В. Г. Мирончук, І. С. Гулий, М. М. Пушанко, Л. О. Орлов,
А. І. Українець, О. Т. Лісовенко, В. М. Таран, В. М. Гуцалюк,
В. Л. Яровий, І. М. Литовченко, Н. М. Пушанко

ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ПЕРЕРОБНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Допущено Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів вищих навчальних закладів

За редакцією доктора технічних наук,
професора В. Г. Мирончука

Видання 2-ге, перероблене і доповнене

Вінниця «НОВА КНИГА» 2007

ЗМІСТ

Вступ 3

Розділ 1. Харчові виробництва в системі засобів забезпечення населення продуктами харчування 5
1.1. Джерела сировини для харчових виробництв. Традиційність продуктів харчування 5
1.2. Напрямки розвитку технологічного обладнання в харчовій промисловості ... 7
1.3. Загальні відомості про технологічне обладнання харчових виробництв 7
1.4. Значення виду вихідної сировини і готової продукції в технологічному процесі 9
1.5. Форми організації технологічного процесу і основна ознака класифікації обладнання 10
1.6. Класифікація технологічних машин за характером дії і способом відносного руху оброблюваного матеріалу 11
1.7. Теорія продуктивності машин та апаратів 13
1.8. Основні техніко-економічні показники технічного рівня і ефективності технологічних машин 16

Розділ 2. Типові робочі органи для обробки харчових продуктів з конструкції та розрахунки 23
2.1. Робочі органи для транспортування сировини і напівфабрикатів 23
2 1.1. Стрічкові робочі органи 23
2.1.2. Пластинчасті робочі органи 25
2.1.3. Скребкові робочі органи 27
2.1.4. Ківшові робочі органи 29
2.1.5. Пружні робочі органи (грохоти) 30
2.1.6. Гвинтові робочі органи 33
2.2. Ударні робочі органи 39
2.2.1. Ударні робочі органи для подрібнення крихких матеріалів 39
2.2.2. Молоткові дробарки 40
2.2.3. Щокові дробарки 46
2.2.4. Конусні дробарки 49
2.3. Барабанні подрібнювачі 51
2.4. Вальцьові робочі органи 55
2.5. Пальцьові подрібнювачі 60
2.6. Ріжучі робочі органи 64
2.7. Робочі органи для перемішування рідких харчових продуктів 68
2.7.1. Конструкції робочих органів мішалок 70
2.8. Поршневі робочі органи 85

Розділ 3. Обладнання для підготовки сировини до основних технологічних операцій 87
3.1. Характеристика матеріалів 87
3.2. Склади для коренеплодів та інших насипних матеріалів 88
3.2.1. Склади для зберігання буряків 88

3.2.2. Склади для картоплі 94
3.2.3. Зерносклади підлогового зберігання 95
3.2.4. Склади безтарного зберігання зернистих і порошкоподібних матеріалів 96
3.2.5. Склади для зберігання рідких, пластичних та розчинних продуктів 99
3.3. Обладнання для відділення зайвих домішок від сировини і готової продукції 101
3.3.1. Відділення легких домішок 101
3.3.2. Відділення важких домішок 103
3.3.3. Вловлювачі феромагнітних домішок 107
3.4. Обладнання для очищування рослинної сировини 109
3.5. Обладнання для стерилізації і санітарної підготовки технологічного обладнання 117
3.6. Обладнання для миття сировини і тари 130

Розділ 4. Обладнання для механічної переробки сировини та напівфабрикатів розділенням 146
4.1. Обладнання для подрібнення, різання та перетирання 146
4.1.1. Обладнання для розділення сировини методом подрібнення та перетирання 146
4.1.2. Обладнання для розділення рослинної та тваринної сировини та напівфабрикатів різанням 159
4.2. Обладнання для розділення неоднорідних систем шляхом виділення з рідких сумішей зважених твердих і колоїдних частинок 168
4.2.1. Обладнання для розділення неоднорідних систем у гравітаційному полі 168
4.2.2. Обладнання для фільтрування харчових продуктів 180
4.2.3. Осадження в полі відцентрових сил. Центрифуги 196
4.2.4. Сепаратори 211
4.2.5. Відцентрові пилеосадні апарати (циклони) 216

Розділ 5. Обладнання для механічної переробки сировини і напівфабрикатів з'єднанням 222
5.1. Класифікація, конструкції і розрахунок змішувальних машин 222
5.1.1. Змішувачі періодичної дії 223
5.1.2. Змішувальні машини безперервної дії 230

Розділ 6. Обладнання для механічної переробки сировини і напівфабрикатів формуванням 234
6.1. Класифікація методів формування харчових продуктів і обладнання для проведення процесів формування 234
6.2. Обладнання для формування харчових продуктів шляхом пресування 234
6.3. Обладнання для формування харчових продуктів шляхом штампування 241
6.4. Обладнання для формування харчових продуктів шляхом екструзії 248
6.5. Формування харчових продуктів округленням та розкочуванням 255

Розділ 7. Обладнання для проведення теплових процесів 260
7.1. Основи теорії теплопередачі 260
7.2. Класифікація обладнання для проведення теплових процесів 265
7.3. Технологічне обладнання для проведення процесів теплообміну 266
7.3.1. Загальні положення 266

7.3.2. Обладнання для проведення нагрівання і охолодження харчових продуктів ... 267
7.3.3. Обладнання, що використовує дію електричного струму промислової частоти ... 282
7.3.4. Обладнання для випаровування згущення та кристалізації харчових продуктів ... 283
7.4. Методи розрахунку теплообмінних апаратів ... 298
7.4.1. Основні положення розрахунків теплообмінних апаратів ... 298
7.4.2. Тепловий розрахунок ... 299
7.4.3. Розрахунок основних конструктивних розмірів теплообмінних апаратів ... 305

Розділ 8. Обладнання для проведення масообмінних процесів ... 313
8.1. Екстрагування ... 313
8.1.1. Вимоги до екстракційного обладнання ... 316
8.1.2. Класифікація екстракторів ... 316
8.1.3. Екстрактори періодичної дії ... 317
8.1.4. Розрахунок продуктивності ... 321
8.1.5. Екстрактори безперервної дії ... 322
8.1.6. Ротаційні установки ... 323
8.1.7. Вертикальні екстрактори ... 325
8.1.8. Двоколонні та багатоколонні екстрактори ... 328
8.1.9. Екстрактори похилого типу ... 331
8.1.10. Шнекові горизонтальні екстрактори ... 334
8.1.11. Екстрактори зрошувального типу ... 336
8.1.12. Розрахунок продуктивності безперервнодіючих екстракторів ... 338
8.2. Обладнання для перегонки та ректифікації ... 339
8.2.1. Ректифікаційна установка для виробництва спирту-сирцю ... 342
8.2.2. Брагоректифікаційні установки ... 343
8.2.3. Конструкції колонних ректифікаційних установок ... 346
8.2.4. Теплове і допоміжне обладнання ректифікаційних установок ... 351
8.2.5. Основи розрахунку ректифікаційних апаратів безперервної дії ... 355
8.3. Обладнання для проведення сорбційних процесів ... 358
8.3.1. Абсорбція ... 359
8.3.2. Конструкції абсорберів ... 359
8.3.3. Адсорбція ... 362
8.3.4. Конструкції адсорберів ... 363
8.3.5. Розрахунок вугільного адсорбера ... 364
8.3.6. Десорбція ... 365
8.3.7. Іонний обмін ... 366
8.4. Обладнання для сушіння харчових продуктів ... 367
8.4.1. Основи теорії сушіння ... 368
8.4.2. Класифікація і конструкції сушарок ... 372
8.4.3. Особливі способи сушіння ... 389
8.5. Обладнання для гігротермічної і теплової обробки тістових напівфабрикатів ... 391
8.5.1. Призначення і класифікація хлібопекарських печей ... 391
8.5.2. Основи теорії випікання ... 392
8.5.3. Будова, схеми обігрівання та теплові режими сучасних хлібопекарських печей ... 396
8.5.4. Перспективні конструкції хлібопекарських печей ... 404

8.5.5. Основи розрахунку хлібопекарських печей 407
8.6. Обладнання для обсмажування харчових продуктів 411
8.6.1. Немеханізована пароолійна обсмажувальна піч 412
8.6.2. Механізована обсмажувальна піч М-8 416
8.6.3. Обсмажувальна піч з виносною нагрівальною камерою 417
8.6.4. Обсмажувальна піч з електричним нагрівником 419

Розділ 9. Обладнання для проведення мікробіологічних процесів 420
9.1. Класифікація обладнання 420
9.2. Обладнання для виробництва солоду 420
9.2.1. Машино-апаратурна схема виробництва солоду 420
9.2.2. Апарат для миття та замочування зерна 422
9.2.3. Розрахунок замочувального апарата 422
9.2.4. Обладнання для пророщування зерна 425
9.2.5. Пневматична ящикова солодовня 426
9.2.6. Тепловий баланс і розрахунок кількості повітря для ящикової пневматичної солодовні 427
9.2.7. Визначення основних параметрів солодовні з пересувною грядкою 431
9.2.8. Барабанні солодовні 433
9.2.9. Розрахунок пневматичного солодоростильного барабана 434
9.3. Обладнання для виробництва хлібопекарних дріжджів 438
9.3.1. Дріжджеростильні апарати 438
9.3.2. Розрахунок дріжджеростильного апарата 441
9.4. Обладнання для виробництва спирту 444
9.4.1. Змішувач-передрозварник 445
9.4.2. Варочні апарати 446
9.4.3. Розрахунок варочних апаратів і змішувачів безперервної дії 448
9.4.4. Апарати для охолодження і зцукрювання заторів 450
9.4.5. Зцукрюючий апарат 450
9.4.6. Бродильні чани 450
9.4.7. Розрахунок бродильного апарата 451
9.5. Обладнання виноробного виробництва 453
9.6. Обладнання пивоварного виробництва 457
9.7. Обладнання для виробництва хлібного квасу 459
9.8. Обладнання для проведення мікробіологічних процесів при приготуванні рідких опар 460

Розділ 10. Обладнання для теплового та електрофізичного оброблення харчової сировини та напівфабрикатів 463
10.1. Обладнання для пастеризації та стерилізації харчових продуктів 463
10.1.1. Стерилізатори періодичної дії 466
10.1.2. Стерилізатори безперервної дії 478
10.1.3. Пастеризаційні установки 486
10.2. Електрофізичні методи оброблення харчових продуктів 497
10.2.1. Електроконтактне нагрівання 497
10.2.2. Електроплазмоліз 499
10.2.3. Пастеризація та стерилізація струмами високої та надвисокої частоти 502
10.2.4. Стерилізація іонізуючим випромінюванням 506
10.2.5. Інфрачервона пастеризація 509
10.2.6. Обладнання для ультрафіолетового опромінення 512

10.2.7. Оброблення пружними хвилями 514
10.2.8. Установки для оброблення харчових продуктів електричними полями 518

Розділ 11. Обладнання для оброблення розчинів харчових продуктів мембранними методами 521
11.1. Сутність основних мембранних методів 521
11.2. Мембранні елементи і апарати із плоскими мембранами 526
11.3. Мембранні апарати з рулонними елементами 536
11.4. Мембранні елементи і установки з трубчастими мембранами 539
11.5. Мембранні елементи і установки з капілярними мембранами 545

Розділ 12. Основи монтажу, ремонту і експлуатації обладнання 552
12.1. Основи монтажу 552
12.1.1. Загальні положення 552
12.1.2. Принципи виконання монтажних робіт 552
12.1.3. Способи і методи організації монтажних робіт 553
12.1.4. Підготовчі роботи монтажу 554
1.2.1.5. Загальномонтажні роботи 555
12.2. Основні положення експлуатації і ремонту обладнання 559
12.2.1. Основні правила експлуатації обладнання 559
12.2.2. Система планового технічного обслуговування та ремонту обладнання .. 561
12.2.3. Парк запасних частин 564
12.2.4. Основні вимоги охорони праці при експлуатації, обслуговуванні та ремонті обладнання 567
12.3. Оцінка технічного стану обладнання 568
12.3.1. Пошкодження та відмови в роботі обладнання 568
12.3.2. Дефекти та зношення деталей і спряжень обладнання 569
12.3.3. Технічна діагностика обладнання 578
12.4. Корозія металу та мастильні матеріали 579
12.4.1. Особливості корозії і характерні види зношення деталей обладнання харчових виробництв 579
12.4.2. Методи захисту від корозії 582
12.4.3. Види та фізичні властивості мастильних матеріалів 584
12.4.4. Способи мащення машин та організація мастильного господарства 587
12.5. Технологія ремонту обладнання 589
12.5.1. Виробничий процес ремонту обладнання 589
12.5.2. Підготовчі операції ремонту обладнання 589
12.5.3. Здача обладнання в ремонт та прийняття його з ремонту 592
12.5.4. Дефектування деталей 593
12.5.5. Методи ремонту і відновлення деталей та спряжень 593
12.5.6. Ремонт з постановкою допоміжних (ремонтних) виробів та компенсаторів ... 596
12.5.7. Відновлення деталей електродуговим зварюванням і наплавленням 598
12.5.8. Ремонт деталей газовим зварюванням і наплавленням 606
12.5.9. Зварювання деталей з чавуну, міді та алюмінієвих сплавів 608
12.5.10. Ремонт деталей паянням 611
12.5.11. Відновлення деталей пластичним деформуванням 612
12.5.12. Ремонт деталей полімерними матеріалами 614
12.5.13. Механічна обробка під час ремонту деталей 614
12.6. Складання обладнання 615

12.6.1. Загальні принципи складання обладнання 615
12.6.2. Основні положення про розмірні ланцюги 616
12.6.3. Основи розрахунку розмірних ланцюгів 618
12.6.4. Складання валів 622
12.6.5. Складання зубчастих передач 626
12.6.6. Умовні позначення підшипників 630
12.6.7. Випробування обладнання 631

Література 633

РОЗДІЛ 6

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ СИРОВИНИ І НАПІВФАБРИКАТІВ ФОРМУВАННЯМ

6.1. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ

У харчовій промисловості отримання продукту методом формування зустрічається практично в усіх галузях. Для класифікації різноманітного технологічного оформлення процесу розрізняють такі способи формування:

1) шляхом пресування з метою надання напівфабрикату певної щільності та форми (наприклад, отримання цукру-рафінаду);

2) шляхом штампування з метою надання напівфабрикату певної форми (отримання тістових заготовок для печива);

3) шляхом екструзії, тобто видавлювання з подальшим поділом напівфабрикату на окремі вироби (отримання макаронних виробів); залежно від властивостей напівфабрикату тиск, потрібний для екструзії, досягається за допомогою таких способів нагнітання, як шнековий, валковий, поршневий, лопатевий, шестеренний;

4) шляхом округлення та розкочування (обробка батоноподібних тістових напівфабрикатів у хлібопекарській промисловості).

При аналізі умов, в яких проходять згадані процеси формування, можно виділити такі їх особливості:

– в перших двох випадках напівфабрикат ЗДАВЛЮЄТЬСЯ в замкненому об'ємі до певного тиску, при якому відбувається утворення виробу;

– у третьому випадку напівфабрикат здавлюється в обмеженому об'ємі до потрібного тиску, але поступово ВИДАВЛЮЄТЬСЯ крізь калібровані отвори;

– у останньому випадку напівфабрикат обробляється на площині чи профільованій поверхні методом НАДАВЛЮВАННЯ, не будучи вміщеним у замкнений об'єм.

В усіх випадках відбувається обробка матеріалу підвищеним тиском.

Відповідно до перерахованих методів формування існує і обладнання для їх реалізації. Наочно оцінити різноманітність методів формування та галузей їх використання дає можливість класифікація, зроблена А. Я. Соколовим [4], (рис. 6.1). б) – при пресуванні винограду та в олійному виробництві; в) при переробці сирого жому; г) – в кондитерській промисловості при отриманні корпусів цукерок; д) – при отриманні гранул продукту; е) – при пресуванні цукру; ж) – при отриманні порцій концентратів; з) – при пресуванні цукру; к) – при виробництві карамелі; л) – при пресуванні картопляної мезги; м) – при пресуванні винограду; н) – при пресуванні чаю; о) – при пресуванні винограду; п) – при виробництві концентратів.

6.2. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ШЛЯХОМ ПРЕСУВАННЯ

Процес формування, в результаті якого змінюються щільність та форма харчового продукту, називатимемо пресуванням. В його ході продукт вміщується в замкнений об'єм та піддається дії тиску.

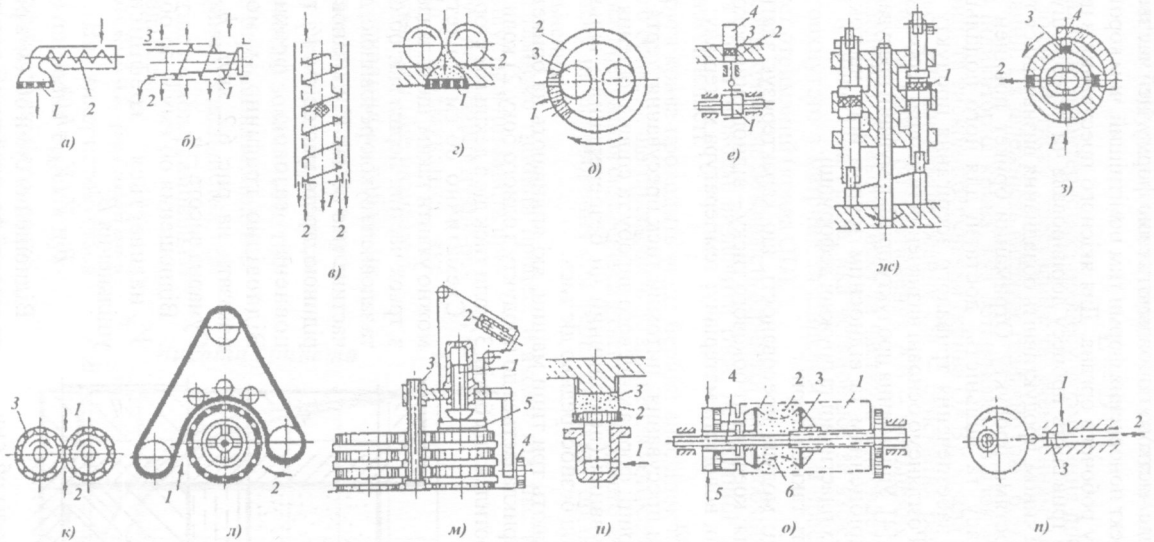

Рис. 6.1. *Способи отримання виробів формуванням у харчовій промисловості та схеми робочих органів машин для цього:* ***рис. а:*** *1 – матриця, 2 – шнек;* ***рис. б:*** *1 – сітчастий циліндр, 2 – тверда фракція, 3 – рідка фракція;* ***рис. в:*** *1 – рідка фракція, 2 – тверда фракція;* ***рис. г:*** *1 – матриця, 2 – валки;* ***рис. д:*** *1 – вихід гранул, 2 – матриця 3 – пресуючі вальці;* ***рис. е:*** *1 – ексцентриковий вал, 2 – нижній пуансон, 3 – брикет, 4 – верхній пуансон;* ***рис. ж:*** *1 – готовий брикет;* ***рис. з:*** *1 – засипання продукту в матрицю, 2 – виштовхування брикета, 3 – брикет, 4 – пуансон;* ***рис. к:*** *1 – надходження продукту, 2 – вихід брикета, 3 – ротор;* ***рис. л:*** *1 – надходження продукту, 2 – вихід брикета;* ***рис. м:*** *1 – головний циліндр, 2 – допоміжний підйомний циліндр, 3 – вісь обертання пресуючого пристрою, 4 – колесо, 5 – пресуюча плита;* ***рис, н:*** *1 – подача рідини для робочого ходу плунжера, 2 – пресформа, 3 – брикет;* ***рис. о:*** *1 – сітчастий циліндр, 2 – продукт, що пресується, 3 – пресуючі плити, 4 – гвинт, 5 – подача рідини в циліндри переміщення плити, 6 – ланцюги для розпушування продукту при розсуванні плит;* ***рис. п:*** *1 – надходження продук ту, 2 – вихід брикета, 3 – поршень*

Як правило, більшість харчових продуктів, що отримуються пресуванням, – це пружно-в'язко-пластичні середовища. Деякі з них через свою пружність після зняття тиску за якийсь час частково поновлюють свою форму. Цей час зветься періодом релаксації. Ефект поновлення форми тим помітніший, чим коротший вплив на продукт з боку робочого органа. Для якісного пресування в цьому випадку потрібно, щоб тривалість процесу дорівнювала чи перебільшувала період релаксації. Таким чином, продуктивність обладнання визначається також реологічними властивостями продукту. Отриманий брикет повинен мати необхідні розміри, масу та щільність, достатні для його подальшого транспортування. Для забезпечення тривалого зберігання продукту його додатково підсушують. Розглянемо основні визначення та явища, необхідні для розуміння ходу процесу [4]. Ущільнення продукту при формуванні пресуванням супроводжується подрібненням та відносним зсувом його часток, яке відбувається внаслідок їх пластичної та пружної деформації.

На процесс впливають такі фактори:

1 група – реологічні: модуль пресованості, що характеризує здатність продукту до ущільнення; коефіцієнт бокового тиску – відношення бокового тиску до вертикального; вологість матеріалу; температура матеріалу; його гранулометричний склад.

2 група – за умовами пресування: питомий тиск пресування; тертя продукту об поверхню матриці; форма кінцевого виробу та співвідношення його розмірів; режим пресування (періодичний чи безперервний); кількість поверхонь брикету, на які безпосередньо діє тиск.

На практиці розрізняють три типи машин, які впливають на брикет по-своєму, – 1) коли тиск прикладається до продукту з одного боку, 2) коли тиск прикладається з двох протилежних боків, 3) коли тиск діє з декількох сторін.

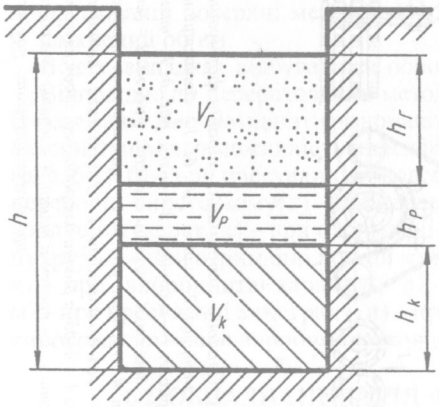

Рис. 6.2. *Умовний поділ об'єму продукту, що пресується, на окремі фракції*

Схематично об'єм брикету V можно уявити таким, що складається з трьох частин: перша має об'єм V_K та заповнена сухою речовиною, друга частина має об'єм V_p та заповнена рідиною, третя має об'єм $V_Г$ та заповнена газовою фракцією. Відповідно графічно їх можно показати на рис. 6.2, як h_K, h_P, $h_Г$. Сумарна висота – h.

Відношення об'єму V до об'єму V_K називається коефіцієнтом ущільнення B:

$$B = V / V_K = h / h_K . \qquad (6.1)$$

Відношення суми об'ємів рідкої та газової фракцій до об'єму сухої речовини називається коефіцієнтом порозності:

$$E = (V_P + V_Г)/V_K . \quad (6.2)$$

Коефіцієнти ущільнення та порозності пов'язані між собою співвідношенням:

$$E = B - 1. \quad (6.3)$$

Важлива характеристика процесу формування пресуванням – залежність між додатком тиску пресування та зменшенням коефіцієнта ущільнення речовини. Ця залежність виглядає графічно (рис. 6.3) як дві криві пресування:

1) індикаторна крива, яка встановлює зв'язок між висотою брикета в матриці та тиском пресування (крива OAB); крива пресування OAB складається з гілки навантаження OA – стискання речовини під зовнішним тиском та гілки розвантаження AB – звільнення стислого брикету від прикладеного до нього тиску та часткове відновлення розміру;

2) технологічна крива, яка встановлює зв'язок між висотою брикету, виштовхнутого з матриці, та кінцевим тиском пресування, при якому той брикет отриманий (крива OD).

Перша крива дає можливість отримати дані, необхідні для розрахунку пресів; друга крива дозволяє визначити тиск, необхідний для отримання брикету заданої щільності.

Друга крива проходить вище першої внаслідок пружної деформації готового брикету, що призводить до зниження його середньої щільності.

Тиск пресування складається з тиску, необхідного для ущільнення продукту, та тиску на переборення сил тертя продукту об інструмент у ході його ущільнення.

Розглянемо типовий процес, в якому під час його реалізації значно збільшується щільність продукту – пресування цукру-рафінаду. Формування, яке відбувається, ще називають брикетуванням, тобто це ущільнення насипаного продукту в замкненому об'ємі за допомогою зовнішнього тиску до отримання монолітного брикету з щільністю, при якій тіло не може самовільно розпадатись.

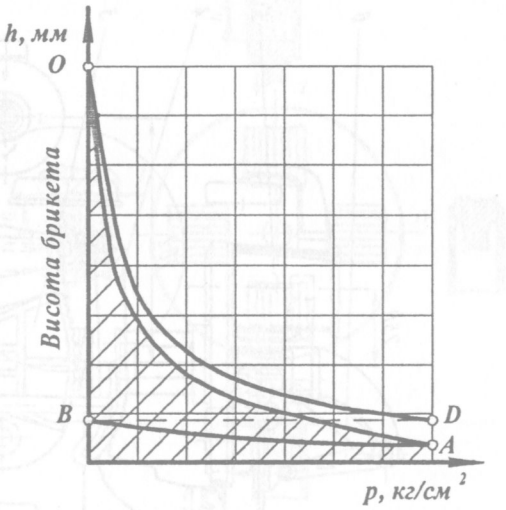

Рис. 6.3. *Индикаторна (OAB) та технологічна (OД) криві пресування*

Дисковий ротаційний прес. Він використовується для отримання брусків цукру-рафінаду, які потім розколюються на шматочки, є типовим механізмом, на прикладі роботи якого можна побачи-

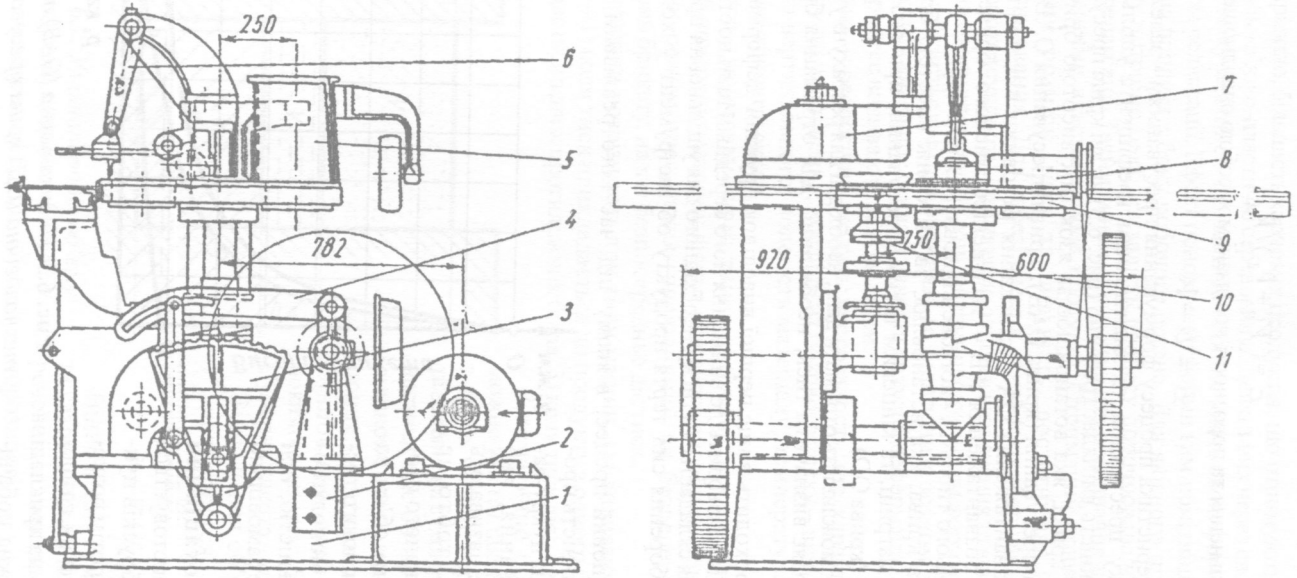

Рис. 6.4. *Дисковий ротаційний прес для цукру*

ти всі стадії процесу пресування, познайомитись з особливостями його перебігу [1].

Він складається (рис. 6.4) з таких основних вузлів: набивної коробки 5 для прийому сирої рафінадної кашки; валу 10 з дисками 9 з матрицями та пуансонами 11, упора 7 для пресування брусків рафінаду; механізма для натирання пуансонів 8, механізма для подачі цукру в матриці; механізма 6 для зіштовхування відпресованих брусків рафінаду; механізма для підйома пуансонів 4, механізма 3 для поворота диска; станіни 1, стойки 2.

Схема пресування рафінадної кашки наведена на рисунку 6.5. Прес має круглий стіл, який обертається в горизонтальній площині. За час одного оберту стіл робить чотири зупинки, під час яких відбуваються чотири операції: 1 – пуансони відведені донизу і матриця заповнюється рафінадною кашкою (h_0 – початкова висота заготовки); 2 – пуансон піднімається вгору та відбувається формування брусків рафінаду, причому роль верхнього пуансона виконує рухомий клин (h – кінцева висота брикету); 3 – бруски рафінаду виштовхуються пуансонами з матриць; 4 – пуансон очищається від залишків цукру та натирається мастикою.

Матриці уявляють собою латунні коробки, які закріплені в отворах диска. Матриці дозволяють отримати бруски цукру таких розмірів: 22×22×188 мм, 22×23×184 мм, 24×24×188 мм.

При середній щільності сухого рафінаду 1,29 г/см³ маса одного бруска дорівнює 125 г. Це розраховано для того, щоб після того, як бруски будуть розколоті, з чотирьох штук утворилась півкілограмова пачка рафінаду.

Важливо простежити, як забезпечується послідовність всіх чотирьох перерахованих вище операцій отримання рафінаду. Кінематичний зв'язок вузлів показаний на рисунку 6.6.

Всі механізми приводяться до руху від електродвигуна 1 через передаточні шестерні 2, 25, 27, 29, 30, 32 та три горизонтальних вали 31, 33, 34. На валу 32 є конічна шестерня 37, яка приводить в обертальний рух зірочку 38, від неї рух передається пальчастим валам 24 набивної коробки.

Перервний, поступовий рух диска 16 відбувається у такому порядку. На втулці

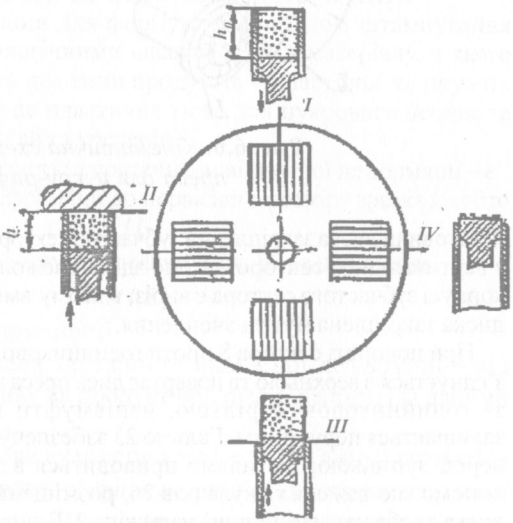

Рис. 6.5. *Схема пресування рафінадної кашки*

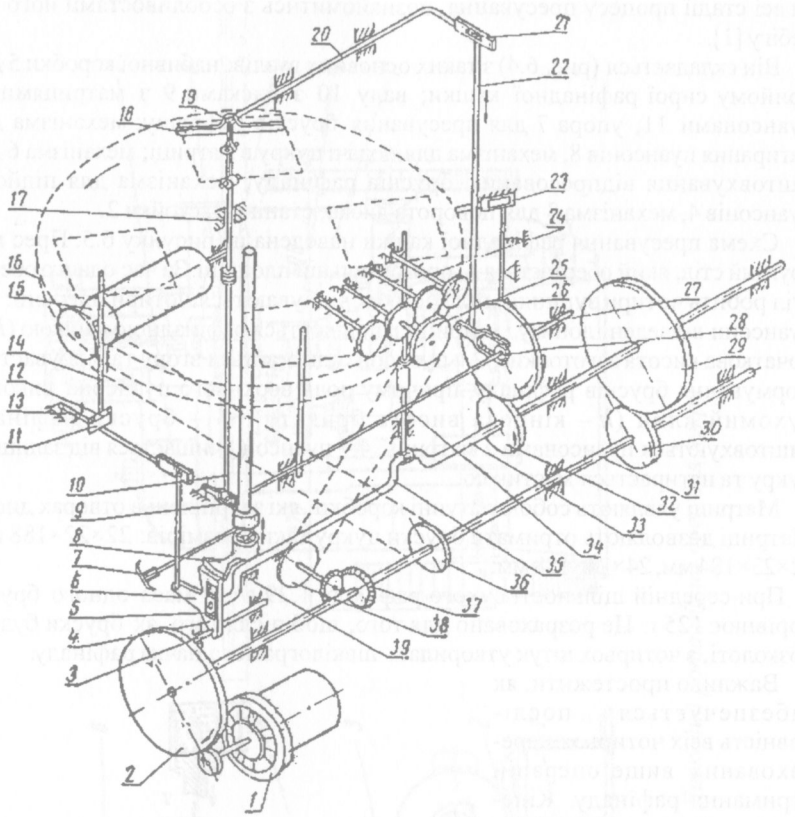

Рис. 6.6. *Кінематична схема дискового преса для цукру-рафінаду*

хрестовини диска закріплений зубчастий сектор 8, який знаходиться в зацілленні з вертикальним сектором 4, що здійснює коливальні рухи відносно осі 3. В корпусі зубчастого сектора є виріз, в якому вміщений повзун 5. На хрестовині диска закріплена муфта зчеплення.

При повороті сектора 8 проти годинникової стрілки нижня частина муфти з'єднується з верхньою та повертає диск преса на 90 °. Коли сектор повертається за годинниковою стрілкою, напівмуфти просковзують та диск преса залишається нерухомим. Гальмо 23 забезпечує зменшення інерції руху столу перед зупинкою; це гальмо приводиться в зворотно-поступальний рух за допомогою важеля та кулачків 26, розміщених на шестерні 27. Для зупинки диска треба натиснути вниз на важіль 7. Виштовхувач 17 приводиться до руху через кулісу 9 та важіль 10. Скрібок 18, призначений для зсування відпресованих брусків з пуансона на сушильну планку, приводиться до руху важелем 19.

Всі деталі преса, що контактують з цукровими брусками, виготовлені з латуні. Для запобігання прилипанню кашки рафінаду робоча поверхня матриць та пуансонів полірується. Для нормальної роботи преса всі його механізми повинні бути чітко відлагоджені. Надійність взаємодії всіх деталей перевіряється ручним провертанням диска преса в робочому напрямку.

До недоліків дискових пресів слід віднести коливання потужності та навантаження на механізми, що випливає із циклічності самого процесу пресування. Розглянемо методику розрахунку основного параметра дискового преса – продуктивності, що визначається в розмірності, прийнятій на цукрових заводах :

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot m \cdot n \cdot p \cdot k}{(100 + b) \cdot 10}, \text{ т/добу} \qquad (6.4)$$

або в СІ:

$$G = \frac{100 \cdot m \cdot n \cdot p \cdot k}{100 + b}, \text{ кг/с,} \qquad (6.5)$$

де: m – кількість пресувань за хвилину (секунду); n – кількість брусків за одне пресування; p – маса бруска, кг; k – експлуатаційний коефіцієнт; b – кількість зворотніх відходів при пресуванні, колці та сушінні (в % до маси рафінаду). Визначимо продуктивність для малої моделі дискового преса:

$$G = \frac{100 \cdot 0{,}43 \cdot 7 \cdot 0{,}125 \cdot 0{,}96}{100 + 10} = 0{,}33 \text{ кг/с.}$$