовуються для технічних цілей, стікають в піддон 14. Для стерилізації бідонів служить пропарювач 18, а для ножів – комбінований умивальник 19.

Ділянка V – миття свиней, висмикування щетини. Після знекровлення туші промивають під душем 20 теплою водою для видалення крові і забруднень. Ця операція може виконуватися також мийною машинною з щітками. У разі оброблення свиней з зняттям крупону або без знімання шкури встановлюється майданчик 21 для видалення хребтової і бічної щетини.

Ділянка VI – перевішування туш з конвеєра знекровлення на конвеєр забілування. З майданчика 22 виконують операції оголення ахіллових сухожилів задніх ніг і встановлення гаків розноги 23, підвішеної на одинарному ролику 24. Після перевішування туші на розногу, путовий ланцюг 10 знімають і повертають до елеватора 11 для повторного використання, а тушу включають в конвеєр забілування 25 з пальцем знизу. Перед конвеєром забілування є бесконвеєрна

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

ділянка шляху 26. Різниця у відмітках трубчастого і смугового шляху (3900...3300 мм) на ділянці перевантажування компенсується за рахунок похилої ділянки шляху 27. Перед ухилом шляху встановлюють стопор 28, що запобігає мимовільному сковзанню туші.

Ділянка VII – забілування туші. Операція забілування туші виконується працівником з майданчика 29. У цій зоні встановлюють заточувальний пристрій 30, а для миття і стерилізації інструментів – комбінований умивальник 19.

Ділянка VIII – знімання шкур. Залежно від потужності м'ясокомбінату знімання шкур може виконуватися на обладнанні різних типів. На м'ясокомбінатах малої потужності застосовуються машини періодичної дії – електролебідки вантажопідйомністю 1000 кг. На середніх і великих м'ясокомбінатах застосовується обладнання безперервної дії.

Туші конвеєром 31 подаються до установки знімання шкур, що складається з похилого конвеєра 32 із захватами 33, які закріплені на ланцюгу 34 і підлогового конвеєра 35 фіксації туші.

Ділянка IX – мездріння шкур. Зняті шкури очищають від жиру на колоді вручну, а потім на машині 36. Залишки жиру передають в жировий цех, а шкуру на столі 37 піддають інспекції, а потім спуском 38 направляють на обробку в шкуроконсервувальний цех.

Ділянка X – виймання та інспекція нутрощів, попередня обробка шлунків. Транспортування туш в цій зоні проводиться підвісним конвеєром 39. Конвеєр має опорну трубу, яка запобігає повертанню туші під час обробки. Витягнутий з туші шлунково-кишковий тракт укладають в деко конвеєрного столу інспекції нутрощів 40, а лівер навішують на гаки конвеєра інспекції 41. Розбирання та інспекція внутрішніх органів проводиться з майданчиків, що розміщуються з обох боків конвеєрного столу. Після інспекції комплект кишок направляють в спуск 42; лівер – в спуск 43; жир лотком 44 – в передувочний бак 45. Конфісковані нутрощі в кінці столу лотком 46 скидаються в передувочний бак 47 для направлення їх у цех технічних фабрикатів.

Шлунки лотком 48 передають на стіл 49 для знежирення, звільнення від вмісту і промивання під душем 50. Стіл 49 забезпечений ґратами 51, встановленими над бункером 52. Жир з шлунків скидається в передувочний бак 53, а промиті шлунки – в спуск 54. Вміст шлунків трубопроводом 55 направляється в каналізацію.

Для заморожування ендокринної сировини встановлюється низькотемпературна шафа 56. З майданчика 57 виконують розпилювання туші вздовж хребта на дві половини за допомогою електропилки 58, підвішеній на каретці 59 до підвісного смуговому шляху 60. Для харчових обрізків призначений спуск 61.

Ділянка XI – трихінеლოსкопія та інспекція напівтуш. Взяття зрізів на трихінеლოსкопію виконує працівник із майданчика 62, а агрегати 63 отримують швидкий результат дослідження зрізів.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Остаточний ветеринарний огляд напівтуш виконує інспектор з майданчика 64, поруч з яким є кільце 65 підвісного шляху, яке з'єднане з конвеєром транспортування туш. Кільце дозволяє відключити від конвеєра напівтушу, що вимагає конфіскації або додаткового обстеження. Конфісковані обрізки скидають у спуск 66, а конфісковані частини туш – у спуск 67.

Ділянка XII – сухий туалет. Для сухого туалету туш встановлюють площадки 68, 69, 70, 71 і спуски, що ведуть у цех субпродуктів: для нирок – 72, ниркового жиру – 73, хвостів – 74, ніжок – 75, харчових обрізків – 76. Після сухого туалету відокремлюють голови і кінцівки. Голови навішують на вішала або кільця 77 підвісного шляху. Після результатів трихінелоскопії і санітарного висновку голови скидають у спуск 78, який веде в цех субпродуктів.

Ділянка XIII – мокрий туалет і таврування. З майданчиків 79 здійснюється мокрий туалет напівтуш за допомогою фонтануючих щіток 80 або шлангів з спеціальними насадками, а також мийних машин з щітковими валами.

На ділянках нутрування і туалету туш під підвісним шляхом встановлюється металевий жолоб 81 для збирання обрізків. Для запобігання розбризкування води під час мокрого туалету встановлюють металевий щит 82 в комплекті з піддоном для відведення води. Після туалету виконують ветеринарно-санітарне таврування напівтуш.

Ділянка XIV – зважування і транспортування в холодильник. Перед направленням напівтуш в холодильник виконують їх зважування на підвісних вагах 83; для зважувальника встановлюється стіл 84. Транспортування напівтуш в холодильник здійснюється підвісним конвеєром 85.

Схема лінії забою свиней і розділення туш зі зніманням крупону і без знімання шкіри показана на рис. 23.5.

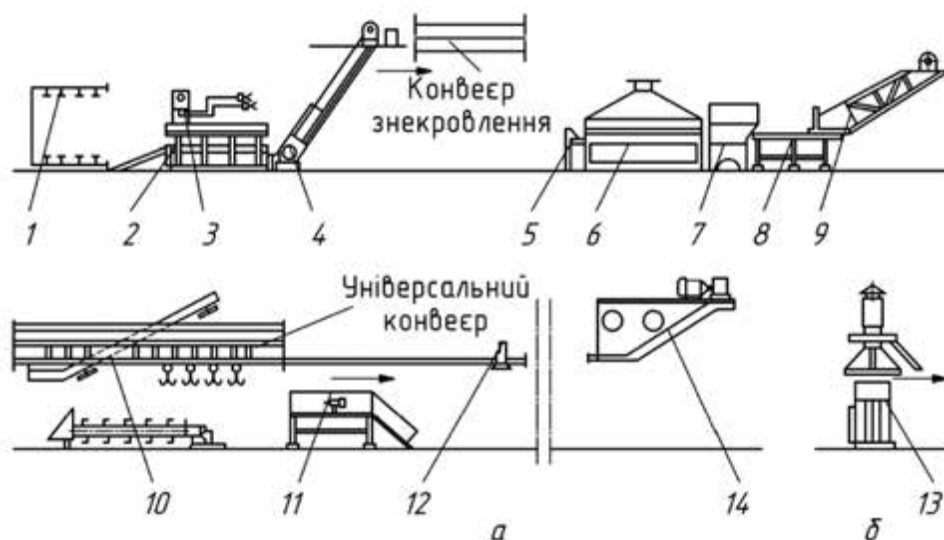


Рис. 23.5. Схема лінії забою свиней і розділення туш: а – зі зніманням крупону; б – без знімання шкіри; 1 – душовий пристрій; 2 – конвеєр фіксуєчий або пластинчастий; 3 – установка для знекровлення свиней; 4 – ланцюговий елеватор; 5 – стіл приймання туш; 6 – шпарильний чан; 7 – скребмашина; 8 – стіл доочищення туш; 9 – роликовий елеватор; 10 – агрегат для знімання крупону; 11 – факельний пальник; 12 – душ економічний; 13 – обпалювальна піч; 14 – елеватор

Лінія містить наступне обладнання: пристрій 1 для миття свиней; конвеєр фіксуєчий 2 або пластинчастий конвеєр для знерухомлення; установку 3 для знерухомлення; ланцюговий елеватор 4 для піднімання свиней на шлях знекровлення; стіл 5 для приймання туш перед шпарильним чаном; конвеєрний шпарильний чан 6 (можуть використовуватись також бесконвеєрні шпарильні чани або комбіновані машини для ошпарювання туш і зняття щетини).

До складу конвеєрної лінії входять також скребмашина 7; стіл 8 для ручного доочищення туш; роликовий елеватор 9 для піднімання туш з столу на підвісний шлях; агрегат 10 для знімання шкур або крупонів; факельні пальники 11 під час обробки свиней із зніманням крупону; система з трьох водяних економічних душів 12 для охолодження і обмивання туш свиней після обпалювання. За необхідності первинної переробки свиней в шкурі в цеху встановлюють обпалювальну піч 13, в яку туші подаються підвісним шляхом на рознозі.

Після обпалювання, очищення і змивання нагару туші, які обробляються з зніманням крупону або без знімання шкури (з повним ошпарюванням), проходять операції нутрування і подальшої обробки.

В лінії крупонування застосовується універсальний конвеєр з відміткою шляху 3000 мм. Для передавання туш на конвеєр з відміткою 3300 мм, який транспортує туші в холодильник, встановлюють елеватор 14.

23.3. Технологічні комплекси забою і оброблення тушок птахів

Основи процесів забою і оброблення тушок птахів.

Птахів перед забоєм відправляють на короткочасне витримування. Після звільнення шлунково-кишкового тракту птахів за ноги навішують на спеціальний просторовий конвеєр і проводять їх знерухомлення електричним струмом. На рис. 23.6 наведена структурна схема процесу забою і первинної переробки птахів усіх видів.

Сухопутних птахів найчастіше взагалі не знерухомлюють, а одразу проводять забій і знекровлення. Як правило, перо знімають з тушки у два етапи. Махове та хвостове оперення після попереднього ошпарювання або без нього видаляють на валкових машинах. Середнє та дрібне пір'я у сухопутних птахів знімають на другому етапі після обов'язкового ошпарювання тушки у воді або парю.

У водоплавних птахів перо більш щільне і з сильним жировим змащенням, тому ошпарювання проводять за більш жорстких режимів пароповітряної суміші. На сухопутних птахів залишки пера після оброблення видаляють шляхом обпалювання поверхні полум'ям газових пальників.

Промиті під душовим пристроєм тушки потрапляють на ділянки зачищення. Вакуумними пістолетами з тушок відсмоктують вміст шлунково-кишкового тракту і очищують ротову порожнину від згустків крові. Відходи, які утворюються під час переробки птахів (кров, кишки, зоб, стравохід, голови, ніжки) направляються на виготовлення кормового борошна.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ



Рис. 23.6. Структурна схема процесу забою і первинної переробки птахів усіх видів

Охолодження тушок птахів здійснюють повітрям, або в крижаній воді. Найбільш ефективним є охолодження крижаною водою, яке можна здійснювати зануренням або зрошуванням тушок. Охолоджують зануренням тільки патрані тушки у ваннах на групових підвісках конвеєра охолодження. Напівпатрані тушки охолоджують тільки методом зрошування.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Машинно-апаратурна схема лінії забою і оброблення тушок птахів

На рис. 23.7 наведено машинно-апаратурну схему лінії забою і оброблення тушок птахів.

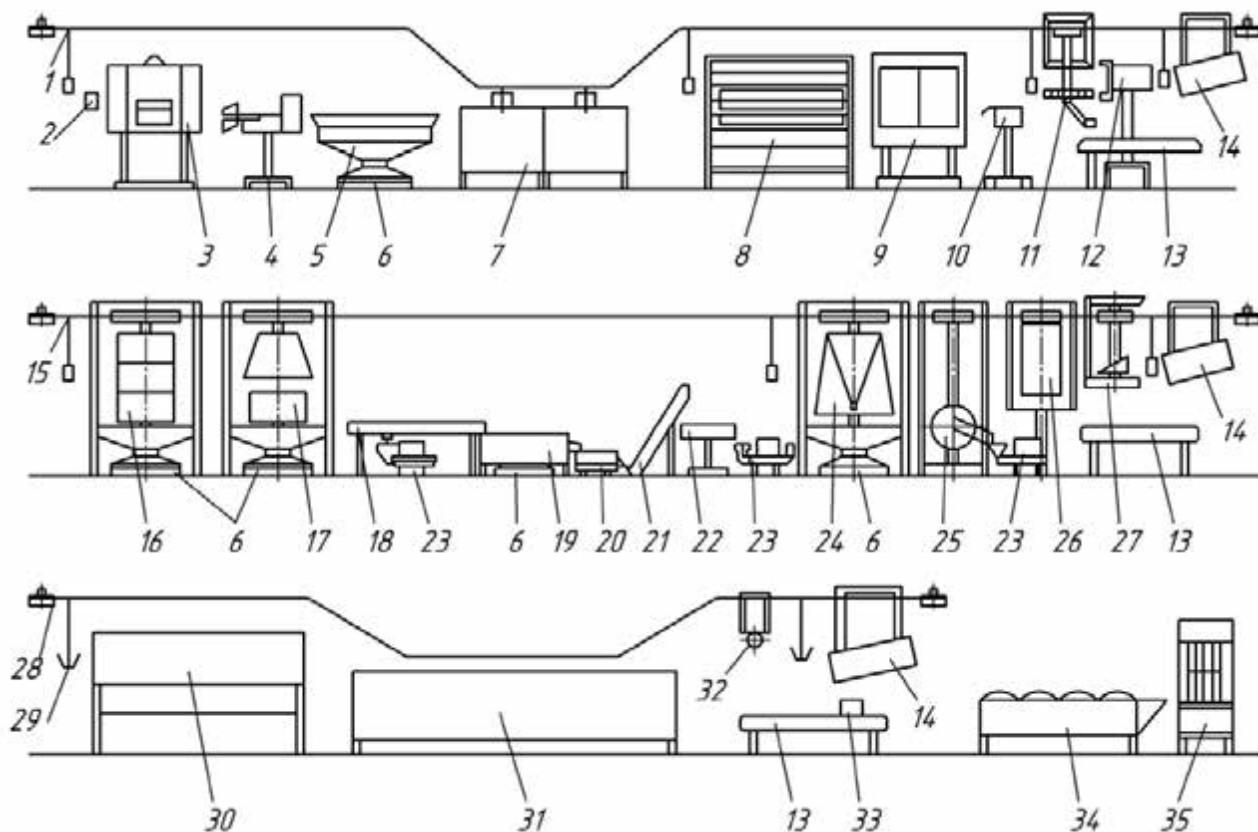


Рис. 23.7. Машинно-апаратурна схема лінії забою і обробки тушок птахів: 1 – конвеєр забою; 2 – лічильник; 3 – апарат електрознерухомилення; 4 – машина забою; 5 – ванна знекровлення; 6 – обладнання для збирання і транспортування відходів переробки; 7 – ванна ошпарювання; 8, 9 – машини для видалення пір'я; 10 – машина відділення голів; 11 – машина відділення ніг; 12 – пристрій знімання відрізнаних ніг; 13 – транспортёр передачі тушок до конвеєра патрнання (охолодження); 14 – пристрій миття підвісок; 15 – конвеєр патрнання; 16 – машина вирізання клоаки і розкриття черевної порожнини; 17 – машина вилучення нутрощів; 18 – транспортёр розбирання субпродуктів; 19 – машина відділення кишківника від шлунку, розрізання шлунку, часткове його очищення і зняття кутикули; 20 – знежирювач шлунків; 21 – шнек миючий; 22 – стіл контролю; 23 – насос перекачування субпродуктів (серце, печінка, шлунки, ший); 24 – машина видалення зоба, трахеї і стравоходу; 25 – машина відділення ший; 26 – машина внутрішнього і зовнішнього миття; 27, 32 – пристрій скидання тушок; 28 – конвеєр охолодження; 29 – групова підвіска конвеєра охолодження; 30 – камера зрошування тушок водою; 31 – ванна охолодження тушок крижаною водою; 33 – прилад електротаврування; 34 – охолоджувач субпродуктів; 35 – приймач субпродуктів

Живих птахів навішують на підвіски конвеєра 1, який через лічильник 2 подає їх на електрознерухомилення в апарат 3. Після електрознерухомилення проводять забій птиці в машині 4 за допомогою дискових ножів. Знекровлення тушок відбувається шляхом стікання крові у ванну 5, звідки з допомогою

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

обладнання 6 вона транспортується з цеху. Після знекровлення тушки направляють у ванну 7 для теплового оброблення, яка складається з окремих секцій, воду в яких підігрівають гострою парою.

З ванни 7 тушки надходять в машини для видалення пір'я 8 і 9, обладнані рядами дисків з гумовими пальцями. Кожен ряд дисків автономно регулюється за висотою, шириною і кутом повороту щодо своєї поздовжньої осі. Під час обробки тушок для їх зрошування в машини безперервно подається гаряча вода температурою до 45 °С.

Далі відокремлюють голови і ноги тушок птахів відповідно в машинах 10 і 11. Пристрій для знімання відрізаних ніг 12 імітує рух рук оператора. Далі встановлено транспортер передавання тушок до конвеєра патрання і пристрій 14 для миття підвісок.

Після цього тушки перевантажують на конвеєр патрання 15, який їх подає до машини 16 вирізання клоаки і розкриття черевної порожнини та машини 17 для вилучення нутроців.

На транспортері 18 проводиться контроль якості патрання, а також відділення серця і печінки від комплекту нутроців. Відокремлені серце і печінку опускають в приймачі, звідки жолобом вони потрапляють в насос для перекачування. Після відділення серця і печінки кишківник разом з шлунком відокремлюють від тушки і подають на стрічку транспортера, який направляє їх в машину 19 для оброблення шлунків. У машині 19 кишківник відділяється від шлунку, шлунок розрізається і звільняється від вмісту, знімається з нього кутикула. Шлунки знежирюються в машині 20 і промиваються на миючому шнеку 21, а потім надходять на стіл контролю 22. Насосами 23 субпродукти перекачуються на охолодження.

Для видалення зоба, трахеї, стравоходу і залишків патрання з тушок призначена машина 24, робочі органи якої оснащені фрезою спеціальної форми.

При вході в тушку фреза починає обертатися, протикає тушку в районі ключиці і намотує на себе залишки патрання, зоб, трахею і стравохід. У машині 25 для відділення шийї тушок відбувається перетискання шийї на рівні другого хребця і відділення її від тушки. Машина 25 оснащена додатковим ножом для поздовжнього розрізування шкіри шийї.

Внутрішнє і зовнішнє миття тушок проводять на машині 26. Скидальний пристрій 27 знімає тушки з підвісок конвеєра патрання і направляє на транспортер 13 передачі тушок до конвеєра охолодження 28. Тушки на групових підвісках 29 (8- або 12-місних) конвеєра охолодження надходять в камеру 30 для зрошення тушок водопровідною водою і у ванну 31 охолодження тушок крижаною водою.

З допомогою скидального пристрою 32 тушки звільняються з підвісок конвеєра охолодження і проходять електротаврування на апараті 33. Охолоджені контактним способом тушки направляються на пакування, зберігання, або подаються на подальшу обробку в інший цех. Субпродукти охолоджуються в апараті 34 і надходять в приймач 35.

**Розділ 24. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ВИРОБНИЦТВА
КОВБАСНИХ ВИРОБІВ**

24.1. Основи процесів виробництва ковбасних виробів

Серед широкого спектру м'ясних продуктів особливе місце займають ковбасні вироби, які виробляють на основі м'ясного фаршу із сіллю, спеціями та добавками, в оболонці або без неї. Ковбасні вироби підлягають тепловій обробці з доведенням до готовності.

Залежно від сировини та способу виробництва розрізняють такі види ковбасних виробів: варені (лікарська, любительська), напівкопчені (краківська, мисливські ковбаски, одеська, польська), варено-копчені (делікатесна, московська, сервелат), фаршировані, кров'яні ковбаси, сосиски та сардельки, зельці та студні, ліверні ковбаси, м'ясні хліби, паштети, дієтичні та лікувальні ковбаси.

Процес виробництва ковбасних виробів включає в себе наступні етапи: дефростація м'яса; – розділення м'ясної туші на частини; обвалювання і жилування м'яса; – засолювання м'яса; – подрібнення; приготування фаршу; – наповнення ковбасних оболонок (формування); – усаджування ковбасних виробів; термічна обробка ковбасних виробів (обсмажування, варіння, копчення); – охолодження готових виробів; сушіння ковбас. Схема виробництва ковбасних виробів наведена на рис. 24.1.

У ковбасному виробництві уникають жирного м'яса рогатої худоби, вибираючи м'ясо маложирне, а для забезпечення необхідної жирності продукту використовують зовнішній жир свиней (шпик).

Основним видом сировини для ковбасних виробів є яловичина, яку додають як зв'язувальний компонент, забезпечуючи монолітну структуру фаршу. Кращим для ковбасних виробів є м'ясо, яке містить не менше 20% білків і не більше 3...4 % жиру, тобто м'ясо низьких категорій вгодованості тварин. Для напівкопчених і копчених ковбас використовують м'ясо дорослої худоби, для сосисок і сардельок – м'ясо молодих тварин. Для виробництва ковбас використовують свинину з різним вмістом жиру. Баранину використовують тільки для виготовлення баранячих ковбас. Для виробництва ковбасних виробів використовують також м'ясо курей, гусей, кролів, кіз, конину. Субпродукти використовують в парному, охолодженому та мороженому вигляді.

У ковбасному виробництві використовують й інші харчові продукти, наприклад, молоко, вершкове масло, яйця, плавлений сир, які додають у фарш для підвищення харчової цінності ковбасних виробів. Для збільшення в'язкості фаршу до деяких видів ковбас додають крохмаль, фосфати, пшеничну муку. Для надання ковбасам своєрідного смаку та аромату додають приправи і прянощі: перець, кардамон, коріандр, мускатний горіх, аніс, тмин, цибулю, часник. Під час виготовлення деяких видів сирокопчених і сиров'ялених ковбас для надання специфічного аромату поряд з прянощами використовують вина і коньяки.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

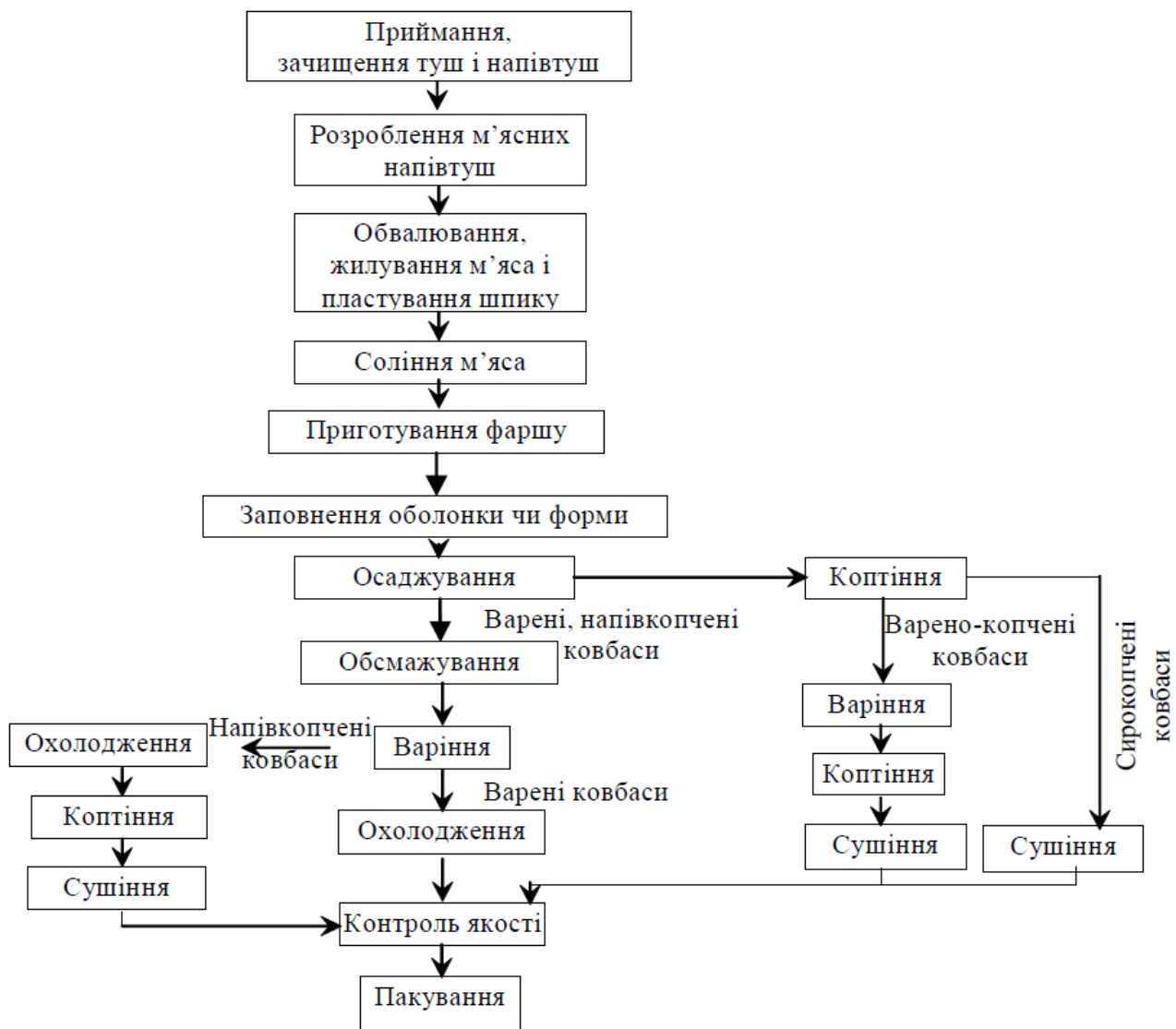


Рис. 24.1. Схема виробництва ковбасних виробів

Під час виробництва сирокопчених і сиров'ялених ковбас для скорочення тривалості їх виготовлення й поліпшення якості виробів застосовують бактеріальні препарати. Вони містять спеціальні види мікроорганізмів, які з додаванням у фарш сирокопчених ковбас у процесі життєдіяльності продукують велику кількість органічних речовин, здатних створювати виражений смак і аромат продукту.

Кишкові оболонки, які використовують для ковбасних виробів, повинні бути досить міцні, щільні, еластичні, волого- і газопроникні. В основному використовують оболонки штучні полімерні, з білкової сировини, целюлози, а також натуральні оболонки.

Для виробництва ковбасних виробів м'ясо може надходити у замороженому вигляді в блоках, в тушах і напівтушах у замороженому або охолодженному вигляді.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Заморожені блоки можуть перероблятися без дефростації – одразу направляються на подрібнення на спеціальних вовчках або подрібнювачах. Заморожене м'ясо дефростують, туші і напівтуші далі направляють на обвалювання і жилування.

Обвалювання є процесом відділення м'яса від кісток і його в основному проводять диференційованим методом, тобто кожний працівник обвалює певну частину туші.

На малих підприємствах застосовують і метод обвалювання, під час якого один працівник обвалює всю тушу.

Після обвалювання м'ясо жилують, відокремлюють сполучну тканину, кров'яні та лімфатичні судини, хрящі, малі кістки, кров'яні та інші забруднення. Під час жилування яловичини та баранини також відділяють жир.

Процес засолювання є обробкою сировини сіллю (часто в поєднанні з нітритами, спеціями, цукром, фосфатами) з подальшим витримуванням її протягом певного часу, достатнього для завершення процесів, в результаті яких продукт набуває потрібних властивостей.

Засолювання у м'ясопереробній промисловості використовують як засіб консервування сировини і як додатковий прийом у поєднанні з іншими – варінням, копченням, сушінням. Під час засолювання м'ясо набуває ряд нових властивостей, в тому числі і специфічні органолептичні. Засолювання буває короткочасним – від 6 год до 7 діб (подрібнене м'ясо у виробництві варених ковбас) і тривалим – до 60 діб (у виробництві шинки). Розрізняють засолювання сухе (оброблення сухою сумішшю), мокре (в розсолі) та змішане (поєднання сухого та мокрого способів).

Застосування цукру під час засолювання сприяє отриманню більш смачного та ніжного продукту. Цукор пом'якшує смак солоних продуктів, в процесі тривалого процесу він є живильним середовищем для специфічної мікрофлори. Під час засолювання під впливом кухонної солі, а також теплової обробки м'ясо втрачає свій колір. Тому до м'яса, яке призначене для виробництва ковбас, додають нітрит натрію.

Чим дрібніші шматочки м'яса, тим швидше й рівномірніше вони вбирають сіль і процес проходить швидше. Тарою для засолювання м'яса можуть бути чани, ковші, також м'ясо можна засолювати в апаратах безперервної дії.

Після засолювання для отримання однорідного фаршу м'ясо повторно подрібнюють. Залежно від виду і сорту ковбас ступінь подрібнення м'яса різний.

Під час виробництва сосисок, сардельок, варених, а також ліверних ковбас та паштетів м'ясо подрібнюють до руйнування клітини. Продукти виходять однорідної структури, ніжної консистенції. Під час виробництва напівкопчених та копчених ковбас м'ясо піддають такому ступеню подрібнення, при якому структура тканини зберігається, а це сприяє інтенсивнішому вологообміну при сушінні ковбас.

Шпик очищують від солі, відділяють шкіру і подрібнюють на шпигорізальній машині.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Шматочки шпику повинні бути правильної форми (кубики або призми) з відповідними розмірами.

Фарш для кожного виду і сорту ковбас готують за рецептурою. Щоб фарш був рівномірним, його ретельно перемішують. Фарш буває структурно–неоднорідним (із шпиком, сиром, грибами тощо) та структурно–однорідним. Структурно-неоднорідний фарш змішують у мішалках, шпик додають за 2...3 хв. до закінчення перемішування. Структурно-однорідний фарш змішують у кутері при подрібненні сировини: спочатку завантажують яловичину та нежирну свинину. Потім, якщо треба, додають холодну воду або лід. Через 6...8 хвилин вводять спеції та нітрит, якщо він не був доданий раніше. Після цього завантажують жирну свинину.

Готовий фарш направляють на шприци для виготовлення ковбасних батонів.

Шприци працюють в комплексі з кліпсаторами, які закривають ковбасні батони алюмінієвими скріпками. У деяких випадках ковбасні батони зав'язують вручну шпагатом, що дозволяє розпізнати вид і сорт ковбаси, а також підвищити щільність. У процесі шприцювання з фаршем в оболонку може потрапляти повітря.

Для його видалення із батонів на наступних стадіях процесу виробництва натуральні оболонки наколюють (штрикують). Після кліпсування, в'язання або перекручування (для сосисок) батони вішають на вішала і розміщують на рамах.

Після шприцювання та в'язання ковбаси поміщають у камери з температурою 0...2°C і відносною вологістю повітря 80...85 % для усаджування, яке триває для варених ковбас 2...4 год, напівкопчених 4...6 год, копчених – 7 діб. При усаджуванні ущільнюється фарш і підсихає поверхня батонів. В процесі усаджування відбувається ферментація сировини, фарш стає густішим і одноріднішим.

Отримані ковбасні батони направляються на термічну обробку – обсмажування, варіння, копчення. Обсмажування проводять димоповітряною сумішшю при високих температурах з метою обробки поверхневого шару батонів.

Після обсмажування оболонка підсихає, стає прозорою і більш стійкою проти дії мікроорганізмів. При обсмажуванні закріплюється колір фаршу.

Варінню піддаються всі ковбаси, за винятком сирокочених. У процесі варіння ковбас гине до 90 % мікроорганізмів, різко пригнічується активність ферментів.

Для варіння ковбаси можна використовувати гарячу воду або гостру пару. Варіння у воді в котлах з паровим обігрівом має деякі переваги: ковбаса соковитіша, зберігається її колір, втрати маси зменшуються. Вироби знімають з рам або з візків разом з вішалками і занурюють у гарячу воду. Під час теплової обробки продукт доводять до стану кулінарної готовності. В результаті теплової обробки продукт набуває нових характерних смакових та ароматичних властивостей, щільну консистенцію.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Наступним процесом є копчення, при якому продукт обробляється димом, який утворюється при неповному згорянні деревини (суха перегонка деревини). Це один із способів консервування продуктів, а також технологічний процес, завдяки якому продукт отримує своєрідний смак та аромат.

Оброблення гарячим димом (обсмажування, гаряче копчення) застосовують під час виробництва копчених, напівкопчених, варено-копчених і деяких видів варених ковбас. При обсмажуванні короткочасно (від 40 хв до 2 год) обробляють продукт димом при високих температурах (60...100°C). При виготовленні варено-копчених виробів їх повторно обробляють гарячим димом при 35...45°C протягом 12...48 годин.

Копчення холодним димом використовують при виготовленні сирокопчених виробів. В цьому випадку обробку димом проводять при 18...22°C протягом 3...7 діб. Застосовують також інші способи копчення: електрокопчення (копчення в електричному полі), бездимне (рідкими коптильними препаратами) тощо. В процесі копчення деякі леткі речовини коптильних газів осаджуються на поверхні, а інші проникають всередину продукту, поступово дифундуючи під час копчення та наступного сушіння.

При копченні продукт значно зневоднюється за рахунок випаровування вологи. При холодному копченні втрата вологи складає 15...20%, при обсмажуванні втрати маси за рахунок випаровування вологи складають для сосисок 10...12%, варених ковбас – 4...7%, напівкопчених – до 7%. При гарячому копченні ковбаси втрачають до 10% вологи. Внаслідок денатурації та наступної коагуляції, а також зневоднення за рахунок випаровування вологи знижується розчинність білків, продукт ущільнюється.

Специфічний смак та аромат, які виникають при обробці димом виробів з м'яса, є результатом впливу багатьох факторів. Перш за все вони пов'язані з накопиченням різних речовин, які проникають в продукт із диму (феноли, карбонільні з'єднання). Ці речовини створюють певний смак та запах копченого продукту. Речовини диму не тільки адсорбуються продуктом, але і вступають у хімічну взаємодію з його складовими частинами з утворенням нових речовин. При копченні одним і тим же димом різних продуктів отримують вироби зі смаком та ароматом копчення, притаманним кожному з них.

Наслідком копчення є забарвлення поверхні виробів у коричневі тони, в результаті чого готові продукти набувають приємного та звичного зовнішнього вигляду. При холодному копченні продукт набуває вишнево-червоного кольору, так як в результаті неповного згорання вуглецю з'являється СО, який з білком міоглобіном утворює вишневий пігмент.

Копчені м'ясопродукти більш стійкі до окислювальної дії кисню повітря на жири, до впливу на них шкідливої мікрофлори. Важливу роль у пригніченні життєдіяльності мікроорганізмів відіграє і видалення вологи з копченого продукту та збільшення концентрації солі в результаті зневоднення, що викликає плазмоліз бактерій.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Після варіння ковбасні батони одразу ж, як найшвидше, охолоджують до температури $8...10^{\circ}\text{C}$. Охолодження проводять спочатку холодною водою, а потім у камерах повітрям. При охолодженні водою скорочується втрата маси, вдається запобігти виникненню зморшок, поверхня батону одночасно очищується від жиру, залишків бульйону і забруднень. Тривалість охолодження водою становить $10...30$ хв. залежно від діаметра батона, тривалість охолодження в камерах – $4...8$ год.

Сушінню піддають сирокопчені, варено-копчені та напівкопчені ковбаси. Воно знижує вологість продукту і збільшує вміст кухонної солі у ковбасних виробках.

При вологості білкових продуктів менше $20...25\%$ припиняють ріст більшість мікроорганізмів. Сирокопчені ковбаси сушать до 30 діб, інколи до 90 діб, варено-копчені – $5...10$ діб, напівкопчені – $3...5$ діб.

24.2. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва ковбасних виробів

На рис. 24.2 наведена машинно-апаратурна схема лінії виробництва ковбасних виробів.

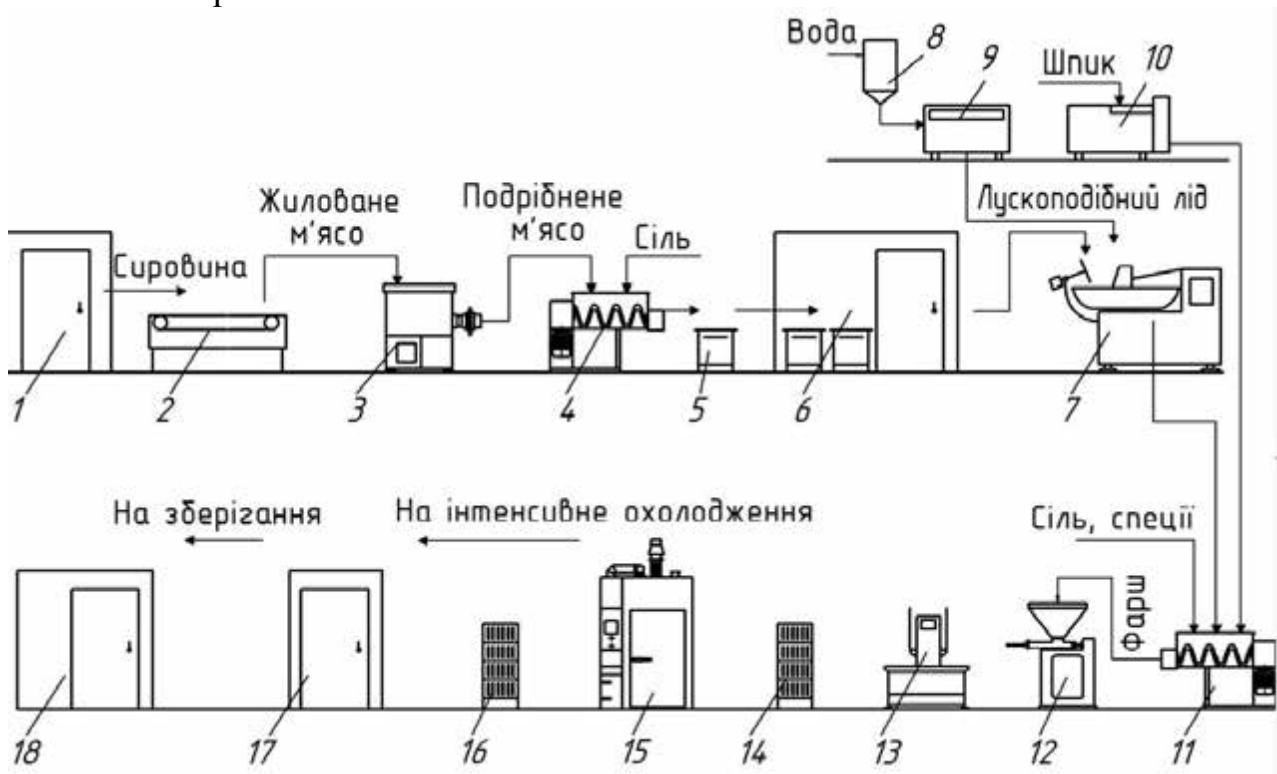


Рис. 24.2. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва ковбасних виробів:

- 1 – дефростаційна камера; 2 – конвеєрний стіл обвалювання та жилювання; 3 – вовчок;
- 4 – мішалка; 5 – візок для м'яса; 6 – камера дозрівання; 7 – кутер; 8 – ємність для води;
- 9 – льодогенератор; 10 – шпигорізальна машина; 11 – фаршмішалка; 12 – шприц універсальний вакуумний; 13 – кліпсатор; 14, 16 – рами для ковбасних батонів;
- 15 – універсальна термокамера; 17 – камера інтенсивного охолодження; 18 – камера зберігання готової продукції

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

М'ясо у тушах і напівтушах накопичується та зберігається у холодильниках. За необхідністю, воно потрапляє у дефростаційну камеру 1 на розморожування, звідки в охолоджену стані подається на переробку. Підвісним шляхом туші та напівтуші надходять на зважування для контролю кількості оброблюваної сировини і далі виконується їх розділення, яке відбувається безпосередньо на підвісному шляху.

Яловичину розділяють, як правило, на 8 частин – вирізка, шия, лопатка, грудинка, спинно–реброва частина, філе, крижова частина, задня ніжка. Свинячі напівтуші розділяють на 5 частин – лопатка, грудинка, корейка, шия та окіст.

Потім виконується обвалювання та жилювання м'яса на конвеєрному столі 2. Також тут виконується і сортування м'яса. М'ясо ріжуть на шматки масою до 1 кг.

Після обвалювання та жилювання виконується попереднє подрібнення м'яса на вовчку 3 та перемішування з засолювальними компонентами в мішалці 4. Після цього м'ясо у візках 5 направляється на дозрівання у камеру 6. У той же час охолоджений шпиг ($-1 \dots -3^{\circ}\text{C}$) подрібнюється на шпигорізальній машині 10.

Під час виробництва одноструктурних ковбасних виробів подрібнену сировину на вовчку додатково подрібнюють у кутері 7, додаючи лускоподібний лід, отриманий на льодогенераторі 9. Якщо проводиться виготовлення структурних виробів (виражені шматочки шпигу), то подрібнене м'ясо на вовчку чи кутері 7 завантажують разом зі шпигом, подрібненим на шпигорізальній машині 10 до фаршмішалки 11, де відбувається приготування фаршу протягом 10...15 хв.

Після приготування фарш направляють на шприцювання. Наповнення оболонки виконують на вакуумному шприці 12, який працює в комплекті з кліпсатором 13, який закриває кінці наповнених ковбасних батонів алюмінієвими скріпками і встановлює петлю для навішування. Після цього сформовані батони ковбаси або сосиски та сардельки (утворюються перекручуванням оболонки) подаються на ковбасні рами 14, які у свою чергу, поступають в універсальну термокамеру 16 для термічної обробки. Виходячи з того, який тип ковбасних виробів виготовляється, підбирається відповідний режим термообробки. Після термічної обробки ковбасні вироби направляються на охолодження в камеру інтенсивного охолодження 17, а потім на зберігання в камеру готової продукції 18.

**Розділ 25. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ВИРОБНИЦТВА
КОНСЕРВНИХ ВИРОБІВ**

25.1. Основи процесів і стадії виробництва м'ясних консервів

До продуктів, які мають тривалий термін зберігання відносяться м'ясні консерви. Вони виготовляються з м'яса і м'ясопродуктів. М'ясні консерви можна розділити на групи: м'ясні натуральні і січені («Яловичина тушкована», «Свинина тушкована», «Баранина тушкована», «Сніданок туриста» свинячий і яловичий тощо); з м'ясопродуктів (фарші свинячий, сосисковий, ковбасний, ковбасний курячий тощо); із субпродуктів – ціла група паштетів тощо; м'ясо–рослинні – з м'яса і рослинної сировини (рис, квасоля, горох тощо).

М'ясні консерви, що є продуктами повної кулінарної готовності, можна використовувати для приготування перших і других страв, а також холодних закусок. М'ясні консерви залежно від рецептури і сировини містять практично всі необхідні харчові компоненти: білки, жири і вуглеводи.

М'ясні консерви – висококалорійні, компактні продукти харчування, що зберігаються досить тривалий час в несприятливих умовах без псування. Основною сировиною для приготування консервів є яловичина, свинина, баранина, конина, м'ясо кроликів і птиці, субпродукти, жирова сировина, яйця, молоко і молочні продукти. До допоміжних матеріалів відносяться бобові, круп'яні, борошняні продукти, інгредієнти для засолювання, прянощі, овочі. З овочів, в основному, використовують картоплю, капусту, моркву. Для приготування соусів і заливок застосовують томатну пасту, томатне пюре тощо. З прянощів – гвоздику, перець, мускатний горіх, корицю, лавровий лист, цибулю, часник, петрушку і кріп.

Виробництво м'ясних консервів складається з наступних основних стадій:

- підготовка м'ясної сировини (обвалювання і жилювання);
- подрібнення м'ясної сировини;
- перемішування з інгредієнтами і засолювання;
- фасування і закупорювання банок;
- стерилізація консервів і перевірка герметичності;
- сортування, охолодження і зберігання.

На рис. 25.1 наведено схему виробництва м'ясних консервів. Для вироблення м'ясних консервів допускається використовувати м'ясо в охолодженому і розмороженому вигляді. Не допускається використання парного м'яса.

Під час виробництва натуральних консервів жиловане м'ясо нарізають на шматки масою 30...120 г і закладають в банку разом з сіллю, спеціями і заливкою. Тушки кроликів і птиці перед фасуванням розрубують на шматки масою до 200 г. Жир-сирець подрібнюють на вовчку з діаметром отворів решітки 4...6 мм. Деякі види основної сировини і допоміжних матеріалів перед використанням піддають попередній тепловій обробці: бланшуванню, обсмажуванню, копченню і варінню.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ



Рис. 25.1. Схема виробництва м'ясних консервів

Під час перемішування м'ясної сировини з інгредієнтами вносять засолювальні речовини. Під час виготовлення консервів «Сніданок туриста» сировину, подрібнену на вовчку на шматки масою 30...70 г, перемішують в мішалці з сіллю, спеціями, цукром, нітратом натрію і витримують за температури 4 °С протягом 3...4 діб. Використання розсолів дозволяє скоротити тривалість засолювання і підвищити якість готового продукту.

Під час фасування спочатку закладають щільні складові: сіль, спеції, жир–сирець, м'ясо, після чого в банку заливають рідкі компоненти – бульйон і соус.

Рідкі і сипучі компоненти дозують машинами за об'ємом з допомогою мірних наповнювальних циліндрів. Зважені банки, наповнені продуктом, подають на закатування (приєднання кришки до корпусу). Перед подаванням кришки її маркують (наносять спеціальні знаки, видавлюючи на металі). Сутність процесу закатування полягає в герметичному приєднанні кришки до корпусу банки шляхом утворення подвійного закатувального шва.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Під час порціонування виникає небезпека потрапляння повітря в банку, кисень якого викликає корозію металу, уповільнює процес стерилізації, погіршує якість продукту і скорочує терміни зберігання консервів. Для видалення повітря використовують методи вакуумування вмісту банок перед закачуванням: тепловий (подавання пари), механічний (за допомогою вакуум-насоса) і комбінований.

Для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів в процесі виробництва консервів їх стерилізують. Нагрівання м'яса за температури 120°C протягом 5 хв знищує практично всі види спор. Стерилізацію проводять гострою насиченою парою без протитиску (для консервів в бляшаній тарі об'ємом до 500 см³) і водою, що підігрівається паром, з протитиском (для консервів в скляній тарі і в бляшаних банках великих розмірів).

Після стерилізації консерви надходять на «гаряче» сортування, охолодження і пакування. Охолодження відсортованих банок здійснюють в спеціальних приміщеннях, призначених одночасно для зберігання консервів.

25.2. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва м'ясних консервів

На рис. 25.2 наведена машинно-апаратурна схема лінії виробництва м'ясних консервів типу «Яловичина тушкована».

М'ясо в напівтушах або чвертинах з накопичувального конвеєра після попереднього розділення на частини за допомогою транспортного конвеєра подається до столів обвалювальників і жилувальників. Жиловане м'ясо стрічковим конвеєром направляється в м'ясорізальні машини, звідки елеватором передається на розподільний конвеєр, розташований над м'ясопорціонуючим конвеєром. Спусками м'ясо передається в бункери дозуючих автоматів. За допомогою похилого елеватора банки передаються в мийну машину, потім тічкою надходять до укладальника.

На м'ясопорціонуючому конвеєрі встановлено закаточні машини.

Герметичність банок перевіряють на тестері. Потім банки надходять в автоклави для стерилізації. Стерильні консерви в сітках вивантажуються розвантажувачами, і тічкою передаються на етикетувальні автомати, а потім теж тічкою на автомат для укладання в ящики.

Ступінь механізації на даній лінії, виключаючи операції обвалювання, становить 85%. Якщо замість стерилізаторів періодичної дії використовувати стерилізатори безперервної дії, вона зросте до 94...96%. Продуктивність лінії 60 тис банок за зміну.

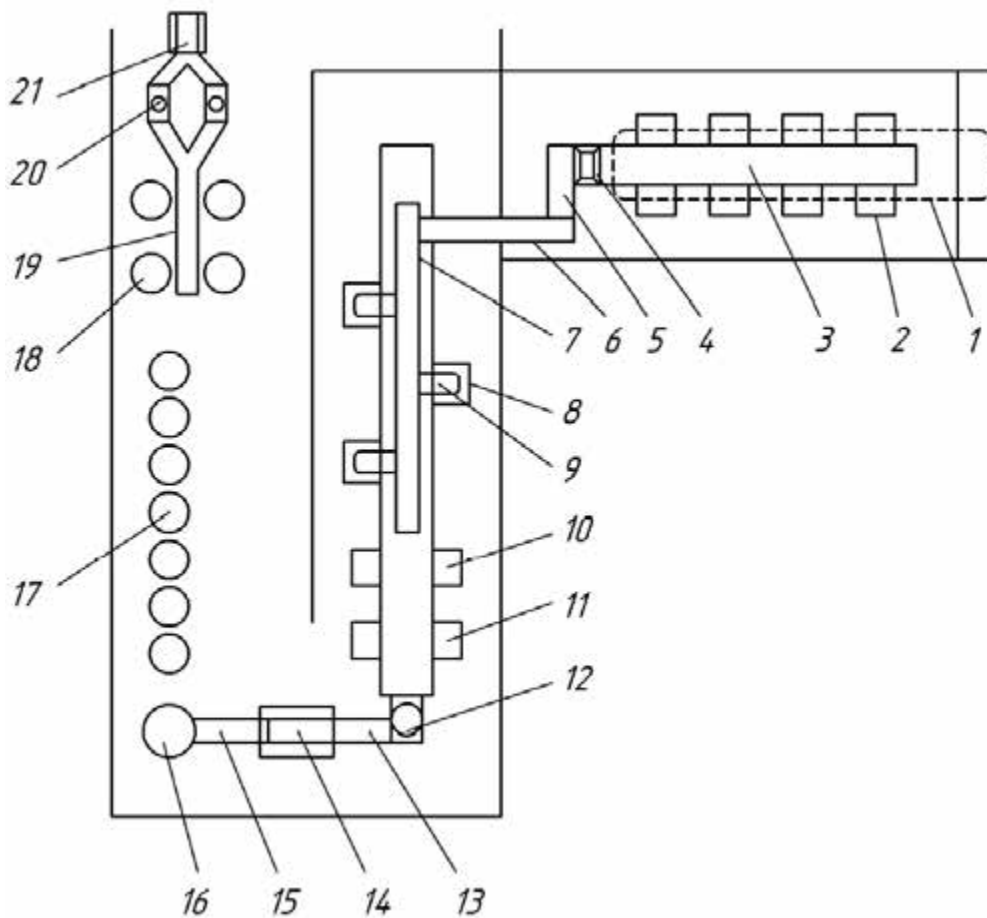


Рис. 25.2. Машинно-апаратурна схема виробництва м'ясних консервів: 1 – конвеєр; 2 – столи для обвалювання і жилювання; 3 – стрічковий транспортер для м'яса; 4 – м'ясорізальна машина; 5 – похилий елеватор; 6 – розподілювальний транспортер; 7 – конвеєр; 8 – дозуючі автомати; 9 – спуски; 10, 11 – закаточні машини; 12 – тестер; 13 – похилий елеватор; 14 – миюча машина; 15 – тічка; 16 – укладальник; 17 – автоклави; 18 – розвантажувачі; 19 – тічка; 20 – етикетувальний автомат; 21 – укладальник банок в ящики

Розділ 26. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Напівфабрикатами називається ціла група харчових продуктів сирих, доведених до часткової або повної готовності. На даний час виробництво цих продуктів розвивається досить інтенсивно, збільшуються обсяги виробництва і асортимент продукції. Це пов'язано з необхідністю скорочення тривалості приготування блюд як у домашніх умовах, так і на підприємствах громадського харчування.

Напівфабрикати поділяють на натуральні (шматкові) і січені (реструктуровані).

Натуральні напівфабрикати бувають безкісткові і м'ясо-кісткові у вигляді великих і дрібних шматків. Січені напівфабрикати формують з однорідного за складом подрібненого м'яса або з багатокомпонентних фаршів. Вони можуть бути однорідними або багатошаровими, без зовнішнього покриття, або покриті одним або двома шарами паніровки. До окремої групи відносять напівфабрикати, що складаються з м'ясної начинки і тістової оболонки. До них відносять пельмені, вареники, хінкалі, равіолі, пиріжки та інші.

Технологічний процес приготування напівфабрикатів включає в себе їх нарізання або формування і термічну обробку (обжарювання, варіння, охолодження, заморожування). Широкий асортимент напівфабрикатів і велика кількість операцій Під час виробництва обумовлюють наявність різноманітних машин і апаратів. Виробництво напівфабрикатів здійснюється як на окремих одиницях обладнання, так і на комплексно механізованих і автоматизованих лініях.

26.1. Технологічний комплекс виробництва котлетних виробів

Січені напівфабрикати готують з м'ясного фаршу з додаванням інших складових частин відповідно до рецептури. Традиційний асортимент січених напівфабрикатів включає: котлети домашні, київські, ромштекс, біфштекс.

Основною сировиною в їх виробництві є яловиче і свиняче котлетне м'ясо, яловичина жилована 2-го сорту, свинина жилована жирна. Асортимент січених напівфабрикатів розширився також за рахунок використання більш дешевої сировини, м'яса птиці механічного обвалювання, соєвих білкових препаратів, в основному текстурованого соєвого борошна, овочів та круп. На рис. 26.1 наведена схема виробництва котлетних виробів.

Січені напівфабрикати формують під тиском із заздалегідь підготовленого фаршу. Консистенція фаршу і рівень тиску під час формування повинні забезпечити збереження форми напівфабрикату у подальшому транспортуванні в охолоджену вигляді або з термічною обробкою.

Для формування котлет використовують різноманітне обладнання: з циліндричними формуючими барабанами; з формуючими пластинами; з карусельними формуючими столами.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

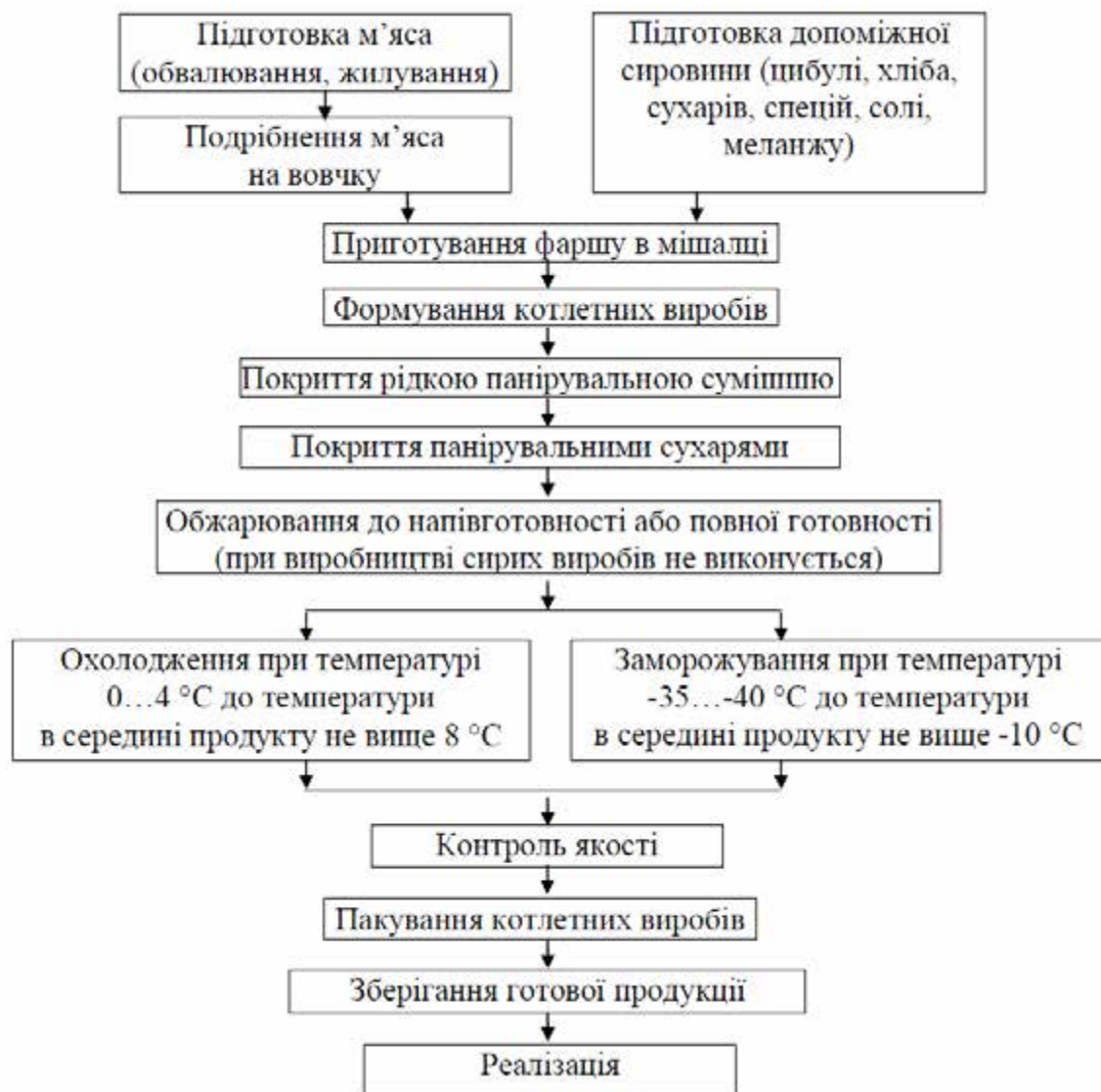


Рис. 26.1. Схема виробництва котлетних виробів

Машини з циліндричними барабанами широко використовуються в котлетних автоматах. Вони дозволяють отримувати котлети різноманітної форми за необхідної продуктивності.

Машини з формуючою пластиною дозволяють отримувати будь-яку необхідну продуктивність та виробляти продукцію будь-якої форми. Інший спосіб формування – це використання карусельних формуючих столів. Подібні схеми застосовують для машин невеликої продуктивності.

Останнім часом значного розповсюдження набули машини з плоскими формуючими пластинами, які мають велику продуктивність і можуть бути легко переналаджені на випуск продукції іншої форми за рахунок зміни формуючої пластини і поршнів. Застосовують машини з укладанням продукції на лотки або з укладанням на відвідний конвеєр (прутковий або стрічковий). У другому випадку передбачається можливість підкладки під продукцію паперових або інших прокладок (серветок).

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

На підприємствах середньої і великої продуктивності для виробництва котлетних виробів використовують комплексні потоково-механізовані лінії, які забезпечують підготування сировини, формування виробів, покриття їх рідкою і сухою панірувальними сумішами, а також обсмажування (доведення до часткової або повної готовності), заморожування, фасування і пакування.

На рис. 26.2. наведена машинно-апаратурна схема лінії виробництва котлетних виробів на основі обладнання Ecosystem фірми Deighton Manufacturing.

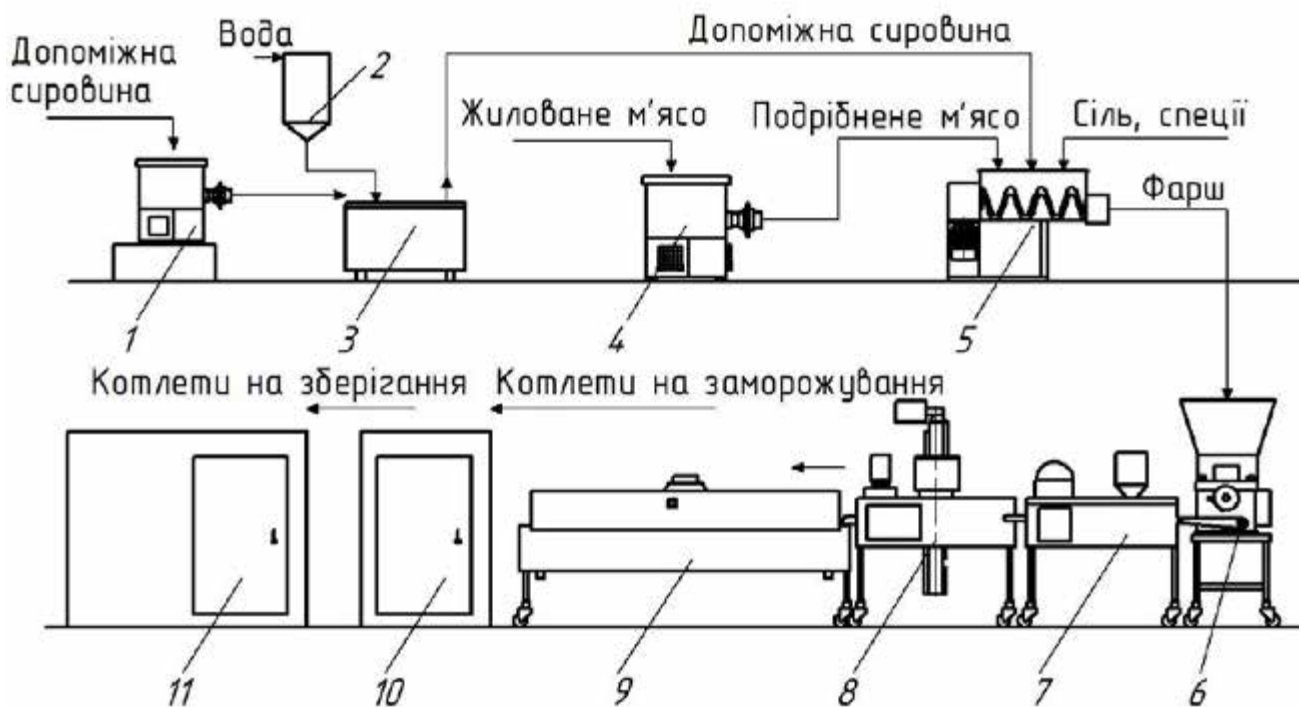


Рис. 26.2. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва котлетних виробів: 1 – вівчок для подрібнення допоміжної сировини; 2 – дозатор води; 3 – ємність для замочування хліба; 4 – вівчок для подрібнення м'яса; 5 – фаршмішалка; 6 – машина формування котлет; 7 – машина для нанесення рідкої панірувальної суміші; 8 – машина для нанесення сухої панірувальної суміші; 9 – апарат для обсмажування котлет; 10 – морозильна камера; 11 – камера зберігання готової продукції

До складу лінії входить обладнання для підготовки основної та допоміжної сировини, машина для формування котлетних виробів, машини для нанесення рідкої і сухої панірувальних сумішей, апарат для обсмажування, обладнання для заморожування та зберігання продукції.

Допоміжна сировина (за рецептурою фаршу) подрібнюється у вівчку 1. Із дозатора 2 у ємність 3 подається вода для замочування хліба. На вівчку 4 проводиться подрібнення м'яса.

Підготовлена і зважена основна і допоміжна сировина, сіль та спеції завантажуються у фаршмішалку 5 для приготування фаршу (тривалість перемішування становить 4...6 хв).

Після змішування готовий фарш потрапляє у бункер машини для формування котлет, звідки за допомогою лопаток подається в отвори формуючого барабана. Сформовані котлети поршнем виштовхуються з барабана на відповідний конвеєр.

Відформовані котлетні вироби потрапляють на конвеєрну сітчасту стрічку машини нанесення рідкої панірувальної суміші (лезон) EconoRobe 7 (конвеєрна стрічка з сформованими виробами проходять крізь вертикальний потік тонкої плівки рідкої панірувальної суміші і вироби обгортаються нею). На виході з машини встановлений "повітряний ніж", який видаляє надлишки рідини. Залишки панірувальної суміші відводяться з ємності за допомогою дренажної системи та відцентровим насосом знову подаються на наступний продукт.

Після рідкої паніровки вироби потрапляють на машину для нанесення сухої панірувальної суміші 8 EconoCrumb, яка проводить автоматичне рівномірне нанесення панірувальних сухарів, або інших сухих сумішей на поверхню виробів (конвеєрна стрічка з відформованими і покритими рідкою панірувальною сумішшю виробами занурюється в ємність з сухою паніровкою, де панірується низ виробів; потім вироби посипаються крихтами зверху; покриті паніровкою вироби проходять під валиком, який ущільнює присипку).

Надлишки сухої паніровки видаляються за допомогою вентилятора і віброконвеєра, потрапляють у збірник під конвеєром шнеком направляються в бункер для повторного використання.

В результаті обробки напівфабрикатів лезоном і панірувальними сухарями на їх поверхні утворюється шар, який запобігає витікання з них м'ясного соку за термічної обробки. Паніровані напівфабрикати в готовому до вживання вигляді виходять більш соковитими і ніжними.

Після того як сформовані вироби покриті рідкою і сухою панірувальними сумішами, вони направляються в апарат для обсмажування 9, де обсмажуються в маслі з доведенням до повної або часткової готовності.

Далі вироби потрапляють в морозильну камеру 10 для швидкого охолодження і заморожування, а потім в камеру 11 для зберігання перед пакуванням або до реалізації.

Готові напівфабрикати можуть бути реалізовані охолодженими, замороженими або, після відповідної термічної обробки (обсмаження у фритюрі), як заморожені напівфабрикати швидкого приготування.

Отримані продукти направляються на фасування і пакування в пакети, лотки, коробки або ящики.

26.2. Технологічні комплекси виробництва пельменних виробів

До цієї групи напівфабрикатів відносять пельмені, вареники, чебуреки, хінкалі, равіолі та інші. Більшість з цих продуктів реалізують сирими в замороженому вигляді, пиріжки і чебуреки – доведеними до повної готовності. Виробляється дана продукція як на окремих одиницях обладнання, так і на комплексно механізованих і автоматизованих лініях, які включають в себе

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

підготовку тіста і фаршу, формуючі автомати, обладнання для шокового заморожування, галтовочні машини (для очищення виробів після заморожування), автоматів для фасування і пакування.

До складу фаршу пельменів входять жилована яловичина і свинина, цибуля, мелений чорний або білий перець, сіль тощо. Для приготування тіста використовують борошно вищого гатунку (іноді 1-го гатунку) з нормованою кількістю і якістю клейковини, воду, сіль та яйцепродукти.

Фарш для різних видів пельменів (сибірські, столичні тощо) відрізняється співвідношенням яловичини, жирної і напівжирної свинини. У рецептуру деяких видів пельменів входять субпродукти, білкові препарати тваринного походження, емульсія зі свинячої шкурки, соєве борошно, білокачанна капуста, варена картопля та інша сировина.

Напівфабрикати з тіста та фаршу випускають також на основі м'яса птиці (в основному м'ясо куряче та індиче механічного обвалювання). Асортимент включає пельмені, манти, равіолі. Равіолі в складі фаршу містять також гриби і сир, вони мають форму півкола, прямокутника або квадрата.

Підготовка борошна полягає в тому, що борошно отримане відразу після помелу витримується на складах для дозрівання не менше одного тижня за температури $22 \pm 2^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря 75–85 %. Потім готують суміш борошна, змішуючи хлібопекарське борошно вищого і першого гатунків з макаронним борошном не нижче першого гатунку з твердої або м'якої пшениці.

Борошно просіюють і пропускають крізь магнітоуловлювач.

Підготовка яєчних продуктів. Заморожений меланж в банках розморожують у воді за температури не вище 45°C , в поліетиленових пакетах – за кімнатної температури. Яєчний порошок просіюють і перемішують з водою до мазеподібного стану в співвідношенні 274 г порошку і 726 г води.

Приготування тіста. Суміш хлібопекарського та макаронного борошна повинна характеризуватися масовою часткою клейковини не менше 30%, клейковина повинна бути з хорошою еластичністю, за розтяжністю – не більше 20 см в довжину. Борошно для приготування тіста подається з температурою $19 \pm 1^\circ\text{C}$, вода – не нижче $39 \pm 1^\circ\text{C}$. Казеїнат натрію або сухий концентрат натурального казеїну під час замішування тіста вносять з борошном замість меланжу, в пропорції 25% порошку і 75% води. Тісто готується, як правило, в машинах періодичної дії не менше 15 хв. Температура тіста після перемішування підтримується в межах $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Готове тісто витримують перед формуванням 20...40 хв, тісто з казеїнатом натрію – 30...40 хв. На час витримання тісто рекомендується накривати.

Приготування м'ясної сировини. Після зачищення, оброблення, обвалювання і жилювання сировину подрібнюють на вовчку з діаметром отворів решітки для пельменів – 2...3 мм, хінкалі і мантив – 5...9 мм, жиру-сирцю яловичого, свинячого і баранячого – 2...3 мм. Заморожені блоки з яловичини, свинини, м'яса птиці подрібнюють без попереднього розморожування на

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

подрібнювачах заморожених блоків, вовчках, не допускаючи зростання температури вище 0 °С.

На рис. 26.3 наведена схема виробництва пельменних виробів.

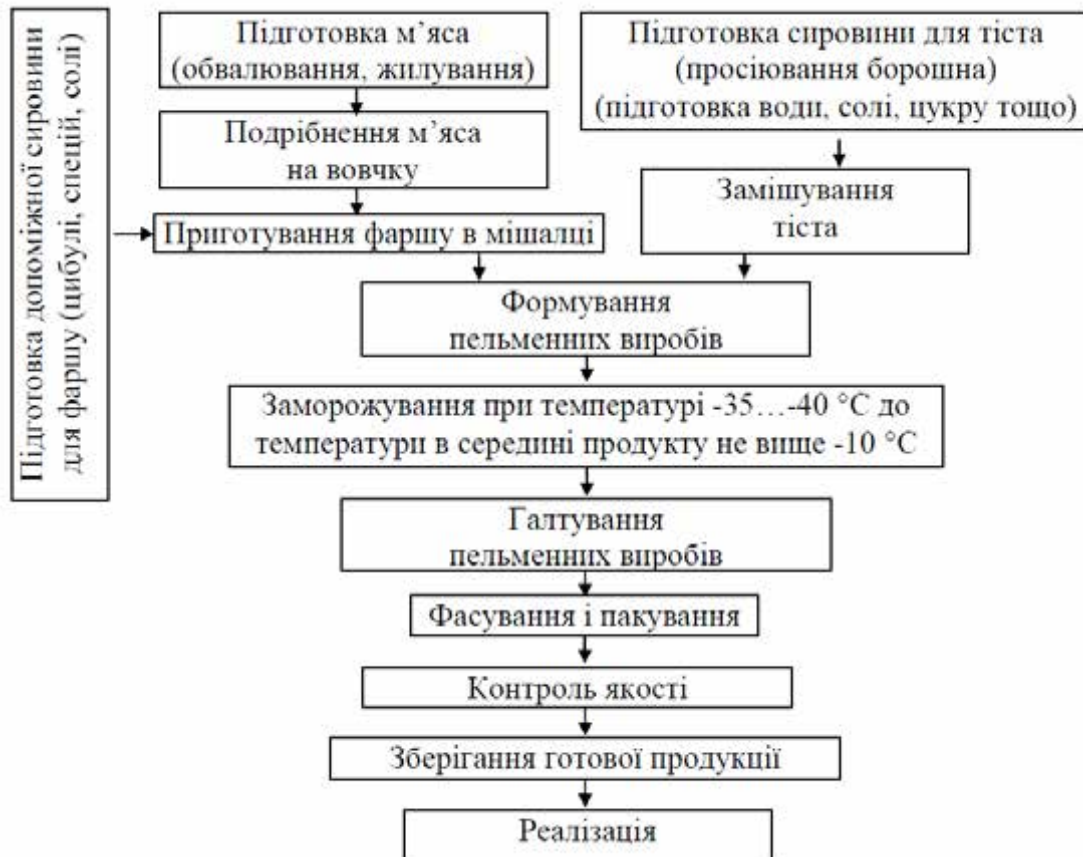


Рис. 26.3. Схема виробництва пельменних виробів

Основним обладнанням під час виробництва пельменних виробів є пельменні автомати, які обумовлюють форму, розмір і масу виробів, співвідношення в них тіста і начинки (фаршу). Поділяються вони на дві основні групи: обладнання, що формує вироби з попередньо розкاتаного тістового листа; обладнання, що формує вироби з наповненої фаршем тістової трубки.

Обладнання, що формує пельменні вироби з попередньо розкатаного тістового листа включає в себе машину для приготування тістового листа і безпосередньо пельменний автомат, який калібрує тістовий лист, вирізає з нього заготовки, дозує в них фарш і формує пельменні вироби, надаючи їм кінцевої форми. Ці автомати виробляють різноманітні пельменні вироби (тип ravioli, cappelletti, tortelloni, fagottini), які за формою нагадують вироби, зроблені вручну.

На рис. 26.4 наведена машинно-апаратурна схема лінії виробництва пельменних виробів, до складу якої входить обладнання для приготування фаршу, замішування тіста, його розкочування в тістовий лист, формування пельменів і їх транспортування на заморожування, обладнання для швидкого заморожування і подальшого фасування і пакування.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

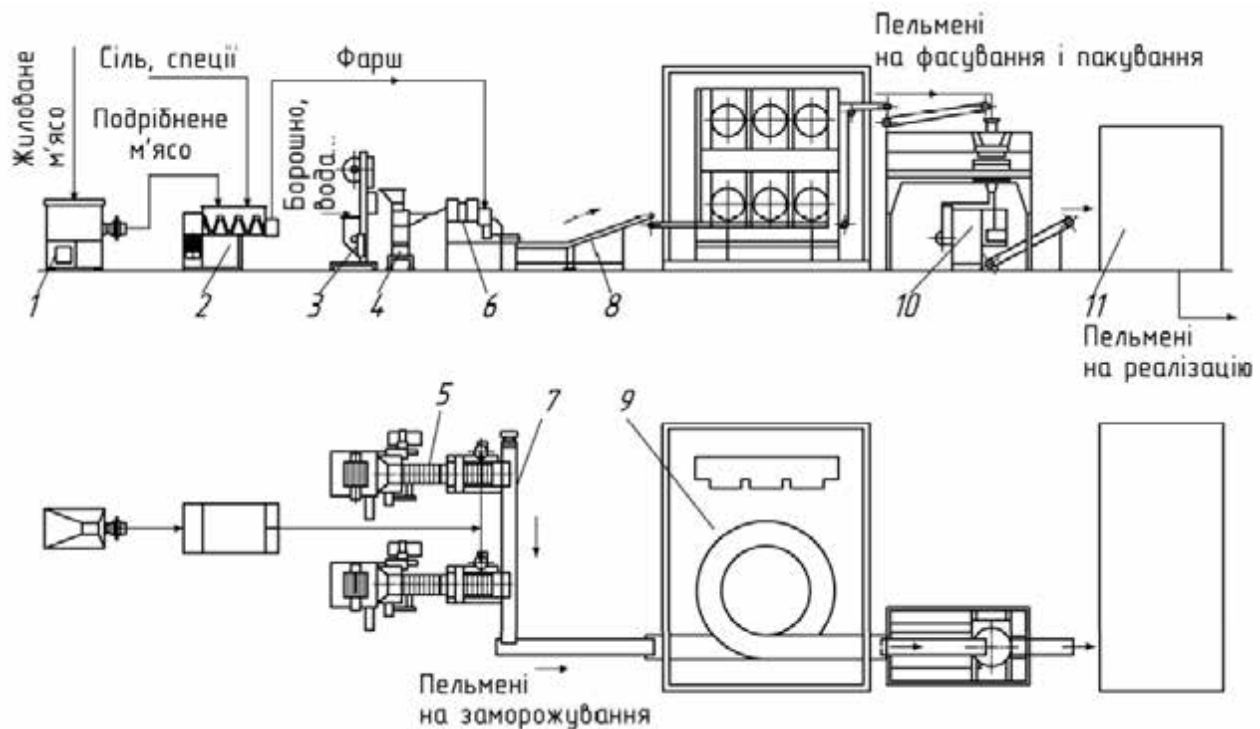


Рис. 26.4. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва пельменних виробів:

- 1 – вовчок; 2 – фаршмішалка; 3 – тістомісильна машина; 4 – тісторозкатувальна машина;
5 – конвеєри подачі тістових листів; 6 – машини для формування пельменних виробів;
7, 8 – система транспортерів; 9 – швидкозаморозувальний апарат з спіральним конвеєром;
10 – фасувально-пакувальний автомат; 11 – низькотемпературна холодильна камера

На вовчку 1 здійснюється подрібнення м'яса, яке направляється в фаршмішалку 2 для приготування фаршу. Замішування тіста здійснюється на тістомісильній машині 3, в ємність якої подається борошно і всі необхідні компоненти. Отримане тісто шляхом підймання ємності тістомісильної машини перевантажується в тісторозкатувальну машину 4, з якої виходить тістовий лист товщиною 5...7 мм і подається в машину для формування пельменних виробів 6 (сюди ж подається фарш з фаршмішалки 2). Відформовані пельмені системою транспортерів 7 та 8 подаються в швидкозаморозувальний апарат з спіральним конвеєром 9, де проходять інтенсивне заморожування. Заморожені пельмені фасуються і пакуються на автоматі 10 і направляються на зберігання в холодильну камеру 11.

Під час виробництва пельменних виробів на лініях з попереднім формуванням тістового листа вологість тіста повинна бути меншою, ніж під час традиційних способів формування (замішуванні тісто повинно мати рихлу структуру). Вологість фаршу також повинна бути зниженою (вода повинна перебувати переважно у зв'язаному стані).

Тістовий лист може формуватися методом екструзії або розкачування. На рис. 26.5 наведена схема лінії для виробництва пельменів, в якій тістовий лист формується методом екструзії.

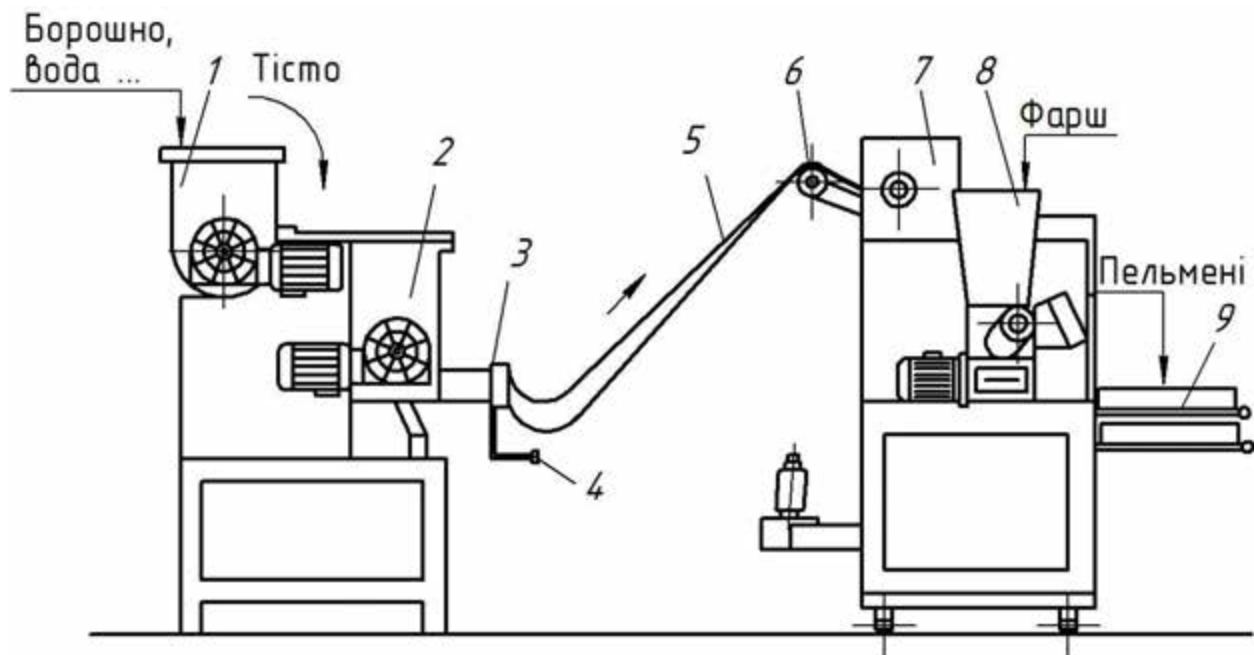


Рис. 26.5. Схема лінії виробництва пельменів D-250N фірми Dominioni:

1 – тістомісна ємність; 2 – екструдер; 3 – формуюча матриця; 4 – фотодатчик провисання тіста; 5 – тістовий лист; 6 – валик; 7 – машина для формування пельменів; 8 – бункер для фаршу; 9 – приймальні лотки

В першій машині відбувається замішування тіста і його пресування через спеціальну матрицю, що дозволяє отримати тістовий лист достатньої якості.

Машина використовується для промислового виробництва листового тіста. У верхню ємність 1 подається борошно, вода, сіль та інші компоненти за рецептурою, з допомогою робочого валу з лопатками відбувається попереднє замішування.

Потім ємність перевертається і тісто завантажується в ємність екструдера 2, де додатково перемішується і шнеком витискається через матрицю 3 у вигляді листа і подається на формуючу машину 7. Для регулювання подачі тістового листа використовується фотодатчик 4, який зупиняє екструдер у випадку провисання тіста (за його надлишку). Після зменшення провисання екструдер знову запускається в роботу.

В пельменному автоматі тістовий лист додатково розкачується і подається в робочий блок, де з неї вирізаються заготовки, в які дозується фарш. Тут же здійснюється надання виробам кінцевої форми.

Найбільшого поширення набуло обладнання (рис. 26.6), в якому тістовий лист формується методом розкачування тіста. Це забезпечує більш високу якість як тістового листа так і готової продукції, оскільки обробка здійснюється без теплових і механічних стресів, що дозволяє отримати лист тіста, однорідної структури, хорошого кольору, з температурою, майже рівною температурі тіста до розкачування.

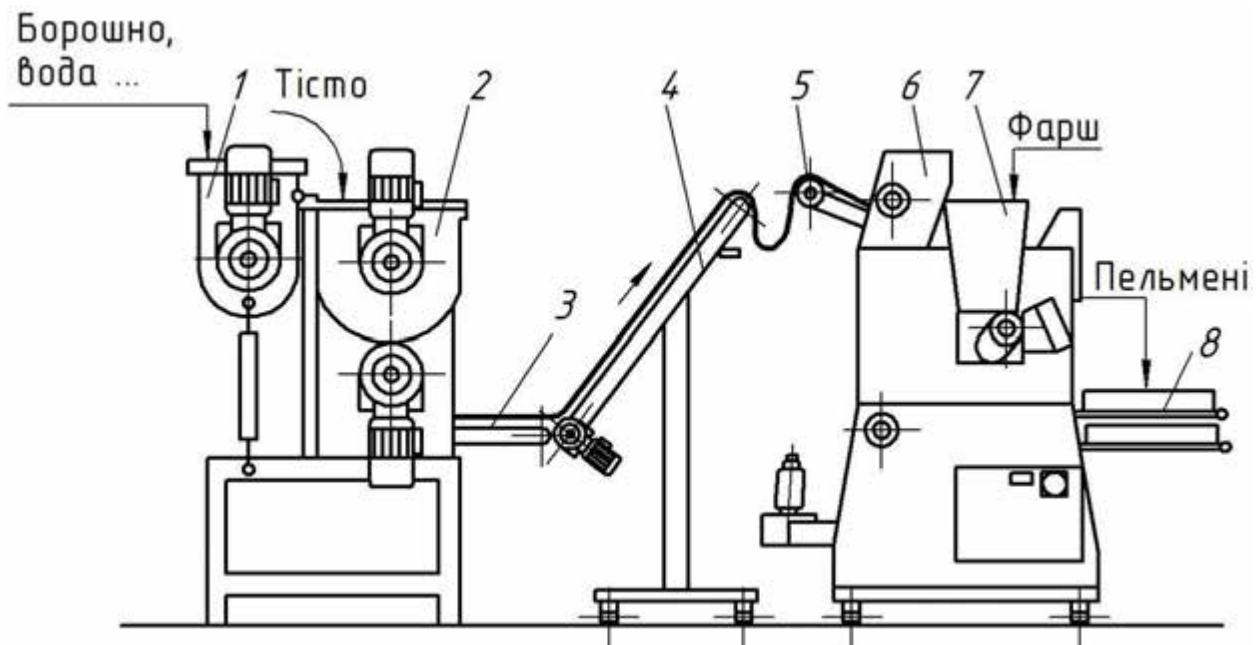


Рис. 26.6. Лінії виробництва пельменів фірми LB Italia: а – загальний вигляд лінії LB-320;
 б – машинно-апаратурна схема лінії RC-250: 1 – тістомісильна ємність;
 2 – тісторозкатувальна машина; 3, 4 – передаючі транспортери; 5 – приймальний валик;
 6 – машина для формування пельменів; 7 – бункер для фаршу; 8 – приймальні лотки

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Широкого розповсюдження на вітчизняних підприємствах також набули лінії, укомплектовані на основі обладнання, що формує пельменні вироби з наповненої фаршем тістової трубки.

Автомати типу СУБ (рис. 26.7) формують вироби в безперервному потоці, при цьому формування виробів здійснюється в три стадії: формування тістової трубки; наповнення тістової трубки фаршем; безпосереднє формування готових виробів. Третя стадія в свою чергу поділяється також на три етапи: розділення тістовою оболонкою фаршу; формування поверхні продукту; розділення і склеювання тіста.

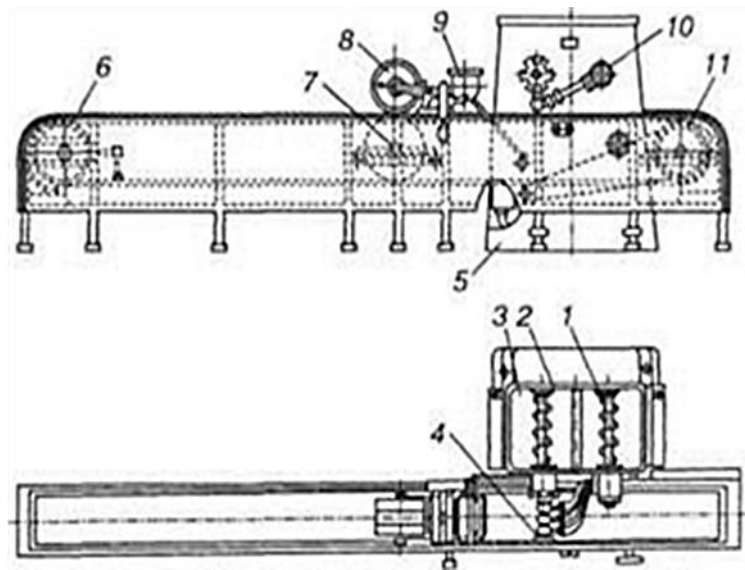


Рис. 26.7. Автомат СУБ-3М для формування пельменів: 1 – шнек подавання фаршу до ротаційного насоса; 2 – формувальний пристрій; 3 – бункер для тіста й фаршу; 4 – шнек для подавання тіста у формувальний пристрій; 5 – станина; 6 – натяжний барабан; 7 – проміжний барабан; 8 – штампувальний барабан; 9 – бункер для борошна; 10 – фаршевий ротаційний насос; 11 – привідний барабан

У автоматів типу СУБ формування виробів відбувається на лотках, якщо стрічка транспортера прогумована, або безпосередньо на металевій стрічці транспортера. Штампувальний барабан в автоматі є неприводним, тобто не має окремого приводу, а приводиться в обертання за рахунок притискання до транспортерної стрічки автомата. В різних автоматах може бути така кількість барабанів – 1, 2, 3, 6 або 12, що впливає на продуктивність автомата (продуктивність одного барабана з кількістю вічок 52 шт. при масі пельменів 12 г сягає 200 кг/год). Також продуктивність залежить від швидкості руху стрічки транспортера, яка може становити 5...7 м/хв.

Заповнені пельменями лотки вручну завантажують в морозильні шафи на полиці або рами, які направляють в швидкоморозильні апарати. Після заморожування пельмені збивають з лотків і завантажують в галтувальні барабани, де відламуються нерівності на краях пельменів, відділяються залишки борошна. Потім пельмені фасують і упаковують на автоматах.

**Розділ 27. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ПЕРЕРОБКИ ТЕХНІЧНОЇ
СИРОВИНИ І ВИРОБНИЦТВА СУХИХ ТВАРИННИХ КОРМІВ**

27.1. Основи процесів і стадії переробки технічної сировини

На м'ясопереробних підприємствах досить актуальним являється питання комплексної переробки сировини і утилізації відходів, до яких відносяться конфісковані ветеринарно-санітарним наглядом непридатні для харчування м'ясні продукти, труп тварин, кістки, що залишилися після обвалювання, кров на технічні цілі, шквара, субпродукти тощо.

Населені пункти, в яких знаходяться м'ясопереробні підприємства малої потужності, не завжди мають такі споруди як: водогін, каналізацію, обладнані пункти ветеринарного огляду привозних м'ясних продуктів, але, все ж наявність їх не вичерпує всі шляхи, якими хвороби передаються від тварин до тварин, а відтак і до людей. Досить велика небезпека для здоров'я населення з давніх часів приховується у незадовільному знищенні уражених хворобами м'ясних продуктів, що одержуються, як конфіскати, на бійнях і ветеринарно-санітарних пунктах огляду привізного м'яса, й від трупів тварин. Закопування в землю такого ураженого матеріалу не завжди виконується з достатньою акуратністю, і, крім того, багато які хвороботворні агенти в землі досить довгий час не гинуть, а, зокрема, спори сибірської виразки зберігаються десятками років.

З економічного боку, знищення заразних м'ясних продуктів і трупів закопування в землю, або простим спалюванням є дуже збитковим, тому що на ці операції необхідно витратити значні кошти.

Не дивлячись на безперервну інтенсифікацію сільськогосподарського та інших традиційних способів виробництва продуктів харчування, в світі збільшується дефіцит харчового білку, і насамперед, повноцінних білків тваринного походження.

В тваринництві білки необхідні для забезпечення максимального росту тварин, тому для створення повноцінної кормової бази необхідно приділяти особливу увагу нарощуванню виробництва якісних білкових кормів. Корми, вироблені з відходів тваринного походження, є більш цінним продуктом, ніж корми, які виготовлені з відходів рослинного походження.

Отже, використання на кормові цілі тих високоякісних і енергетично цінних побічних видів сировини, які створюють самі тварини, дає можливість збільшити виробництво білкових кормів і підвищити рентабельність тваринницьких підприємств та дозволить звільнити для харчових цілей певну кількість продовольчого зерна, що використовується зараз з меншим ефектом на корми. Крім того, переробка технічної сировини тваринного походження є природоохоронним заходом, який сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля м'ясопереробних підприємств.

На цей час на м'ясокомбінатах нехарчова сировина переробляється сухим методом за періодично діючою схемою із використанням головним чином

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

стаціонарних теплових апаратів (вакуум–горизонтальних котлів), що обумовлює значну тривалість процесу.

Процес теплового оброблення сировини у вакуумних–горизонтальних котлах незалежно від виду сировини проводиться у дві фази (перша: розварювання і стерилізація – проводиться під тиском, при цьому відбувається руйнування структури сировини, її знезараження і витоплювання жиру; друга: сушіння розвареної сировини, або знежиреної шквари – проводиться до вмісту масової частки вологи не більш 9 %).

Під час перероблення сировини за технологією з проміжним відбиранням жиру центрифугуванням термічне оброблення проводиться в два етапи в окремих апаратах.

На першому етапі сировина розварюється, стерилізується, частково підсушується. Волога шквари, що отримується після першого етапу теплового оброблення, направляється на знежирювання. На другому етапі проводиться сушіння вологої знежиреної шквари.

В процесі перероблення сировини здійснюють контроль за режимами роботи вакуумних котлів, перевіряючи тиск пари в паровій оболонці за манометром, тиск пари і вакуум у робочому просторі котлів за мановакуумметром, або за манометром і вакуумметром.

Залежно від потужності цеху технічних фабрикатів і оснащенні його обладнанням застосовують наступні технологічні схеми перероблення сировини в вакуумних котлах: перероблення технічної сировини у вакуумних горизонтальних котлах з знежиренням вологої шквари в підвісних центрифугах (рис. 27.1); перероблення технічної сировини у вакуумних горизонтальних котлах з знежиренням вологої шквари в підвісних центрифугах і швидкісною сушкою на комплексі обладнання типу Я5-ФПВ (рис. 27.2); перероблення технічної сировини з знежиренням водою або бульйоном (“мокрый спосіб”) (рис. 27.3); перероблення сировини без знежирення та інші.

Під час перероблення технічної сировини у вакуумних горизонтальних котлах з знежиренням вологої шквари в підвісних центрифугах (див. рис. 27.2) після закінчення першого етапу теплового оброблення шквару з масовою часткою жиру 30...45 % розвантажують з котла і подають в підвісну центрифугу типу ФПН. За частоти обертання ротора центрифуги 1450 об/хв. процес знежирення триває 4...6 хв. Шквару розвантажують з ротора центрифуги через нижній отвір і направляють у вакуумні котли для остаточного висушування. До шквари може добавлятися така сировина, як кістка-паренка, виварена кістка, кров, фібрин, формені елементи та яєчна шкаралупа, яка використовується Під час виробництва м'ясокісткового борошна. В цьому випадку потрібно провести стерилізацію сировини і подальше її висушування. Отримана суха шкvara охолоджується і направляється на подрібнення та просіювання. З кормового борошна виділяються феромагнітні домішки, після чого воно направляється на пакування.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ



Рис. 27.1. Схема переробки технічної сировини у вакуумних горизонтальних котлах з знежиренням вологої шквари в підвісних центрифугах

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

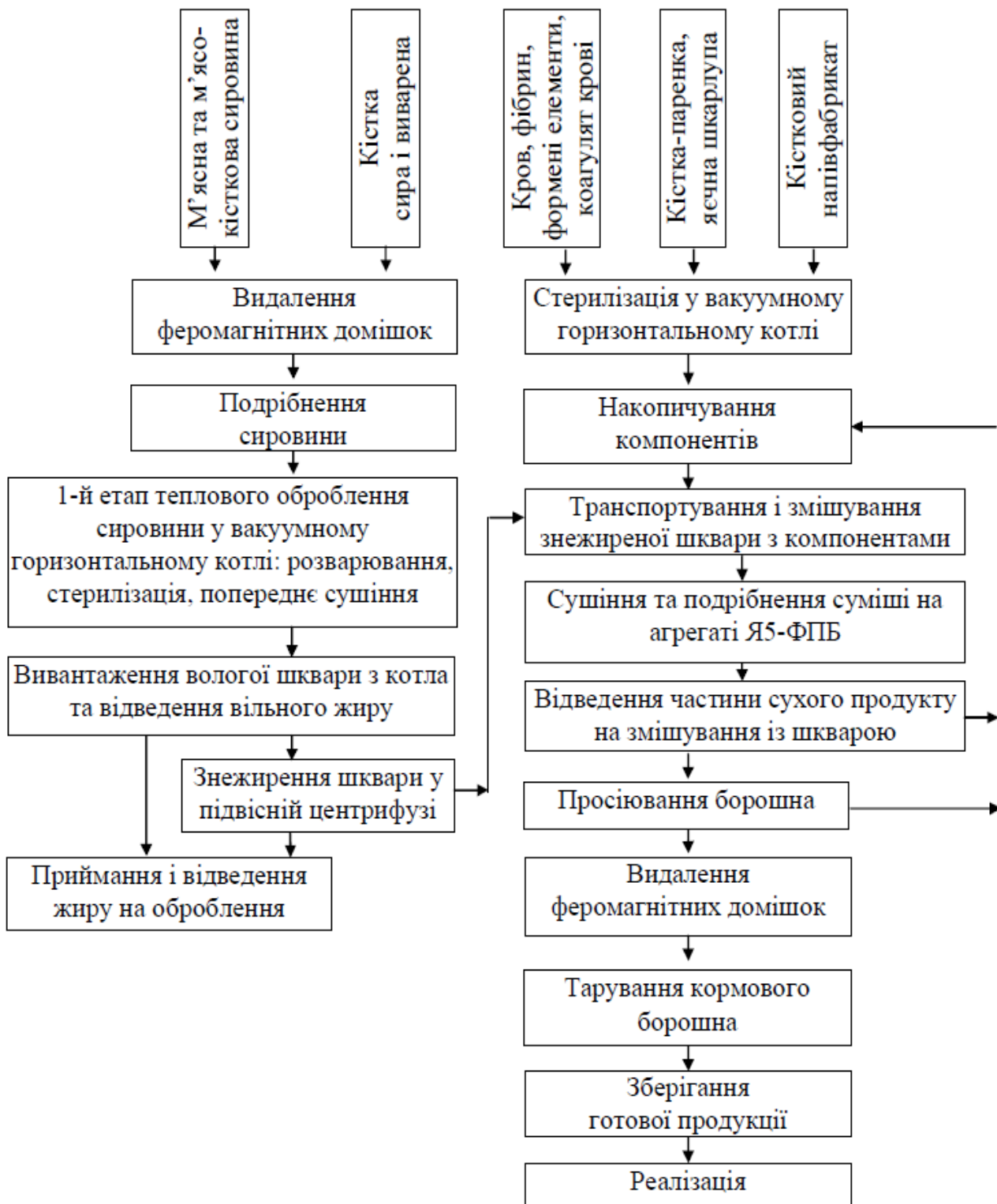


Рис. 27.2. Схема переробки технічної сировини у вакуумних горизонтальних котлах з знежиренням вологої шквари в підвісних центрифугах і швидкісною сушкою на комплексі обладнання типу Я5-ФПБ



Рис. 27.3. Схема переробки технічної сировини зі знежиренням водою або бульйоном

27.2. Машинно-апаратні схеми ліній переробки технічної сировини

На рис. 27.4 наведена типова схема лінії для переробки технічної сировини на м'ясопереробних підприємствах. В цій лінії тверду сировину похилим шнеком 1 завантажують в силовий подрібнювач 2 і накопичують у бункері 3. М'якісна технічна жирова і нежирова сировина транспортується трубопроводами в приймальний накопичувальний бункер 4, що має дві ємності. В бункер також передувочним баком 21 подають сировину, яка поставляється з інших підприємств.

З бункера сировину завантажують в різально-мийну машину 5 і похилим шнековим транспортером направляють в бункер для сировини 6. З бункерів 3 і 6 сировину в заданих рецептурою пропорціях перевантажують в бункер-дозатор 7, з якого сировину по черзі завантажують у вакуумні горизонтальні котли 11, в які також подають кров і шлям, попередньо скоагульовані в коагуляторі 8.

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

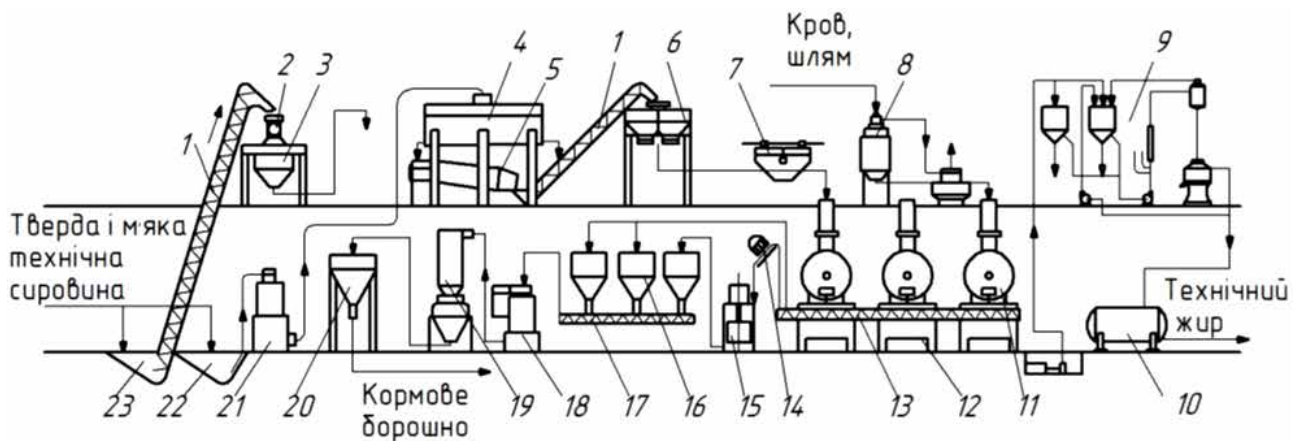


Рис. 27.4. Машинно-апаратурна схема лінії переробки технічної сировини: 1 – похилий шнековий транспортер; 2 – силовий подрібнювач; 3 – накопичувальний бункер, 4 – приймальний накопичувальний бункер; 5 – різально-мийна машина; 6 – бункер для сировини; 7 – пересувний бункер дозатор; 8 – бак-коагулятор; 9 – установка для очищення жиру; 10 – ємність для зберігання жиру і розливання в тару; 11 – вакуумні горизонтальні котли; 12 – відціджувачі; 13 – здвоєний шнек; 14 – магнітний сепаратор; 15 – підвісна центрифуга; 16 – бункери-накопичувачі; 17 – змішувальний шнек; 18 – подрібнювально-просіювальний агрегат; 19 – циклон; 20 – бункер готової продукції; 21 – передувочний бак; 22, 23 – ємності для твердої і м'якої сировини

Після розварювання і стерилізації сировини в котлах під надлишковим тиском, її висушування проводять під вакуумом.

Далі суміш жиру і шквари вивантажують в механізовані відціджувачі 12, звідки жир насосом перекачують в установку для очищення жиру 9, що складається з двох відстійників, насосів, підігрівача і сепаратора. Сепаруванням досягається швидке та якісне видалення з жиру води (вміст води становить до 0,2%) та механічних домішок. Перед подачею в сепаратор жир підігрівають до температури 90–95 °С. Під час сепарування до жиру додають 10–15 % гарячої води, яка сприяє покращенню кольору жиру. Отриманий очищений технічний жир направляють на зберігання в ємність 10 і на подальше фасування та пакування.

Жирову і нежирову шквару здвоєним шнеком 13 направляють на магнітний сепаратор 14 і підвісну центрифугу 15, або напяму перевантажують в окремі бункери-накопичувачі 16, звідки в заданій рецептурою пропорції змішувальним шнеком 17 подають в подрібнювально-просіювальний агрегат 18. Після відділення в циклоні 19 борошно надходить в бункер готової продукції 20 і на подальше фасування та пакування.

Крім традиційних схем виробництва технічної сировини з використанням вакуумних горизонтальних котлів періодичної дії використовують і безперервно діючі лінії. Так на рис. 27.5 наведено схему лінії безперервної дії К7-ФКЕ, яка призначена для виробництва м'ясокісткового борошна і технічного або кормового жиру з суміші м'якої сировини (70 %) і кісток (30 %).

Процес виробництва кормового борошна на лінії включає попереднє подрібнення сировини, її обробку в термоапараті (стерилізація, часткове

Частина III. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

знежирення, попереднє зневоднення), подрібнення вареної сировини, сушіння, охолодження та подрібнення шквари, пакування та зважування кормового борошна, маркування тари.

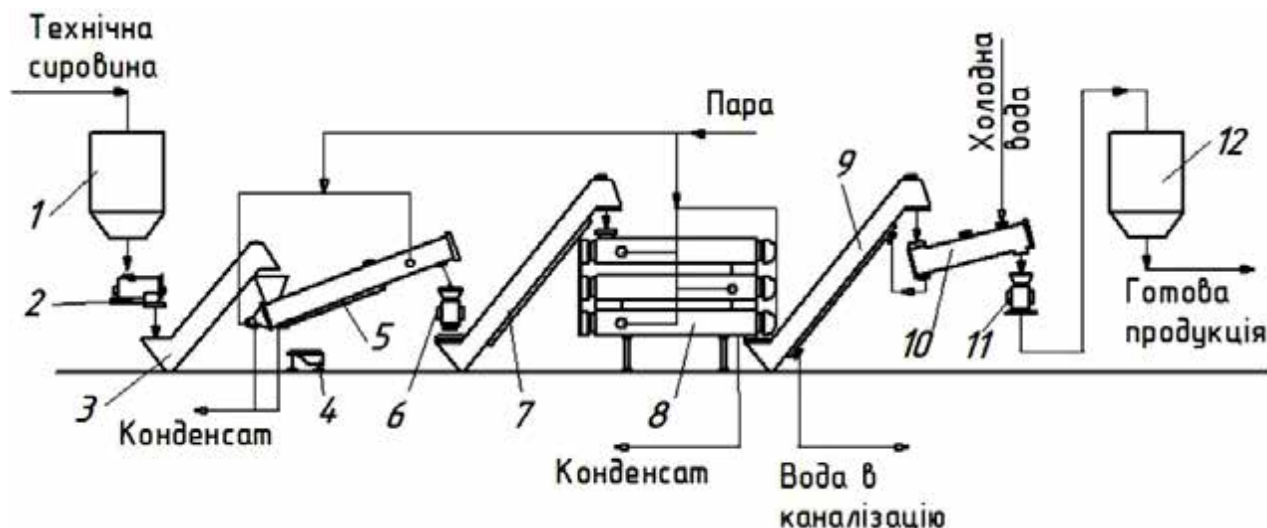


Рис. 25.5. Машинно-апаратурна схема лінії безперервної дії К7-ФКЕ для виробництва сухих тваринних кормів: 1 – приймальний бункер для сировини; 2 – силовий подрібнювач; 3 – елеватор; 4 – жироловлювач; 5 – шнековий зневоднювач; 6, 11 – молоткові дробарки; 7 – елеватор з обігрівом; 8 – сушильний агрегат; 9 – скребковий елеватор; 10 – шнековий охолоджувач; 12 – бункер готової продукції

Суміш м'якотної і кісткової сировини з приймального бункера 1 надходить на подрібнення до розміру 50 мм в силовому подрібнювачі 2 і елеватором 3 подається у шнековий зневоднювач 5, у якому вона піддається тепловій обробці (за тиску пари всередині сорочки і в шнековому валу апарату 0,35...0,4 МПа) протягом 20 хв. Температура продукту на виході з апарату складає не менше 90°C. В процесі варіння сировини виділяється до 3% жиру, 20% води у вигляді бульйону і до 25% пари. Водно-жирова суміш через решітку в днищі апарату безперервно відводиться в жироловлювач 4, над яким встановлена сітка з отворами діаметром не більше 3 мм. Втрати білка з бульйоном досягають 0,6 % від маси шквари.

Зварена сировина надходить у молоткову дробарку 6, де подрібнюються до часточок розміром менш 25 мм, і далі елеватором з обігрівом 7 подається у трисекційний сушильний агрегат 8. Процес сушіння триває 40...45 хв., при цьому виділяється вторинна пара, яка відводиться в конденсатор, а сухий продукт з масовою часткою вологи 9...10 % елеватором 9 подається в шнековий охолоджувач 10. Охолоджений продукт подрібнюють у молотковій дробарці 11 і отримане кормове борошно просівають через сито з отворами діаметром 4 мм, очищають від металодомішок на магнітному сепараторі, упаковують у мішки або передають на безтарне зберігання в бункер 12.

Продуктивність лінії К7-ФКЕ становить до 600 кг кормового борошна за зміну, а вихід готової продукції – до 28%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. посібник / О.В. Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомолів – Харків: Еспада, 2005. – 432 с.
2. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв: Підручник / О.М. Чепелюк, О.М. Гавва, І.Г. Бабанов, О.О. Чепелюк, С.Д. Беседа, О.І. Бабанова, В.М. Мосійчук – К.: Видавництво «Сталь», 2021. – 805 с.
3. Машина і обладнання для переробки сільськогосподарської продукції: Практикум / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка – К.: ЦП «Компринт», 2018 – 589 с.
4. Машина та обладнання переробних виробництв: Навч. посібник / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов та ін.; за ред. О.В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
5. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: Курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 288 с.
6. Некоз О.І., Батраченко О.В. Проектування м'ясорізальних вовчків: Навч. посіб.: МОН України, Черкас. держ. технол. ун-т – Черкаси: ЧДТУ, 2014. – 221 с.
7. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : Підручник / В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко та ін.; за ред. В.Г. Мирончука – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
8. Промисловий каталог фірми Karl Schnell GmbH & CO. KG [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2022. – Режим доступу: <https://www.karlschnell.de>
9. Промисловий каталог фірми Maschinenfabrik Seydelmann KG [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2022. – Режим доступу: <https://www.seydelmann.com>
10. Промисловий каталог фірми Maschinenfabrik Laska GmbH [Електронний ресурс]. – Австрія, 2022. – Режим доступу: <https://www.laska.at>
11. Промисловий каталог фірми MADO GmbH [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2022. – Режим доступу: <https://www.mado.de>
12. Промисловий каталог фірми GEA Convenience–Food Technologies [Електронний ресурс]. – Нідерланди, 2022. – Режим доступу: <https://www.gea.com>
13. Промисловий каталог фірми Marel [Електронний ресурс]. – Польща, 2022. – Режим доступу: <https://marel.com>
14. Промисловий каталог ВАТ «Полтавамаш» [Електронний ресурс]. – Україна, 2012. – Режим доступу : www.poltavamash.ua
15. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред. проф. І.Ф. Малежика – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

16. Сухенко Ю.Г., Ткачук А.І., Дениско О.А. Проектування технологічних процесів переробних і харчових виробництв. Лабораторний практикум: Навч. посібник / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка – К.: НУБіП України, 2011. – 250 с.
17. Сухенко Ю.Г., Сарана В.В., Сухенко В.Ю. Технологічне обладнання та лінії молокопереробних підприємств: Навч. Посібник / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка – К.: НУБіП України, 2013. – 658 с.
18. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник / М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За ред. М.М. Клименка. – К.: Вища освіта, 2006. – 640 с.
19. Технологічне обладнання рибопереробної галузі: Навчальний посібник / за ред. проф. Ю.Г. Сухенка – К.: НУБіП України, 2019. – 452 с.
20. Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, В.Ю. Сухенко, В.П. Василів. Навчальний посібник / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка – К.: НУБіП України, 2016 – 517 с.
21. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк – К.: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
22. Фірма Lima [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.lima-france.com/> (дата звернення 30.05.2022) – Назва з екрана.
23. Фірма Feleti [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://feleti.by/> (дата звернення 30.05.2022) – Назва з екрана.
24. Фірма Guenther [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.guenther-maschinenbau.de/> (дата звернення 30.05.2022) – Назва з екрана.
25. Фірма «Компо» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://kompro.by/> (дата звернення 30.05.2022) – Назва з екрана.
26. Фірма Alfa Laval Corporate AB [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: www.alfalaval.com (дата звернення 30.05.2022) – Назва з екрана.
27. Фірма ПАТ "Барський машзавод" [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: www.barmash.com.ua/ (дата звернення 30.05.2022) – Назва з екрана.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Сарана Віктор Володимирович, канд. техн. наук, доцент
Василів Володимир Павлович, канд. техн. наук, доцент
Бурова Зінаїда Андріївна, канд. техн. наук, доцент
Муштрук Михайло Михайлович, канд. техн. наук, доцент
Жеплінська Марія Михайлівна, канд. техн. наук, доцент
Слободянюк Наталія Михайлівна, канд. с–г. наук, доцент

Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств

Підручник

Частина 2

Художнє оформлення В.В. Сарана
Комп'ютерна верстка З.А. Бурова

Підписано до друку 09.04.24 Формат 60х84\16
Ум. друк. арк. 21,5 Наклад 100 прим. Зам. № 240212

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011