МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Верхоланцева В.О.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ГАЛУЗІ

Конспект лекцій
(частина 1)

Мелітополь
2020

УДК 631.56(076)
С 17

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Автори: Викладачі кафедри Обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Самойчук К. О., доктор технічних наук, доцент
Паляничка Н. О., кандидат технічних наук, доцент
Верхоланцева В. О., кандидат технічних наук, доцент

Рецензенти:
І. П. Паламарчук, доктор технічних наук, професор кафедри процесів та обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України
А. А. Волошина, доктор технічних наук, професор кафедри мехатронних систем та транспортних технологій Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Самойчук К. О.
С 17 Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій / К. О. Самойчук, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева; ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – Ч. 1. – 255 с.

У курсі лекцій викладено зміст дисципліни „Технологічне обладнання галузі“, який відноситься до розділу технологічного обладнання для переробки рослинної сировини. Приведені основні схеми, конструкції та принцип дії обладнання для переробки зерна на борошно і крупи, виробництва рослинної олії, хлібобулочних та кондитерських виробів, а також обладнання для переробки овочів і фруктів.

© К.О. Самойчук, Н.О. Паляничка,
В.О. Верхоланцева, 2020

ЗМІСТ

Вступ до курсу. Предмет і завдання курсу..... 4

Механізація зберігання зернових продуктів..... 14

Технологічне обладнання для підготовки зерна до переробки на борошно і крупи…….. 31

Технологічне обладнання для виробництва круп..... 61

Технологічне обладнання для виробництва борошна..... 94

Технологічне обладнання для виробництва рослинної олії..... 115

Технологічне обладнання хлібопекарного виробництва..... 148

Технологічне обладнання для виробництва борошняних кондитерських виробів..... 177

Технологічне обладнання для миття, інспектування, сортування і калібрування плодоовочевої сировини…….. 192

Технологічне обладнання для подрібнення, змішування і розділу плодоовочевої сировини..... 213

Технологічне обладнання для виробництва соків і переробки винограду..... 236

Література……..…… 252

ЛЕКЦІЯ 1

ВСТУП ДО КУРСУ. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ КУРСУ

1.1 Мета, завдання і структура курсу.

1.2 Сучасний стан харчової переробної промисловості України, тенденції її розвитку.

1.3 Технологічні лінії харчових переробних підприємств та їх класифікація.

1.4 Технологічні та санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання.

1.1 Мета, завдання і структура курсу

Дисципліна„Технологічне обладнання переробних і харчових виробництв“ базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін загальнотехнічної підготовки. Предметом дисципліни є технічні засоби і конструкції технологічних ліній підприємств переробки і зберігання сільськогосподарської продукції. Після закінчення вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти повинні:

Знати:

- основні напрями розвитку технічного прогресу в області розробки конструкцій машин і обладнання підприємств переробної галузі;
- технологічні вимоги до конструкції обладнання;
- особливості конструкції та принцип дії технологічного обладнання,
- класифікацію обладнання кожного напряму, його призначення, переваги і недоліки;
- характеристику та техніко-економічні показники роботи обладнання;
- правила техніки безпеки, протипожежні заходи та заходи охорони навколишнього середовища при роботі переробних підприємств.

Вміти:

- складати технологічні і кінематичні схеми і опис технологічного процесу роботи машин і обладнання підприємств переробної галузі;
- вибирати необхідне обладнання і монтувати технологічну лінію;

- в залежності від технологічних вимог провести розміщення обладнання та провести його монтаж;

- організувати виконання експлуатаційних і ремонтних робіт технологічного обладнання;

- виконувати необхідні організаційні розрахунки роботи переробного цеху (дільниці).

1.2 Сучасний стан харчової переробної розвитку промисловості України, тенденції її розвитку

Одне з основних завдань, яке стоїть перед харчовою промисловістю і харчовим машинобудуванням - створювання високоефективного технологічного обладнання, яке на основі використання ' прогресивних технологій суттєво підвищить продуктивність праці, зменшить негативну дію на навколишнє середовище і буде сприяти економії сировини, паливно-енергетичних та матеріальних ресурсів.

Харчова промисловість України - одна із провідних галузей народногосподарського комплексу. За обсягом валової продукції вона посідає друге місце після машинобудування і металообробки, третє за кількістю робітників, п’яте - за вартістю основних виробничих фондів. Харчова промисловість об'єднує 22 спеціалізовані галузі, що включають більше 40 основних виробництв. В цілому в Україні вона виробляє на даний час більше 10 тис. найменувань продукції. А саме:

1. Підприємства м'ясної промисловості;
2. Підприємства птицеперерабатывающей промисловості;
3. Підприємства по переробці молока;
4. Підприємства плодоовочевої продукції;
5. Підприємства по випічці хліба і виготовлення макаронних виробів;
6. Млиново-елеваторні і круп'яні підприємства;
7. Комбікормові заводи;
8. Підприємства по переробки риби;
9. Підприємства цукрового буряка і виробництва цукру;
10. Консервні заводи;
11. Виноробницькі заводи, тощо.

Особливістю харчової промисловості є високий рівень матеріалоємності виробництва. Так, в структурі собівартості харчових продуктів, витрати на сировину і матеріали складають 85-90 %.

У процесі розвитку найбільший економічний ефект дадуть ті рішення, які направлені на раціональне використання сировини і матеріалів, впровадження матеріалозберігаючої техніки та технології. Головним важелем інтенсифікації народного господарства на сьогодні є кардинальне прискорення науково-технічного прогресу, широке впровадження техніки нових поколінь і нових технологій, що забезпечують високу продуктивність і ефективність виробництва. У перспективі ставиться завдання, яке передбачає забезпечення глибокої технічної реконструкції народного господарства на основі сучасних досягнень науки і техніки.

З урахуванням поставлених завдань виробничо-технічна база харчової промисловості вимагає не тільки розширення, але й корінної реконструкції. Більша частина діючого тепер обладнання представлена застарілими машинами та апаратами, що не відповідають сучасним вимогам. Низький рівень механізації і автоматизації призводить до зниження продуктивності праці. За цим показником вітчизняна харчова промисловість значно відстає від економічно розвинутих країн світу.

Основою технічного переобладнання харчової промисловості є наявність в країні розвинутого харчового машинобудування. Завданнями особливої ваги є серійне виготовлення техніки нових поколінь, здатної дати багаторазове підвищення продуктивності праці, відкрити шлях до автоматизації всіх стадій технологічних процесів. Особливою підгалуззю в машинобудуванні в останній час стала продовольча. Продовольче машинобудування - відносно молода підгалузь промисловості, розвиток її розпочався у 60 -х роках.

Головним орієнтиром в роботі галузі є перехід від пропозиції і виробництва окремих машин до розробки і випуску комплектів машин, агрегатів і потокових ліній, які комплексно вирішують питання використання сільськогосподарської сировини, скорочення втрат при її переробці, зберіганні та доставці продукції до споживача.

Технічний прогрес у харчовому машинобудуванні направлений також на перехід до розробки комплексно-механізованих і автоматизованих підприємств, а також заводів-автоматів, оснащених обладнанням з високою одиничною потужністю і програмним управлінням. Це забезпечить підвищення продуктивності праці в 34 рази порівняно з рівнем, досягнутим на даний час.

Сьогодні конструктори повинні йти вперед незнаними шляхами, не задовольняючись фарватером чужого пошуку. При цьому констру-

кція розроблюваного обладнання значною мірою повинна орієнтуватися на використання принципово нових способів обробки предметів праці: ультразвуком та електромагнітним полем, струмами високої частоти, високим тиском і розрідженням, інфрачервоним випромінюванням тощо. Реальним фактором науково-технічного прогресу в харчовій промисловості стало міжнародне спілкування. Україна отримує із закордонних країн біля 90 найменувань обладнання для продовольчих галузей промисловості. У свою чергу вона експортує більше 50 видів обладнання. Це позитивно впливає на задоволення зростаючих вимог народного господарства і підвищення технічного рівня обладнання.

Співдружність із закордонними країнами відбувається також у напрямку виконання сумісних науково-технічних робіт по переоснащенню галузі і розробці нової техніки. Ця робота забезпечує більш повне використання науково-технічного потенціалу країн-партнерів. При цьому значно скорочуються строки розробки і освоєння серійного виробництва нового обладнання.

Впровадження на харчових підприємствах маніпуляторів, машин і обладнання, що управляється з допомогою мікропроцесорної техніки, стало новим напрямком науково-технічного співробітництва у продовольчому машинобудуванні. Для розширення і закріпленим міжнародних науково-технічних контактів, торгово-економічних зв'язків створюють хороші умови міжнародні галузеві виставки та ярмарки.

При виборі обладнання для механізації технологічних ліній переробних підприємств керуються наступними ***критеріями.***

1. Продуктивністю обладнання – воно повинно бути однаковим, або кратним продуктивності лінії.

2. Енергетичними витратами – ці витрати стараються зменшити до мінімуму.

3. Ергономічними показниками – шум, вібрація, викиди в атмосферу шкідливих газів повинні бути мінімальними.

4. Якістю виготовлення – машини й апарати повинні відповідати Держстандарту України і бути виготовленими з відповідних матеріалів.

5. Роботоздатність, надійність, довговічність повинні відповідати міжремонтним строкам на ТО і ремонту машин.

Аналіз сучасного стану і тенденції розвитку харчових та переробних галузей говорить про те, що тільки 19% виробничих фондів

підприємств відповідають світовому рівню, 30 підлягають модернізації, 51% - заміні.

Продуктивність праці на українських підприємствах по переробці сільськогосподарської продукції в 2...3 рази нижча, ніж аналогічних підприємствах розвинутих країн. Тільки 8% обладнання працює в режимі автоматичних ліній.

Більше третини парку машин і обладнання відпрацювало уже два і більше амортизаційного строку. Степінь спрацювання основних засобів складає 70%. Загальний рівень механізації переробних підприємств не перевищує 44%.

1.3 Технологічні лінії харчових переробних підприємств та їх класифікація.

Технологічні лінії харчових і переробних підприємств призначені для переробки сільськогосподарської сировини в харчову продукцію. На вхід любої лінії подається сировина, яка має певні властивості, а з лінії, в результаті її функціонування сходить готова продукція, яка має зовсім інші властивості.

Технологічні лінії складаються з машин і апаратів.

Машина – механічне пристосування, яке працює у певному режимі для перетворювання енергії, матеріалу або інформації.

Машина складається зі станини або рами, приводу, робочих органів та органів керування.

Апарат – пристосування, в якому проходять теплові, електричні, фізико-хімічні, біологічні та інші процеси, які викликають зміни фізичних, хімічних властивостей або агрегатного етану оброблювального продукту.

Проведемо **класифікацію обладнання переробних підприємств** виходячи із його функціонально-технологічних властивостей.

1. <u>За якістю і складнощами виконуваних технологічних операцій:</u>

- одно-операційні (окремі машини і устаткування);
- багатоопераційні - виконують декілька операцій – агрегати;
- механізовані лінії – система машин і агрегатів для послідовного виконання окремих операцій технології;
- потокові технологічні лінії по переробці сільськогосподарської продукції (наприклад, потокова лінія для забою худоби).

2. **По конструктивним ознакам**:

- рамні;
- безрамні, роль рами виконує кожух машини;
- стаціонарні;
- пересувні.

3. **По вигляду використовуваного джерела енергії для приводу:**

- електропривод;
- гідропривід;
- пневмопривод;
- ручний або механічний привід.

4. По вигляду використання силової передачі

- ремінна;
- ланцюгова;
- зубчата (циліндровий, конічний, черв'ячний редуктор);
- фрикційна;

По технологічних ознаках.

1. **Мийні машини**:

- машини для миття тари;
- машини для миття сировини;
- машини для санітарної обробки машин, устаткування і інструменту;
- машини для санітарної обробки приміщень.

2. **Машини для контролю і сортування сировини**:

- різного роду калібрувальні пристрої;
- сортувальні машини;
- машини підготовки якісної сировини, що виконують роль, для переробки.

3. **Подрібнювачі**:

- подрібнювачі плодів і овочів;
- подрібнювачі м'яса;
- машини для різання сировини;
- різного роду дробарки (плодів, кісток);
- машини тонкого подрібнення (кут тера);

4. **Роздільники сировини**:

- протиральні машини;
- преси;

- сепаратори;
- сортувальні агрегати;
- фільтри.

5. **Наповнювально-дозувальні машини** :
- наповнювачі;
- дозатори;
- машини для дозування (рідких продуктів, в'язких продуктів, м'ясної сировини, плодів, овочевих сумішей, сипких продуктів).

6. **Закаточні машини**:
- напівавтомати;
- автомати (автоматичні лінії);
- лінії для запаювання жерстяної тари;
- лінії для запаювання скляної тари.

7. **Теплове устаткування**:
- розварювачі;
- підігрівачі;
- обжарювальні пристрої;
- випарні установки;
- стерилізатори;
- сушильні установки.

8. **Холодильне устаткування*:***
- охолоджувачі;
- холодильні камери, шафи.

Велика кількість допоміжного устаткування і інструменту (візки, стерилізатори інструменту, заточувальні пристрої, настроювадбні та вимірювальні прилади, тощо).

1.4 Технологічні та санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання

До машин переробної промисловості пред'являються наступні технологічні вимоги:

- робочі органи машин і устаткування, при повній їх продуктивності, повинні надавати на оброблюваний продукт оптимальну технологічну дію, тобто: забезпечувати мінімальний **нагрів** в процесі подрібнення, змішування, наповнення, дозування продукту переробки і т.д.: не допускати **розривів** при обробці сировини (обробка кишкової сировини), **порізів**, **поривів** (наприклад, шкур при зйомці з туші) і ін.

- **мати високу технико – економічну ефективність**: зниження питомих витрат на одиницю продукції шляхом скорочення робочої сили, витрат на механічну, теплову і електричну енергію, підвищення якості і виходу готової продукції і т.д.;

- **мати високу зносостійкість робочих органів** (якщо частинки матеріалів машин потраплять в продукт, його не можна використовувати в їжу);

- **устаткування повинне відповідати вимогам технологічності** – тобто відповідність конструкцій машин і устаткування оптимальним способом виготовлення, починаючи від виготовлення заготовок деталей і закінчуючи випробуванням зібраної машини;

- машини і устаткування повинні мати **максимальну автоматизацію** контролю і регулювання всіх виконуваних технологічних операцій і процесів;

- мати **високу надійність** – властивість машин виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах в перебігу необхідного проміжку часу або необхідного напрацювання;

- відповідати **вимогам ремонтопридатності** – властивість машин, що полягає в пристосованості до попередження, виявлення і усунення відмов і несправностей шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтів;

- машини і устаткування повинні відповідати **вимогам довговічності**, обумовленим в технічній документації, тобто зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для ТО і ремонтів;

мати **високий термін служби** – календарна тривалість експлуатації машин і устаткування до моменту виникнення граничного стану, обумовленого в технічній документації або до списання.

Загальне правило гігієни машин полягає в тому, що деталі, які стикаються з харчовими продуктами, повинні виготовлятися з антикорозійних матеріалів. За відсутності таких матеріалів поверхні, дотичні з харчовими продуктами, необхідно захистити від дії корозії. При виготовленні машин в харчовій промисловості не можна застосовувати наступні конструктивні матеріали: мідь, свинець, оцинковане залізо, емальовані і забарвлені поверхні. Необхідно уникати використання деревини.

Основні вимоги до машин з погляду санітарії наступні:

- **машина** повинна **легко і швидко розбиратися** для того, щоб її можна було ретельно очистити і помити;

- **підшипники** слід ущільнювати належним чином, щоб мастило не потрапило в продукцію;

- **кути** у машини повинні бути закруглені, щоб після чищення і миття в них не залишалися залишки продукції (частинки м'яса, овочів, фруктів і так далі);

- **шви** зварних конструкцій машин повинні бути якісними (гладкими і рівними), щоб в них не затримувалися частинки м'яса, овочів, фруктів, молока і др.;

- **машина повинна повністю спорожнятися**, бо залишки продукції (особливо м'яса, молока) можуть розкладатися і заразити наступну партію сировини.

До **санітарних вимог** необхідно додати **покриття підлоги** в цехах переробної промисловості. Покриття підлоги повинне одночасно відповідати правилам ТБ і вимогам гігієни. Підлоги повинні бути неслизькими, але з погляду гігієни повинні добре промиватися і дезінфікуватися. Підлоги не повинні поглинати вологу і не повинні мати щілин.

Одна з санітарних вимог, що пред'являються до машин, – це задоволення правилам по **обмеженню шуму.**

- На всіх машинах по можливості необхідно замінити металеві деталі деталями з пластмас і ін. матеріалів тих, що мають низький шум.

- **Заміна ударних дій** деталей – **безударними**; зворотно-поступального руху – обертальним, ретельне урівноваження (статичне, динамічне) всіх рухомих деталей машин і агрегатів для зменшення динамічних сил, збудливих вібрації; висновок в масляні ванни вібруючих і видаючих шум деталей;

- Установка на самостійні фундаменти машин і агрегатів, що створюють вібрації.

Правила техніки безпеки на підприємствах переробної промисловості.

Підприємства переробної промисловості є місцем підвищеної небезпеки для робочих. Тому перед початком виробничої діяльності необхідно ознайомиться з небезпечними джерелами травматизму і правилами попередження травм, а також із захисними засобами для попередження травматизму.

Однією з характерних рис машин є наявність у них рухомих деталей, що обертаються, що вже представляє джерело небезпеки. Особливо небезпечні машини, у яких рухома деталь гостра (наприклад, ніж кутера).

Для попередження травматизму існують загальні правила ТБ. У кожній галузі переробної промисловості використовуються свої машини, складаються специфічні умови праці, які і відбиті в галузевих правилах ТБ. Крім того, при вивченні машин приділятимемо увагу правилам ТБ відносно конкретних машин і устаткування.

Всі машини переробної промисловості повинні мати надійну огорожу рухомих частин і приводних механізмів.

Деталі машин, що обертаються, повинні бути забезпечені запобіжними пристосуваннями, мати блокування всякого роду кришок і щитів, що прикривають частини машин, що обертаються, з пристроєм, що вимикає, для автоматичної зупинки машини при їх підйомі.

Всі піднімально–транспортні машини повинні завантажуватися тільки до допустимої вантажопідйомності.

Електроустаткування, електроприводи машин підключати тільки до відповідної напруги (наприклад, для електропили, дискового ножа в м'ясному цеху допускається використання тільки напруга в 24В).

Центрифуги, сепаратори, жиротопки, газове устаткування, що працює під тиском і ін. складне по ТБ устаткування можуть обслуговувати тільки кваліфіковані робочі.

При використанні нової машини перед її експлуатацією слід провести контроль по ТБ.

Машину можна експлуатувати тільки в межах технічних умов паспорта.

Всі машини під час їх регулювання, монтажу, миття і ремонту повинні знеструмлюватися.

ЛЕКЦІЯ 2
МЕХАНІЗАЦІЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ

2.1 Характеристика зернових мас як об'єктів зберігання.

2.2 Види і типи зерносховищ.

2.3 Технологічне обладнання для прийому, очищення і сортування зерна.

2.4 Технологічне обладнання для сушіння і збереження зерна.

2.5 Знезаражування зерна

2.1 Характеристика зернових мас як об'єктів зберігання

Партія зерна, що зберігається в насипах, прийнято називати зерновими масами. Термін «зернова маса» варто розуміти як технічний, прийнятий для зерна або насіння, культур будь-якого сімейства або роду, що використовуються на різноманітні потреби.

Будь-яка зернова маса складається з: 1) зерен (насіння) основної культури, що складають як по об'єму, так і по кількості основу всякої зернової маси; 2) домішок; 3) зерен іншої культури; 3) мікроорганізмів; 5) шкідників.

Різноманітна конфігурація зерен і домішок, їхні різні розміри приводять до того, що при розміщені їх в ємкостях утворюються порожнечі (шпари), заповнені повітрям. Він впливає на усі компоненти зернової маси, видозмінюється сам і може істотно змінятися по складу, температурі і навіть тискові від звичайного повітря атмосфери. У зв'язку з цим повітря міжзернових просторів також відносять до компонентів, що складають зернову масу.

Крім зазначених постійних компонентів, в окремих партіях зерна можуть бути комахи і кліщі. Оскільки зернова маса служить для них середовищем, у якому вони існують і впливають на стан, їх вважають п'ятим додатковим і вкрай небажаним компонентом зернової маси.

Таким чином, будь-яку зернову масу при її збереженні й обробці варто розглядати насамперед як ***комплекс живих організмів.***

Усі властивості зернової маси розділяють на дві групи: фізичні і фізіологічні.

До фізіологічних властивостей зернової маси відносяться: терміни збереження (довговічність зернової маси: біологічна і господарська), післязбиральне дозрівання, дихання і проростання зерна при зберігання, життєдіяльність мікроорганізмів і комах та самозігрівання.

Для прийому зерна розробляється універсальна технологічна схема, що містить у собі наступні основні операції:

- Прийом і зважування транспортних засобів;
- розвантаження транспортних засобів (саморозвантаження, вручну, атомобілерозвантажником);
- попереднє очищення зерна (повітряне перекидання, на ворохоочисниках, повітряно-ситових сепараторах і ін.);
- тимчасове зберігання зерна в накопичувальних бунтах, бункерах, складах;
- сушіння зерна в зерносушарках або установках для активного вентилювання (з підігрівом або без підігріву атмосферного повітря);
- очищення зерна від домішок і доведення зернової маси до стандарту;
- очищення зерна від довгих і коротких домішок у трієрах;
- сортування зерна на фракції по крупності в сепараторах;
- напрямок зерна в сховища;
- знезаражування зерна (за необхідністю).

2.2 Види і типи зерносховищ

Вивчення зернових мас як об'єктів зберігання показало, що найважливішими факторами, що впливають на їхній стан і зберігання, є: 1) вологість зернової маси і навколишнього середовища; 2) температура зернової маси і навколишнього середовища; 3) доступ повітря до зернової маси (ступінь її аерації).

Ці фактори і покладені в основу режимів зберігання зернових мас.

Щоб забезпечити той чи інший режим зберігання, захистити зернові маси від небажаних впливів навколишнього середовища, виключити невиправдані втрати їхньої маси і якості, збереження всіх партій зерна, особливо насінного, повинне бути організоване в спеціальних сховищах.

Зерносховища (а спеціальні для посівного матеріалу називають насіннєсховищами) споруджують обов'язково з обліком фізичних і фізіологічних властивостей зернової маси. Крім того, до сховищ пред'являється багато вимог: технічних (будівельних, протипожежних і т.д.), технологічних, експлуатаційних і економічних. У залежності від цього сховища будують з різних будівельних матеріалів: дерева,

каменю, цегли, залізобетону, металу і д.р. Вибір їхній залежить від місцевих умов, цільового призначення зерносховищ, тривалості зберігання зерна й економічних розумінь. Правильно побудовані зерносховища з каменю, цегли, залізобетону внаслідок малої теплопровідності цих матеріалів дозволяють також уникнути різко виражених явищ термовологопровідності в зерновій масі.

Зерносховище повинне бути досить міцним і стійким, тобто. витримувати тиск зернової маси на підлозі й стіні, тиск вітру і т.п. Воно повинне також охороняти зернову масу від несприятливих атмосферних впливів і ґрунтових вод. Покрівлю, вікна і двері улаштовують так, щоб виключити можливість влучення атмосферних опадів, а стіни й підлогу ізолюють від проникнення через них ґрунтових і поверхневих вод. У правильно спорудженому зерносховищі при його нормальній експлуатації в більшості зон країни вогкості не буває. Вологість повітря в таких сховищах легко підтримується на рівні 60 – 75% протягом майже всього року.

Зерносховища повинні забезпечувати надійність захисту зернових мас від гризунів і птахів, а також від комах-шкідників і кліщів, бути зручними для знезаражування (дезінсекції) і видалення пилу.

Існують два основних способи розміщення зерна в сховищах: *підлогове і силосне.* При підлоговому розміщенні, зерно зберігають насипом або в тарі на підлозі в сховища при невеликій висоті шаруючи *(5…5,5м).* При силосному розміщенні висота зернової маси може досягати *30…30м.*

У підлогового і силосного способів зберігання є свої переваги і недоліки.

При підлоговому зберіганні можна зберігати зерно підвищеної вологості, а також зернопродукти в тарі, однак такі сховища важко цілком механізувати, зробити їх герметичними.

При силосному зберіганні краще використовується обсяг сховища, тут можна цілком механізувати приймання, обробку і вивантаження зерна, однак вартість силосних сховищ вище, ніж підлогових і їхнє будівництво триваліше.

Класифікація зерносховищ (рис.1)*:*

1) за способом зберігання зерна (складські приміщення і силосні);

2) за часом зберігання (для тимчасового зберігання або тривалого);

3) за конструктивними особливостями (навіси, склади, елеватори та ін.);

4) за видом проведених у них операцій (тільки зберігання або зберігання та обробка);

5) за ступенем механізації (немеханізовані, напівмеханізовані і механізовані);

6) за наявністю і типу вентиляційних установок (канальна, підлогова, переносна й ін.).

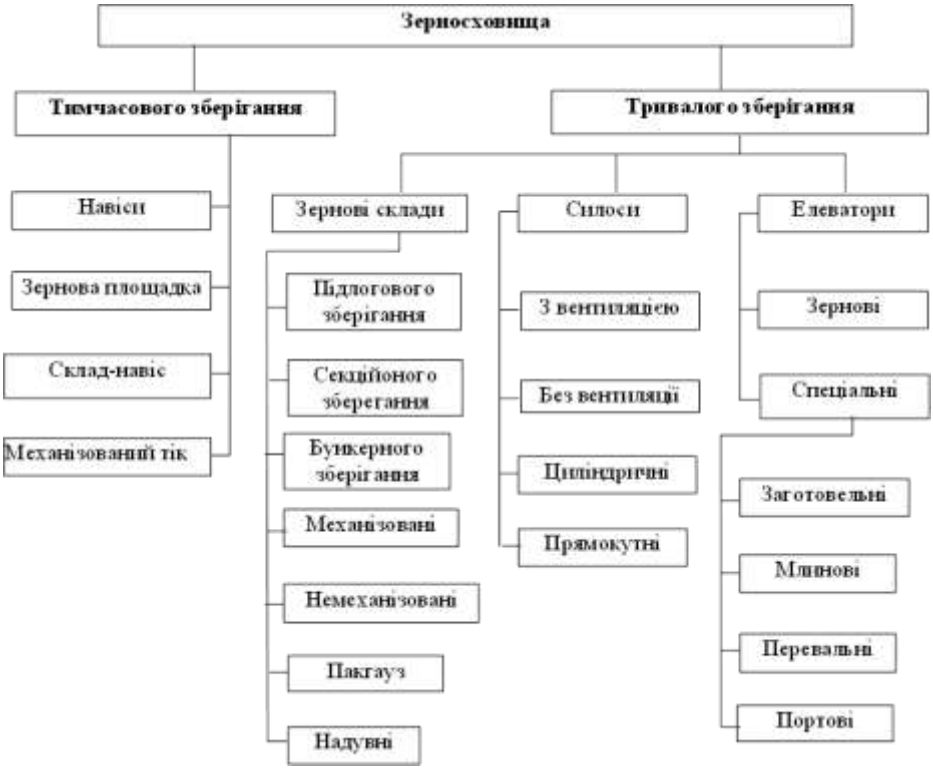


Рисунок 1 – Класифікація зерносховищ

Для збер**і**гання зерна використовують наступні типи зерносховищ (рис..1 і .2)

Навіс (рис..2,а) – споруда для зберігання зерна без стін, але з дахом і асфальтовою підлогою.

Зернова площадка (рис..2, б) – асфальтове покриття з ухилом для тимчасового збер**і**гання зерна.

Бунт (рис..2, б) – партії зерна, покладені у формі конуса, піраміди, паралелепіпеда або іншої конфігурації поза сховищами, тобто під відкритим небом. Бунти вкривають зверху брезентом.

Склад – навіс (рис..2, в) – приміщення для зберігання зерна насипом (напольне збереження), секціонно або в бункерах.

Механізований тік (рис..2, г) – комплекс площадок і споруджень для прийому, первинної обробки (очищення, сушіння) свіжезібраного зерна і його короткочасне зберігання на відкритих площадках або під навісом.

Механізований склад (рис. .2, д) – спорудження для закритого тривалого зберігання і механічної обробки (сушіння, знезаражування) зерна.

Пакгауз (рис..2, е) – закритий склад для зберегання зерна в тарі з можливістю завантаження і вивантаження його в залізничні вагони.

Надувний склад (рис. .2, ж) – ємність з металевим або пластиковим каркасом, стіни і дах якої утримуються в потрібному положенні в результаті заповнення внутрішніх герметичних (порожнин) повітрям до визначеного тиску.

Силос (рис. .2,з,и) – зерносховище циліндричної або прямокутної форми, у якого висота стін значно перевищує розміри поперечного перерізу. Висота силосів до ***30 м і більш.***

Елеватор (рис. .2,к) – могутнє промислове підприємство для прийому, обробки, триволого зберегання і відпуску зерна. Елеватор складається з двох основних частин: робочої вежі і силосних корпусів. У робочій вежі ***(висотою 50 – 65м)*** по поверхах розміщені зерноочисні, аспіраційні, вагові, дозировочні машини і зерносушарки.

Силоси призначені для тривалого зберігання кондиційного зерна. Переміщення зерна по силосах здійснюється ковшовими коренями, механічним або пневматичним транспортом.

Ємність елеватора коливається ***від 20 до 130 тис.т. і більше***, в залежності від цільового призначення.

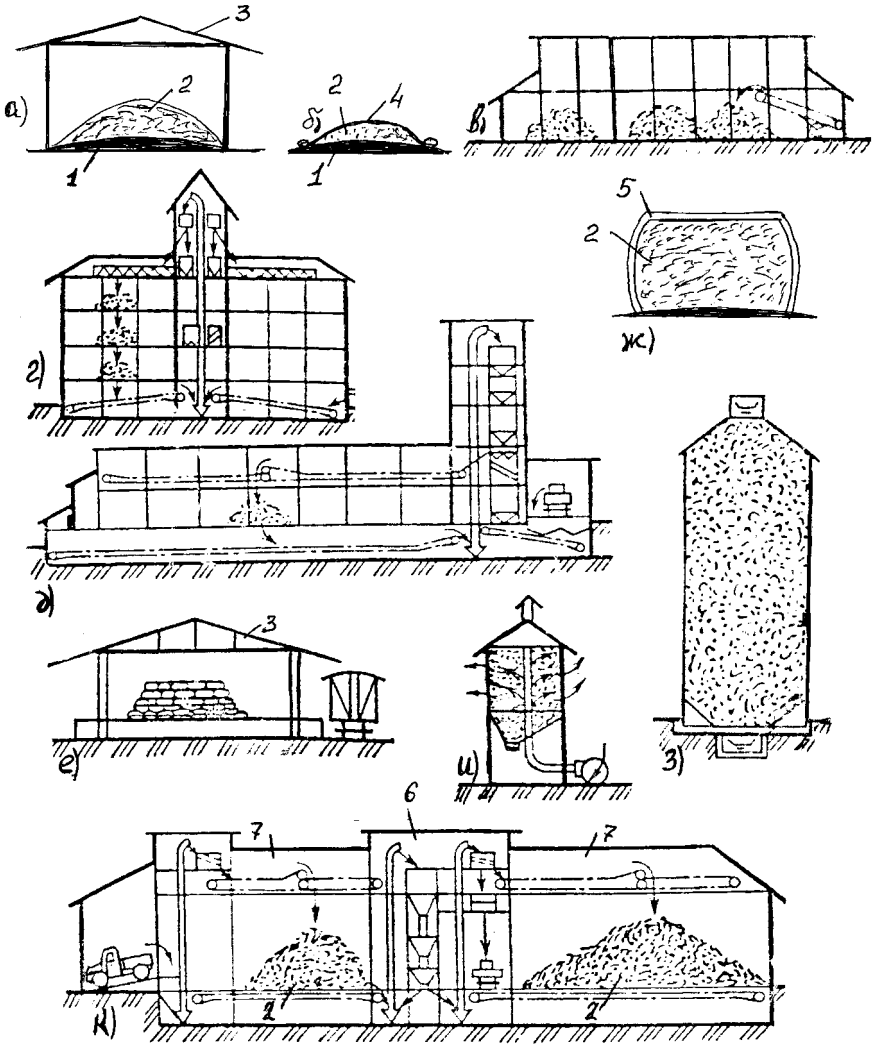


Рисунок 2 – Типи зерносховищ:

а) навіс; б) зернова площадка; в) склад-навіс; г) механічний струм; д) механізований склад; е) пакгауз; ж) надувний склад; з) силос невентильований; і) силос вентильований; к) елеватор.

1 – зернова площадка; 2 – бунт; 3 – навес; 3 – брезент; 5 – пластиковий каркас; 6 – робоча вежа; 7 – силос.

2.3 Технологічне обладнання для прийому, очищення і сортування зерна

2.3.1 Обладнання для приймання зерна

Усе зерно, що надходить на зберігання, піддається обов'язковій перевірці на якість. У кожній автомобільній партії якість зерна визначають за наступними показниками: запах, колір, вологість, зараженість і забрудненість.

Для взяття проб з кузова автомобіля використовують механізовані пробовібірники типу **А1 – УПА – 2.**

Операцію зважування зерна і продуктів, його переробки здійснюють при прийманні, обробці і вивантаженні, інвентаризації і переробці зерна в борошно, крупи і комбікорм.

Для обліку вантажів використовують різні типи і конструкції ваг, які можна розділити на дві основні групи: механічні з нерівноплечими важелями й автоматичні порційні.

До першої групи відносяться:

- платформові;
- елеваторні;
- автомобільні;
- вагонні.

До другої групи відносяться:

- ваги з перекидним вантажоприймальним пристроєм;
- з дном, що відкидається;
- з вантажоприймальним пристроєм, що обертається;
- конвейєрні ваги.

Для зважування зерна, що надходить на приймальні пункти, широко використовують автоматичні порційні ваги типу **ДН** (рис. 3). Ваги виготовляють з різною ємністю бункера ***(від 1,1 до 6,5м^3)*** і діапазоном зважування ***від 0,25 до 3т.***

Для вивантаження зерна з транспортних засобів використовують автомобілерозвантажувачі різних типів.

Для сільськогосподарських підприємств малої потужності економічно використовувати самохідний автомобілерозвантажувач **У15 – УРБ** (рис.4), який призначений для розвантажування зерна з автомобілів і автотягачів з напівпричепами загальною масою ***не більш 20т.*** Його можна використовувати на токах і відкритих площадках зберігання зерна.

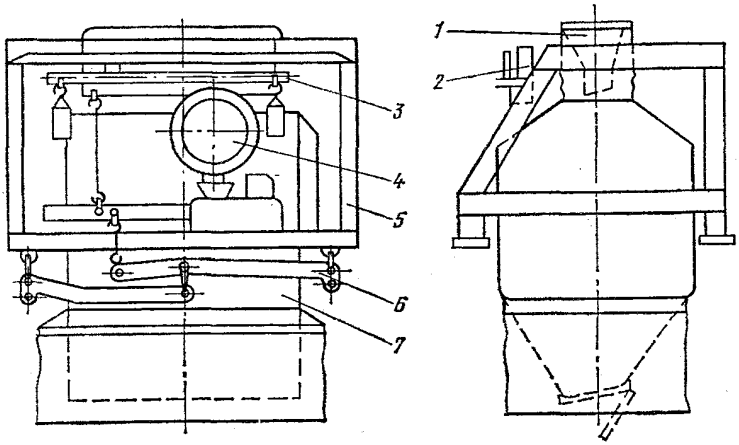


Рисунок 3 – Автоматичні порціонні ваги ДН – 2000:

1 – завантажувальна горловина; 2 – привід; 3 – коромисло; 3 – циферблатний показник; 5 – рама; 6 – вагоприйомний важіль; 7 – ківш; 8 – люк.

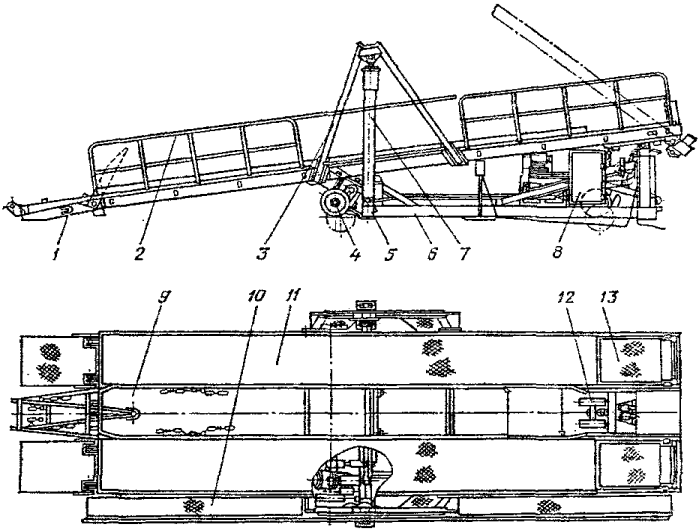


Рисунок 4 – Самохідний автомобілерозвантажувач У15 – УРБ:

1 – апарат; 2 – поруччя; 3 – стійка; 3 – привід; 5 – опора; 6 – рама; 7 – гідросистема; 8 – система керування; 9 – буксир; 10 – площадка для персоналу; 11 – платформа; 12 – підвіска; 13 – опорна платформа.

2.3.2 Обладнання для очищення і сортування зерна.

Після прийому зернова маса повинна пройти обов'язкове очищення і сортування, тому що в ній завжди присутні насіння бур'янів і інших культур, органічні і мінеральні домішки, а також ушкоджене і дефектне зерно.

Метою очищення зерна є: забезпечення необхідної якості зерна; підвищення насінних якостей зерна; поліпшення умов зберігання зерна; зниження зараженості зерна шкідниками; створення сприятливих умов для сушіння зерна.

Від попереднього очищення зерна (сепарування) залежить завантаження, продуктивність, і ефективність роботи машини при наступних операціях обробки і переробки зерна і техніко-економічні показники підприємства.

Очищення насіння від бур'янів і сортування на фракції здійснюються за наступними параметрами (рис. 5):

- за розмірами (довжина, ширина, товщина);
- аеродинамічними властивостями (швидкість витання);
- формою і станом поверхні (фрикційні властивості);
- за щільністю (гравітаційні властивості);
- за кольором;
- магнітними властивостями;
- за пружністю та ін.

Зерно очищають:

- за довжиною – у циліндричних і дискових трієрах;
- за шириною і товщиною – у зерноочисних сепараторах, сортувальних і калібрувальних машинах, відповідно з круглими і довгастими отворами;
- за формою поверхні, у спіральному і стрічковому похилому сепараторах на ситах з фасонними отворами і гладкими та ворсистих поверхонь;
- за станом поверхні – на магнітноочисній машині після змішування зерна з магнітним порошком;
- за аеродинамічними властивостями – в аспіраторах, в аспіраційних колонках, пневмосепараторах і пневмосепараційних каналах, у висхідному і горизонтальному повітряному потоці;
- за питомою масою – в аеро-, і гідро- і електро сепараторах;
- за потужністю – в ударно – сепараційних машинах;
- за механічною міцністю – в вальцьових сепараторах;

- за кольором – в стрічкових фотосепараторах;
- за металомагнітними властивостями – в сепараторах з постійними магнітами і в електромагнітних сепараторах.

Перечисленні машини для очищення зерна ми розглянемо в послідуючих розділах.

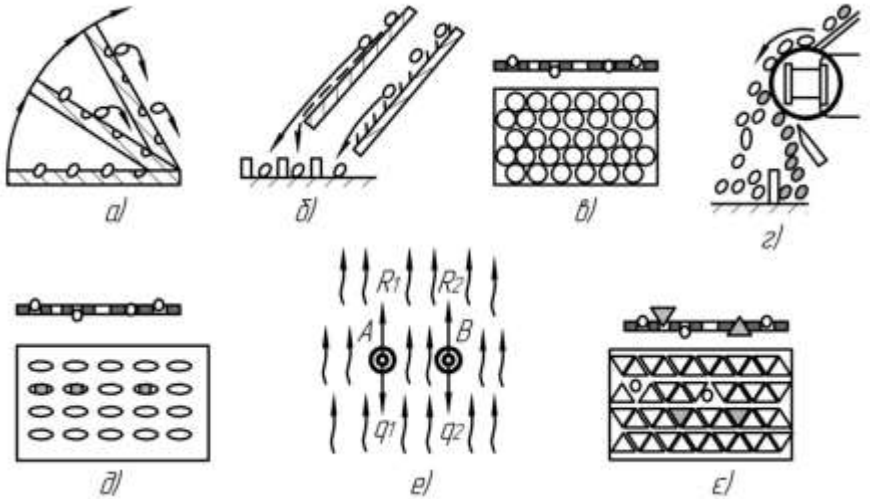


Рисунок 5 – Принципи і способи очищення і сортування зерна:

а) за довжиною на трієрної поверхні; б) за формою на похилій гладкій поверхні; в) за шириною на ситах з круглими отворами; г) за станом поверхні на магнітноочисній машині; д) за товщиною на ситах з продовгуватими отворами; е) за аеродинамічними властивостями висхідним і горизонтальним; ж) за формою на ситах з фасонними отворами.

2.4 Технологічне обладнання для сушіння і збереження зерна

2.4.1 Класифікація сушарок для зерна

По режиму роботи розрізняють сушарки **періодичної та безперервної дії.**

Перевагою сушарок періодичної дії є простота конструкції і можливість регулювання режиму сушіння. Вони рекомендуються для сушіння невеликих партій зерна, однорідних за якістю.

Недоліком сушарок періодичної дії є простої під час завантаження і вивантаження зерна, додаткові витрати енергії на прогрівання

сушарки після завантаження чергової партії зерна, неефективне використання транспортного обладнання, що простоює під час сушіння.

Перевагою сушарок безперервної дії є більш повне використання сушильної камери, кращі умови для контролю якості сушіння, можливість автоматизації процесу сушіння в поточно-технологічних лініях.

До недоліків сушарок безперервної дії можна віднести нерівномірність руху зерна в шахті, а значить нерівномірність його нагрівання і сушіння.

За конструктивним виконанням сушарки бувають **стаціонарні і пересувні**. Пересувні сушарки використовують для сушіння невеликих партій зерна.

2.4.2 Шахтні сушарки

Найбільш розповсюджена конструкція зерносушильної камери – шахта прямокутної форми, у якій товщина зернової кулі ***не перевищує 100…300мм.*** Приведемо опис стаціонарної шахтної сушарки **СШЗ – 16.** Вона має дві шахти (рис. 6), розташовані на загальній станині на відстані 1м одна від одної. В залежності від початкової вологості і призначення партії шахти включаються в технологічну схему послідовно або паралельно. Кожна шахта складається з двох секцій, у яких установлені чотиригранні короби. Агент сушіння попадає з топки в простір між шахтами, що є дифузором. Охолодження зерна виробляється в окремо поставлених охолоджувальних колонках. При рівнобіжній роботі вихідна зернова маса завантажується в обидві шахти, а при послідовній – в одну. Підсушене зерно в одній шахті надходить в охолоджувальну колонку, а з неї в іншу шахту. Сушарка має топку металевої конструкції. Камера згоряння екранована, в неї вмонтовані фотоопори, що забезпечують контроль за полум'ям. Конструкція випускного апарата забезпечує безперервний випуск зерна малими порціями і періодично великими. Для контролю за рівнем зерна в шахті встановлені сигналізатори. Якщо рівень насипу зернової маси в шахті буде нижче припустимого, то виключається двигун випускного пристрою і на пульті загоряється сигнальна лампочка. При роботі шахти сушарок весь час повинні бути цілком завантажені зерном і не мати підсмоктування зовнішнього повітря. Випуск зерна відбувається безупинно. На початку роботи сушарки виходить недосушене зерно, що вдруге подається в шахту.

Шахтна сушарка **СЗШ – 16** має два режими роботи (рис. 6):

- при паралельній роботі шахт;
- при послідовній роботі шахт.

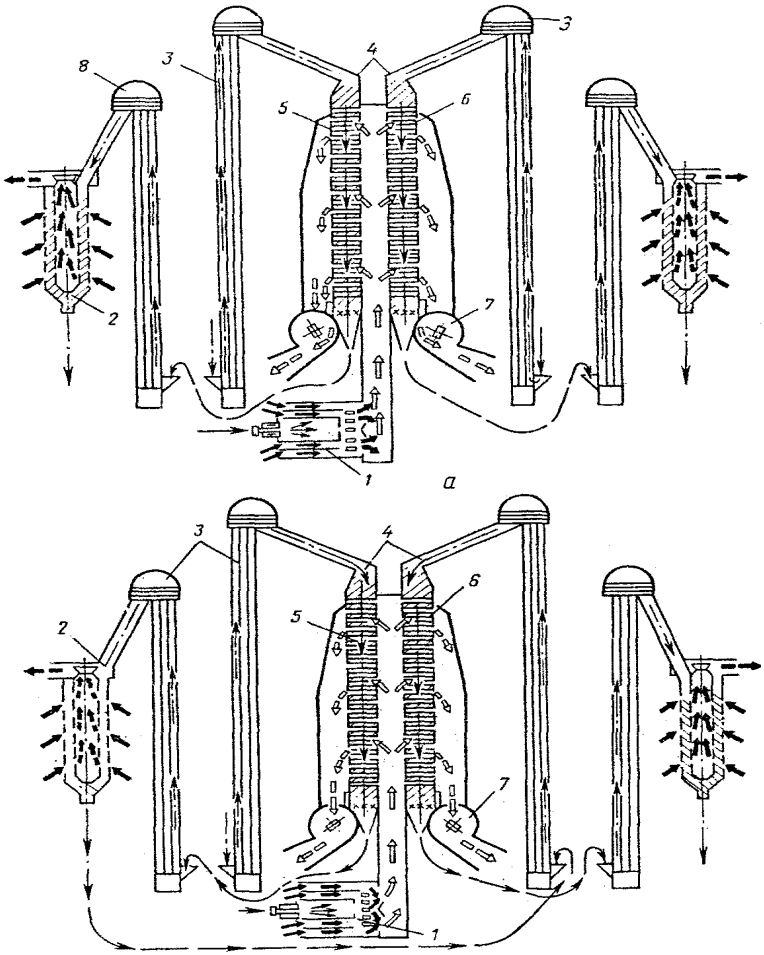


Рисунок 6 – Технологічна схема шахтної сушарки СЗШ – 16:

а) паралельна робота шахт; б) послідовна робота шахт**:** 1 – топка; 2 – охолоджувальна колонка; 3,8 – норії; 3 – надсушильний бункер; 5,6 – шахти; 7 – вентилятори.

Паралельна робота шахт використовується для забезпечення максимальної продуктивності сушарки при сушінні зерна невисокої вологості.

Пересувна зерносушарка **ЗСПЖ-8** (рис. 7) безперервної дії, шахтного типу, призначена для сушіння пшениці, жита, вівса й інших зернових культур продовольчого призначення. Сушіння проводиться сумішшю повітря з топковими газами.

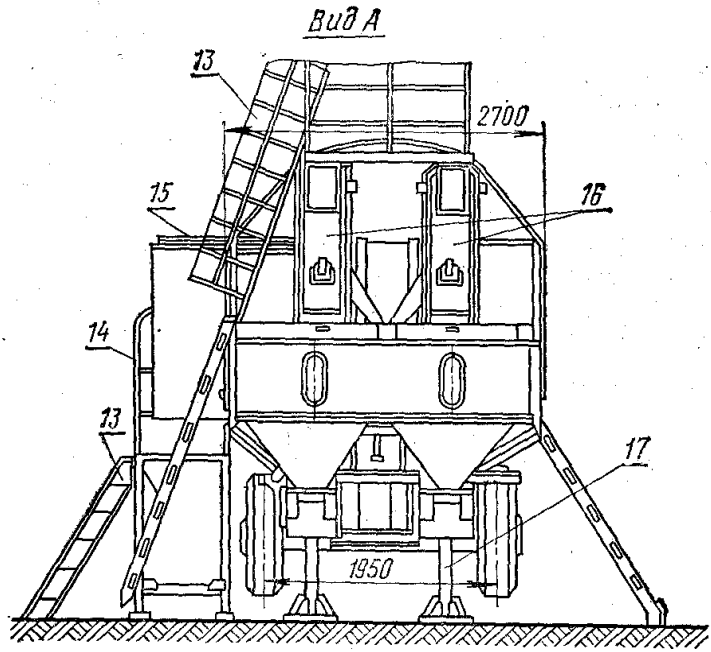


Рисунок 7 Зерносушарка ЗСПЖ-8:

1-паливна система; 2-причіп; 3- електрошафа; 3- топка; 5-вентилятор першої зони сушіння; 6-вентилятор високого тиску; 7-вентилятор другої зони сушіння; 8- вентилятор зони охолодження; 9-гвинтовий конвеєр; 10-випускний механізм; 11-шахта; 12-приймальний бункер; 13-сходи; 13-поміст; 15-навіс; 16-транспортери;17-опорна стійка.

Зерносушарка складається з топкової і сушильної частин і змонтована на шасі автомобільного причепа МАЗ-5233Б.

Топкова частина агрегату, розташована в передній частині машини, має топку, форсунку, вентилятор першої зони сушіння, вентилятор другої зони сушіння, вентилятор зони охолодження, паливну систему, вентилятор високого тиску, електрозапальник.

Сушильна частина агрегату складається з двох шахт із повітрярозподільним пристроєм, двох ковшових транспортерів, двох випускних механізмів, трьох гвинтових транспортерів, бункера для сирого зерна.

2.4.3. Барабанні сушарки

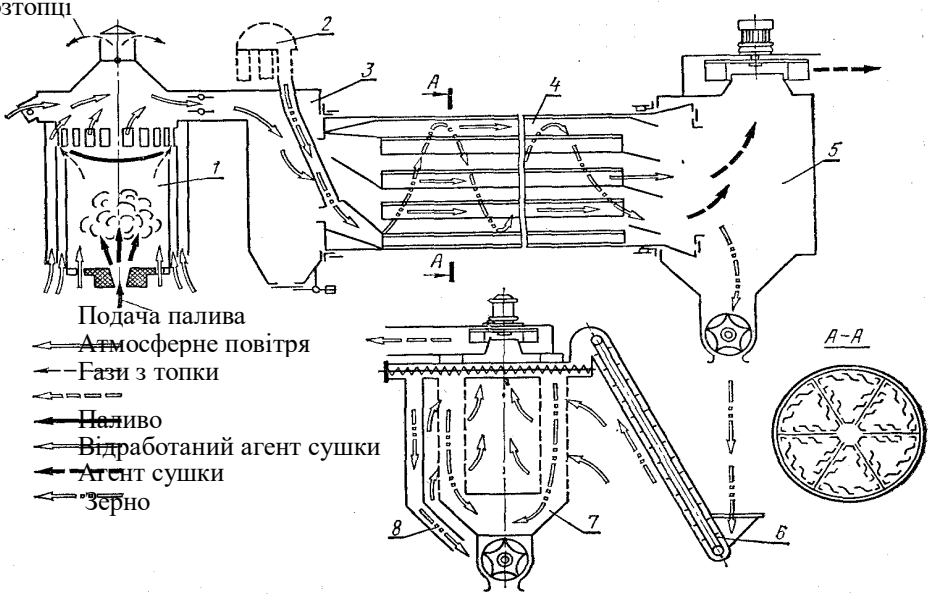
У зерносушарках цього типу продуктивність від 2 до 8 т на годину. Вплив теплоносія на об'єкт сушіння відбувається при пересипанні зерна в обертовому барабані (одному або декількох).

Найбіліше розповсюджена сушарка зернова пересувна барабанна **СЗПБ-2** продуктивністю 2 т на годину. В даний час створені стаціонарні барабанні сушарки продуктивністю до 8 т на годину.

Основні вузли сушарки **СЗСБ-8 (**рис.8, 9**):** топка, завантажувальна камера, сушильний барабан, вентилятор, розвантажувальна камера, елеватор і охолоджувальна колонка з вентилятором. Сушильний барабан, має довжину 8 м, обертається зі швидкістю 8 оборотів у хв. По перетині барабан розділений на шість секторів, у кожнім з яких укріплені полки, що захоплюють зерно при обертанні барабана. Рівномірне введення зерна в барабан забезпечується завантажувальною камерою. Переміщення зерна уздовж барабана відвантажується під час пересипання під дією підпору і потоку агента сушіння. З розвантажувальної камери зерно направляється в шлюзовий заслонка, відкіля подається в охолоджувальну колонку.

Час контакту зерна з агентом сушіння в барабанних сушарках менше, ніж у шахтних, тому температури нагрівання агента сушіння в них більш високі (90 – 130 °С для насіння та вище 180 °С для продовольчого і кормового зерна), що збільшує небезпеку перегріву зерна в барабані. Недолік конструкції сушарок цього типу у тому, що зерно, що надходить на сушіння, контактує з найбільш нагрітим агентом сушіння, температура якого при проходженні по барабану знижується. Спосіб переміщення зерна в барабанах (захоплення полками і пересипання) цих сушарок не дозволяє використовувати їх для сушіння насіння бобових, рису і кукурудзи, тому що відбувається їхнє розтріскування. Сушарки придатні для сушіння зернових мас з підвищеною засміченістю.

При розтопці



Вивантаження сухого охолодженого зер-

Рисунок 8 - Технологічна схема зерносушарки СЗСБ-8:

1-топка; 2-завантажувальна норія; 3-завантажувальна камера; 3-барабан; 5-розвантажувальна камера; 6-розвантажувальна норія; 7-охолоджувальна колонка; 8-труба контрольної висипки.

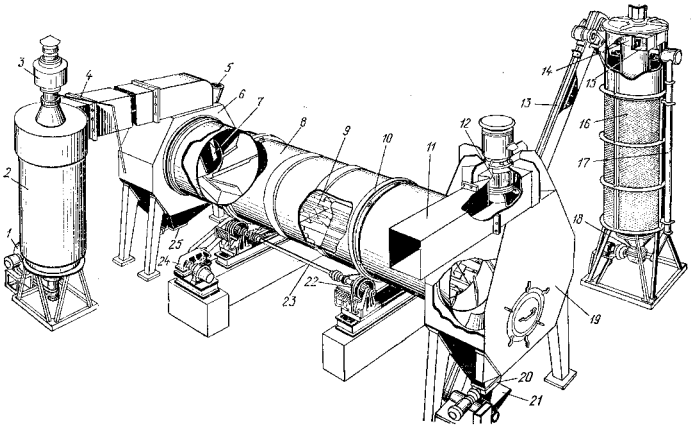


Рисунок 9 - Загальний вид зерносушарки СЗСБ-8:

продовження рис.9:

1-вентилятор топки; 2-топка; 3-труба багнисті; 3-труба гарячого повітря; 5-вікно завантажувальне; 6-камера завантажувальна; 7-патрубок введення зерна; 8-барабан сушильний; 9-хрестовина з лопатами для перелопачування зерна; 10-бандаж; 11-труба для висновку повітря, що відбило; 12-вентилятор розвантажувальної камери; 13-елеватор розвантажувальний;13-вентилятор охолоджувальної колонки; 15-труба висновку повітря з охолоджувальної колонки; 16-колонка охолоджувальна;17-труба контрольної висипки; 18-шлюзовий заслінка охолоджувальної колонки; 19-камера розвантажувальна; 20-шлюзова заслінка розвантажувальної камери; 21-прийомний ківш розвантажувального елеватора; 22-приводні ролики барабана; 23-вал роликів; 23-редуктор механізму приводу роликів; 25-клапан-блимавка.

2.4.4 Камерні сушарки

Камерна сушарка найпростіша за конструкцією (рис.10). Камерні сушарки монтують під дахом з подвійною підлогою: верхня представляє собою повітрянорозподільні грати, а нижня суцільна та щільна (краще асфальтована). Просвіти між підлогою мають різну відстань для рівномірного напору агента сушіння у всіх ділянках. Оптимальний розмір площадок 30 – 60 м^2, що дозволяє одночасно завантажувати 20– 30 т зерна шаром 0,5 – 0,6 м, максимум 0,7 – 0,8 м. Для потокового сушіння (при надходженні 20 – 30 т за добу) рекомендується влаштувати дві двокамерні сушарки, що дозволяє вести одночасно сушіння в двох камерах (по одній в кожній сушарці). При цьому одна камера знаходиться під завантаженням і одна – під розвантаженням. Оптимальний розмір сушильних камер 50 м^2, вони розділені перегородкою висотою по борту 1 м.

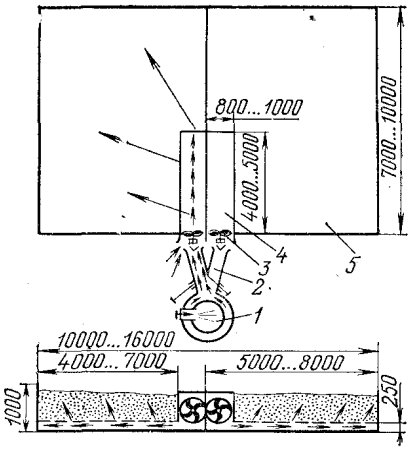


Рисунок 10 - Двокамерна установка для сушіння насіння активним вентилюванням: 1-теплогенератор ТГ-75 або ТГ-150; 2-патрубок-трійник із заслінками; 3-осьовий вентилятор 0,6-320 №8 або № 10; 3 – повітряпровід; 5 – сушильна камера.

2.5 Знезаражування зерна

Для знезаражування зерна і знищення шкідників застосовують різного роду генератори диму і розпилювальні пристрої.

Для дрібнодисперсного розпилення водного розчину пестицидів, застосовують установку з форсунковим органом, що розпорошує, **РУП – 2.** Обробка зерна можлива при падінні зерна зі стрічкового конвеєра, що рухається, при падінні зерна з лотка конвеєра і безпосередньо на конвеєрній стрічці (рис. 11).

Для обробки зерна в сховищах газоподібними речовинами застосовують фумігаційні установки. Використовують також протруювачі безперервної дії.

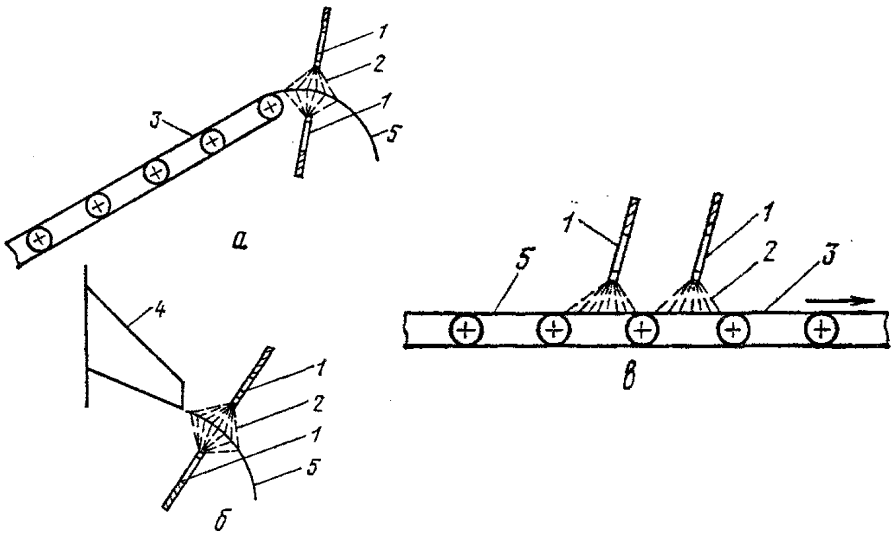


Рисунок 11 – Схеми розміщення форсунок при обробці зерна в потоці:

а) падаючого з пересувного стрічкового конвеєра; б) падаючого з лоткового конвеєра; в) на конвеєрній стрічці: 1 – форсунка; 2 – смолоскип розпилу; 3 – конвеєр; 3 – лоток; 5 – падаюча куля зерна.

ЛЕКЦІЯ 3
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ПЕРЕРОБКИ НА БОРОШНО І КРУПИ

3.1 Виробничі процеси на підприємствах по переробці зерна.

3.2 Основні вимоги, які висуваються до технологічного обладнання даної групи.

3.3 Обладнання для видалення домішок, що відрізняються від зерен основної культури.

3.4 Технологічне обладнання для сухої обробки поверхні.

3.5 Технологічне обладнання для обробки зерна водою.

3.6 Гідротермічна обробка зерна

3.1 Виробничі процеси на підприємствах по переробці зерна

Розглянемо основні стадії виробничого процесу борошномельного і круп'яного заводів.

Борошномельне і круп'яне виробництво є одним з найважливіших галузей агропромислового комплексу. Призначення борошномельного і круп'яного виробництва полягає в забезпеченні людини основними продуктами харчування – борошном і крупами. Вони є сировиною або необхідними компонентами для виробництва хлібобулочних, макаронних, кондитерських виробів, кулінарних напівфабрикатів і ін.

Виробничий процес переробки зерна в борошно залежить від наступних основних факторів:

– якості зерна, що надходить на переробку;
– ступеня досконалості технологічного процесу;
– якості і досконалості технологічного устаткування;
– кваліфікації кадрів.

Борошномельні підприємства роблять готову продукцію відповідно до затвердженого асортименту. З зерна роблять борошно хлібопекарське (I, II і вищого сортів) і борошно оббивне макаронне (вищого і I сортів); манну крупу. З житнього зерна роблять борошно сіяне, обдирне і оббивне. Оббивне борошно одержують із суміші пшениці і жита. Крім того одержують побічні продукти (висівки, кормове борошно і кормові відходи).

3.2 Основні вимоги, які висуваються до технологічного обладнання даної групи

Крім загальних вимог (міцність, твердість і вібраційна стійкість), пропонованих до машин для переробки зерна при проектуванні, виготовленні й експлуатації, вони повинні відповідати наступним вимогам:

– машини і апарати при повній їхній продуктивності повинні технологічно оптимально впливати на продукт, що оброблюється із мінімальними втратами;

– мати високу техніко-економічну ефективність(при максимальній продуктивності мати мінімум: розміру займаної площі, витрата енергії, води, пари, вартості виготовлення, монтажу і ремонту);

– мати високу зносостійкість робочих органів(влучення металу в продукт виключається);

– мати надійну герметизацію і аспірацію машин(пил не повинний попадати у виробниче приміщення, це вибухонебезпечно);

– відповідати вимогам охорони праці і виробничої санітарії;

– мати автоматизацію контролю робочих процесів (відключати машину, якщо немає продукту, відключати лінію, якщо одна з машин лінії виключилася);

– мати надійне статистичне і динамічне зрівноважування обертових частин і мас, що поступально рухаються, виключаючи шум і надмірний знос підшипників і ін. частин машини;

– відповідати вимогам технологічності(кожна машина повинна з мінімальними витратами і максимальною продуктивністю та надійністю вписуватися в технологічну лінію обробки продукту).

3.3 Обладнання для видалення домішок, що відрізняються від зерен основної культури

3.3.1 Обладнання для видалення домішок, що відрізняються від зерен основної культури шириною і товщиною.

Процес механічного поділу сипучих матеріалів на фракції, що розрізняються геометричними ознаками і фізичними властивостями, називають **сепаруванням**. Обладнання, яке застосовується для цього процесу, називають **ситовими сепараторами**.

Ситові сепаратори на підприємствах по зберіганню і переробці зерна застосовують для очищення зернової суміші від домішок, що відрізняються від основного зерна лінійними розмірами(шириною і товщиною), для сортування зерна на окремі класи і фракції по крупності при підготовці продовольчого зерна до лущіння, а також при доведен-

ні насінного зерна до заданих кондицій; для сортування продуктів здрібнювання і лущення зерна.

У результаті просівання через одне сито вихідний продукт розділяється на дві фракції(частини) , що містять різні за розмірами частки. Частини суміші, що проходять через отвори сита, називають **проходом**; іншу частину, що залишається на ситі і сходить з нього, - **сходом**.

Щоб сипучий матеріал просіювався, він повинний переміщуватися по поверхні сита. Для цього необхідно привести його в рух.

По розташуванню сит обладнання для просіювання розділяються на дві групи: **із плоскими і циліндричними (або призматичними) ситами**. Для надавання руху масі сипучого матеріалу перші роблять обертово-поступальні, кругові поступальні і вібраційні рухи, а другі обертаються навколо осі. На рис .1 представлені принципові схеми основних типів обладнання для просіювання.

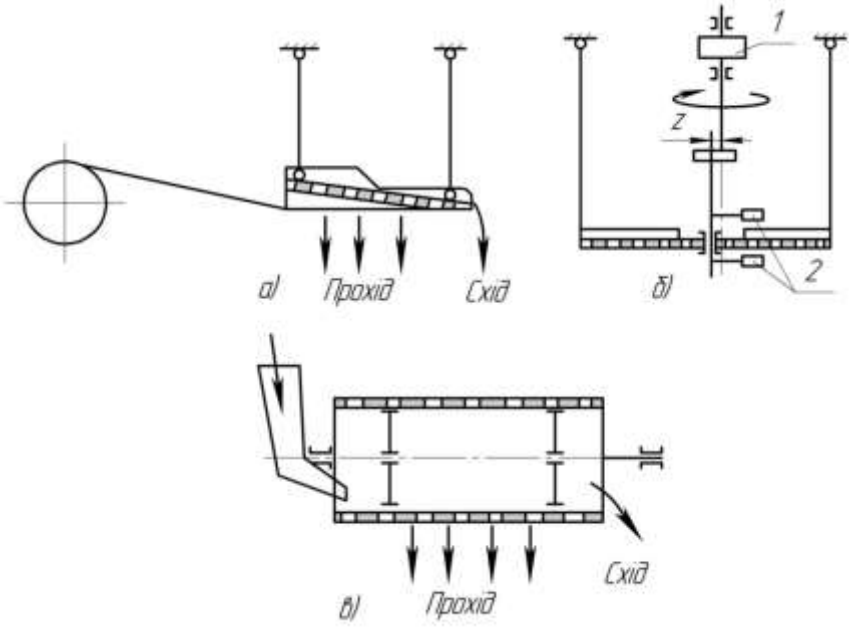


Рисунок 1 - Схеми обладнання для просіювання сипкої сировини:

а – зі зворотно-поступовим рухом; б – із круговим поступовим рухом: 1-шків; 2 – зрівнювальні вантажі; в – ротаційний розсів.

А1-БІС і А1-БЛС – це плоскі похилі сита, що роблять круговий поступальний рух у горизонтальній площині. Сита встановлені в два яруси один над іншим і утворюють просту технологічну схему: схід верхнього сита – великі домішки II, схід нижнього сита – зерно, а прохід – дрібні домішки III. (рис. 2, .3)

У зерноочисних відділеннях борошномельних заводів установлюють сепаратори продуктивністю 12 і 16 т/г, у яких використовують сортувальні сита з довгастими отворами розміром 4,25х25 мм, орієнтовані в перпендикулярних напрямках. Підсівні сита мають отвір ø2 мм. Ситові пристрої, як правило, працюють у комплексі з пневмосепарувальними каналами. Тому зернова суміш розділяється не тільки за розмірами, але і за аеродинамічними властивостями.

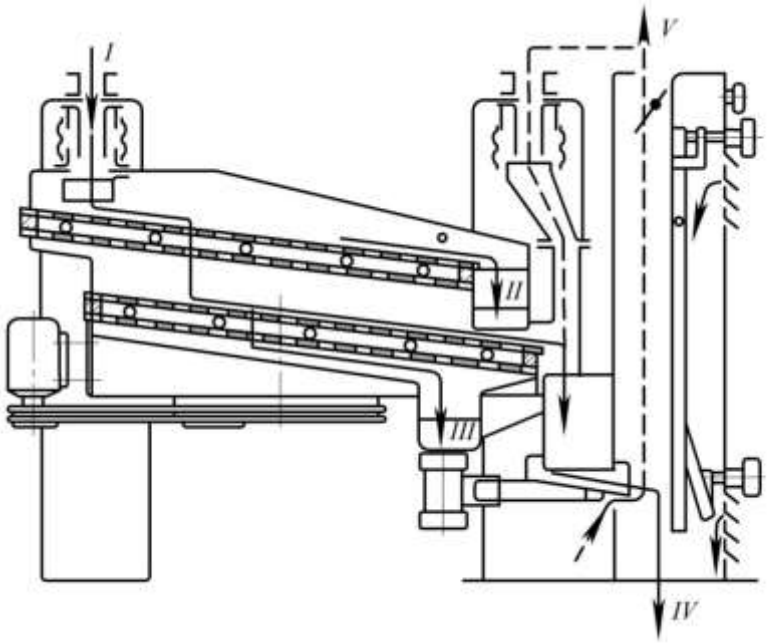


Рисунок 2 – Технологічна схема сепаратора типу А1-БІС:

I - вихідне зерно: II - великі домішки; III - дрібні домішки; IV - очищене зерно; V - легкі домішки.

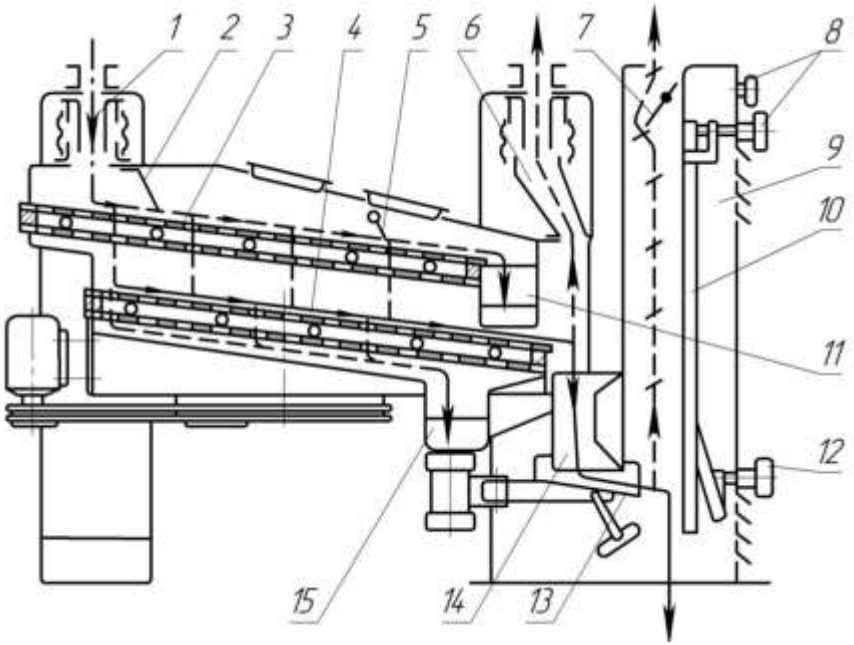


Рисунок 3 - Загальний вид сепаратора А1-БЛС-100:

1 – приймальний патрубок; 2 - клапан розподільний; 3 - решето сортувальне; 4 - решето підсівне; 5 - фартух; 6 - патрубок аспіраційний; 7 - клапан дросельний; 8, 12 - ручки; 9 - пневмосепарувальний канал; 10 - стінка рухлива; 11 - лоток для великих домішок; 13 - вібролоток; 14 - коробка живильна 15 - лоток для дрібних домішок.

У ситових сепараторах широке застосування одержали сита:

– пробивні з тонкої листової сталі з круглими(для сортування зерна по ширині), рис. .4 а; і прямокутними отворами(для сортування зерна по товщині), рис. .4 б;

– плетені (дротові) із круглого металевого дроту, рис. 4 в;

– тканинні із шовкових ниток, капрону, нейлону (рис 5).

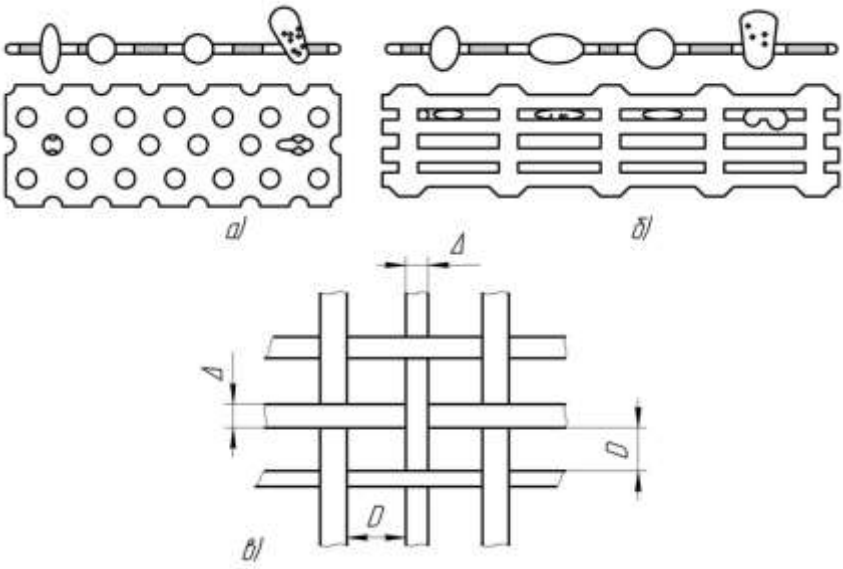


Рисунок 4 – Схеми конструкції сит:

а- пробивне сито з круглими отворами, б – пробивне сито з прямокутними отворами, в – дротове сито.

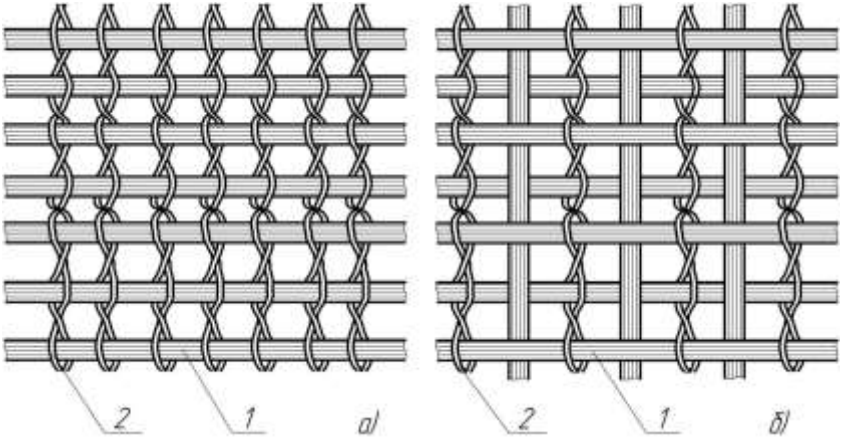


Рисунок 5- Схеми шовкових сит:

а – з ажурним переплетінням, б – зі змішаним переплетінням; 1 – уток, 2 – основа.

3.3.2 Обладнання для видалення домішок, що відрізняються від зерен основної культури аеродинамічними властивостями

Домішки, що відрізняються від зерен основної культури аеродинамічними властивостями, відокремлюють у повітряних сепараторах. Повітряні сепаратори застосовують головним чином на борошномельних, круп'яних і комбікормових заводах для очищення зерна від пилу і домішок, на круп'яних заводах для виділення лузги з продуктів лущення плівчастих культур(рису, гречки, вівса, ячменя), а також для контролю крупи і відходів.

На сучасних підприємствах за переробкою зерна в продовольчі і кормові продукти застосовують повітряні сепаратори при механічному транспорті і при пневматичному транспорті з побіжним очищенням зерна від домішок.

Пневматичні сепаратори можна поділити на дві групи: **з розімкненим та зімкненим циклом повітря**.

До **першої** групи відносять аспіраційні колонки, які широко застосовуються на круп'яних заводах, і пневмосепаратори для борошномельних заводів із пневматичним транспортом.

До **другої** групи відносять головним чином пневмосепаратори з дворазовою продувкою, використовувані в зерноочисних відділеннях борошномельних і круп'яних заводів.

Для очищення зерна від домішок, що відрізняються від нього шириною, товщиною й аеродинамічними властивостями, застосовують повітряно-ситові сепаратори. У цих машинах зерно очищається на ситах, на яких відділяються великі і дрібні домішки, що відрізняються від зерна шириною і товщиною. Потік повітря продуває шар зерна і несе із собою домішки, що відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями.

Повітряний сепаратор А1-БВЗ (рис.6) працює на замкненому циклі повітря. Робочий канал прямокутного перетину. Продуктивність сепаратора 10 т/год., ефективність очищення 75%. Зерно, що надходить у прийомний пристрій, за допомогою розсікачів 7 рівномірно розподіляється по всій довжині зернового каналу 6, у нижній частини якого установлено вантажний клапан 5. З нього зерно надходить на схили 4 робочої камери. Пересипаючись з одного скату, інший, зернова суміш чотири рази продувається повітряним потоком.

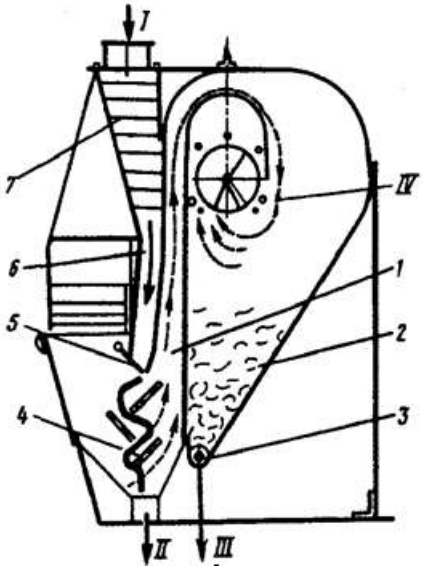


Рисунок 6 - Технологічна схема повітряного сепаратора А1-БВЗ-10:

1 – пневмосепаруючий канал; 2 – осадочна камера; 3 – шнек; 4 – скат; 5 – вантажний клапан; 6 – зерновий канал; 7 – розсікачі; I – вхідне зерно; II – очищене зерно; III – домішки; IV – повітря.

Легкі домішки, захоплені повітряним потоком, відносяться через пневмосепаруючий канал 1 в осадову камеру 2, призначену для відділення пилу і домішок від повітря. Ці відходи виводяться з камери шнеком 3. Повітря, очищене від пилу і домішок в осадовій камері, засмоктується відцентровим вентилятором через щілину дроселя і патрубок, після чого знову нагнітається в робочу камеру, циркулюючі по замкнутому циклу.

Повітряний сепаратор РЗ-БАБ (рис.7) працює в режимі постійної подачі повітря (незамкнутий цикл) і укосу його в систему аспірації. Пневмосепаруючий канал 3 перемінного перетину, що змінюється при переміщені рухливої стінки 4. Технологічний процес у повітряному сепараторі проходить у такий спосіб. Вихідне зерно I надходить у прийомну камеру 7, потім на віблотковий живильник 2, що створює підпір, який перешкоджає підсмоктуванню повітря в приймальну камеру.

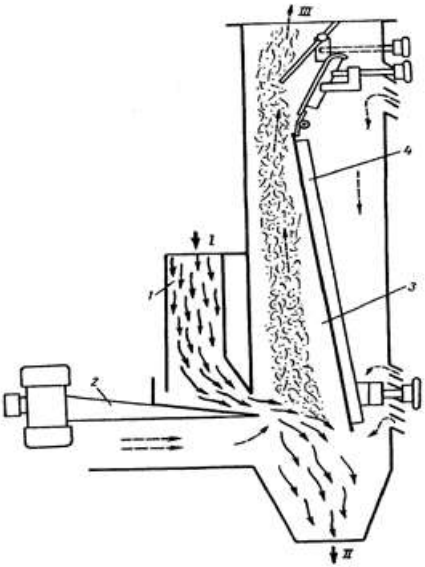


Рисунок 7 - Технологічна схема повітряного сепаратора РЗ-БАБ:
1 – приймальна камера; 2 – вібролотковий живильник; 3– пневмосепаруючий канал; 4 – рухлива стінка; I – вихідне зерно; II – очищене зерно; III – повітря з легкими домішками.

В результаті вібрацій легкі домішки спливають у верхній шар і їм не приходиться переборювати опір основного зернового потоку. Крім того, рухливу стінку 4 у нижній частині встановлюють у таке положення , щоб шар зерна, що сходить з вібролоткового живильника, був практично горизонтальним, що створює оптимальні умови для віднесення легких домішок. При правильному настроюванні живильного пристрою забезпечуються рівномірний розподіл зернового шару по всій довжині пневмосепаруючого каналу 3 і розташування зернової суміші. При цьому зерну повідомляється така початкова швидкість, при якій шар зерна в каналі перетинається повітряним потоком практично під прямим кутом.

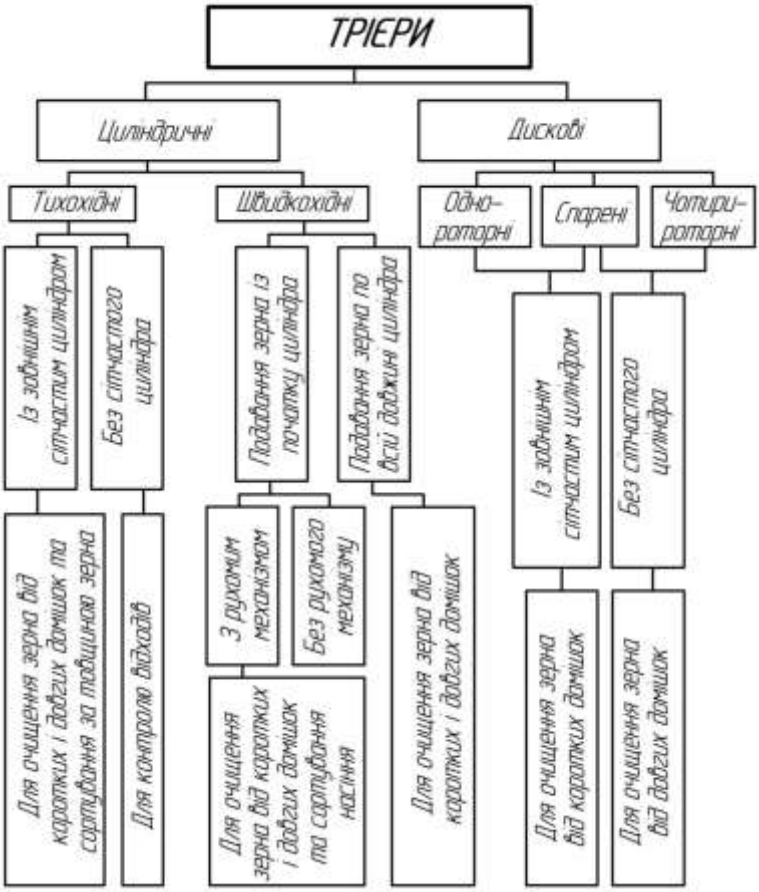
Основна кількість повітря, проходячи під вібролотком, поєднується з повітрям, що надходить через жалюзі в задній стінці, і пронизує шар зерна.

Додаткове надходження повітря через жалюзі перешкоджає осіданню пилу на стінках пневмосепаруючого каналу. Очищене зерно II

виводиться через випускний конус, а повітря III з легкими домішками направляється в систему аспірації. Продуктивність повітряного сепаратора 10,5 т/год, ефективність очищення зерна від легких домішок 90%.

3.3.3 Обладнання для виділення домішок, що відрізняються від зерен основної культури довжиною.

Для виділення домішок, що відрізняються від зерен основної культури довжиною, на елеваторах і зерно на переробних підприємствах застосовують шини, які називаються **трієрами**. Застосовують **циліндричні і дискові трієри**.



Циліндричний трієр (рис.9) складається зі сталевого циліндра зі штампованими осередками на внутрішній поверхні і шнека, розташованого у жолобі. При обертанні циліндра в осередки попадають короткі зерна. Вони укладаються в осередки глибше, ніж довгі. Тому перші при обертанні циліндра випадають пізніше, попадають у жолоб і виводяться з машини шнеком. До них відносяться трієри типа БТС і ТЛГ.

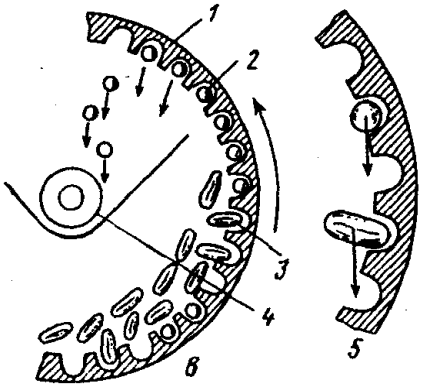


Рисунок 9 – Схема та принцип дії циліндричного трієра:

1 – осередкова поверхня трієра; 2 – коротка домішка; 3 – зерно пшениці; 4 – лоток для збору домішок; 5 – дія сили ваги на частки різної довжини.

У дисковому трієрі осередки виконані на поверхні чавунних дисків. При обертанні дисків у осередки попадають короткі зерна, що потім випадають у жолобки і виводяться з машини.

До дискових трієрів відносяться машини А9-УТК і А9-УТО.

3.3.4 Обладнання для видалення домішок, що відрізняються від зерен основної культури сукупністю різних фізичних властивостей.

Усе різноманіття технологічного обладнання даного класу зведено в таблицю .1.

До обладнання для очищення зерна від домішок, що відрізняються від нього щільністю, розмірами, формою і характером поверхні, відносять пневмосортувальні столи типу БПС (рис. 11)

Таблиця .1 Обладнання для видалення домішок.

Щільність	Форма та коефіцієнт	Щільність та коефіцієнт тертя	Щільність та аеродинамічні властивості	Стан поверхні
Гідравлічні машини	Фрикційні і спіральні сепаратори	Каменероздільні машини (конструкція А.Ф Григоровича)	Вібропневматичні каменероздільні машини, пневмосортувальні столи	Електромагнітні сепаратори

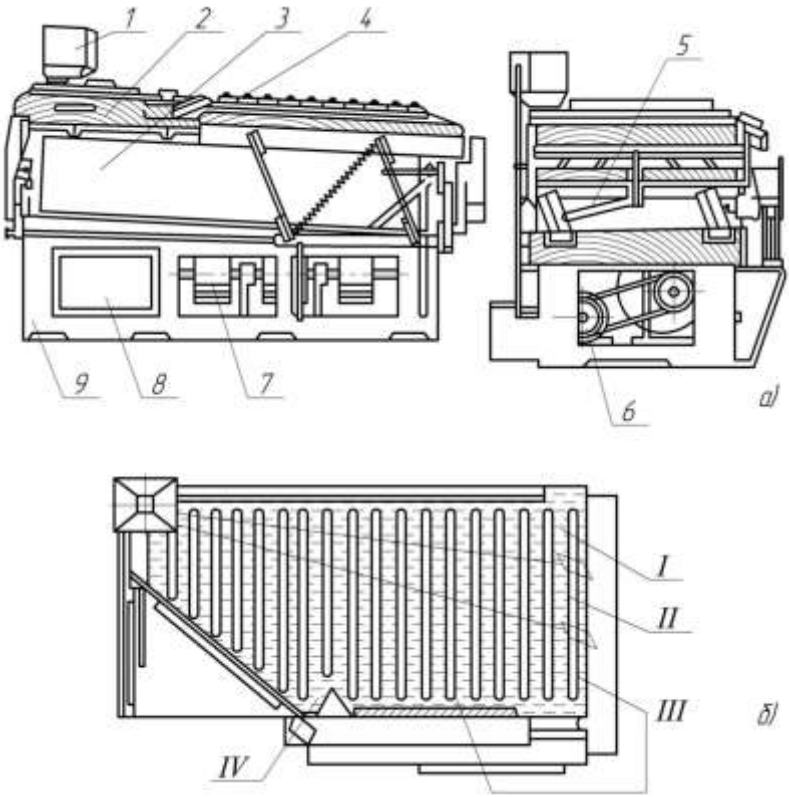


Рисунок 11 - Пневмосортувальний стіл БПС:

а – загальний вид: 1 – живильний пристрій; 2 – вібростіл; 3 – повітряна камера; 4 – лотки для збору і висновку фракцій; 5 – шатун; 6 – привод з варіатором; 7 – вентилятор; 8 – повітряний фільтр; 9 – стани-

на; б – схема поділу зерна на деку столу: I – легкі відходи; II – проміжна фракція; III – очищене зерно; IV – важкі відходи.

Очищення на пневмосортувальному столі проводять після попередньої обробки зернової суміші в сепараторах та трієрах. Машина складається зі станини 9 (рис.11, а), повітряної камери 3, живильного пристрою 1, вібраційного столу 2 і приводу 6 з варіатором. Вихідна суміш розділяється на деку вібраційного столу під дією повітряного потоку, створюваного п'ятьма вентиляторами 7 і коливальними рухами деки.

Вихідна суміш, що надходить на деку, цілком покриває її робочу поверхню, що умовно поділяють на зону розташування і зону розподілу. Зона розташування утвориться на початку руху зернової суміші. При коливанні деки і продуванні її знизу повітряним потоком більш легке насіння і домішки переміщаються нагору, як би спливають, а більш важкі осідають. При цьому вихідна суміш розташовується на деці (рис.11, б) визначеними смугами: легкі відходи I; проміжна фракція II, очищене зерно III. За допомогою направляючих планок кожна фракція віддаляється з машини. З правої сторони деки у верхній частині розташована пастка для важких відходів IV.

3.4 Технологічне обладнання для сухої обробки поверхні

3.4.1 Класифікація машин

У зерновій масі, яка пройшла через сепаратори, залишається ще велика кількість пилу, що збирається в борозенках зерен, а також частки, що пристали до зерен і мікроорганізми.

Для сухої обробки поверхні зерна застосовують **оббивні і щіткові машини**.

Для очищення поверхні зерна від пилу, часткового відділення плодових оболонок і зародків, а також для лущення вівса і ячменя застосовують **оббивальні машини**.

Для очищення поверхні і борозенок зерна від пилу і зняття надірваних оболонок, що залишилися після оббивної машини, застосовують **щіткові машини**.

Поверхня зерна обробляється двома способами – **сухим** і **мокрим**.

Сухий спосіб обробки досягається тертям зерна об зерно, тертям і ударом зерна об різні робочі поверхні машини. Ступінь інтенси-

вності обробки зерна залежить від характеру робочої поверхні машини (абразивна, металева, щіткова та ін.) і режиму її роботи.

3.4.2. Оббивальні машини

Оббивальні машини бувають двох типів:

– з внутрішньо цеховим механічним транспортуванням;

– з внутрішньо цеховим пневматичним транспортування.

В оббивальну машину **з механічним транспортуванням** (рис.12, а) зерно надходить через патрубок 1. Обертові била 2 підхоплюють зерно і скидають його на внутрішню поверхню циліндра 3. Внутрішня частина машини аспірується через сітку 4.

Швидкість зерна і бичів не збігаються, тому зернівка піддається ударові бичів потім вдаряється об абразивну поверхню циліндра.

Зерно, як пружно грузле тіло відбиваючись від абразивної поверхні циліндра, знову вступає в зіткнення з билами і після багаторазових ударів поверхня зерен очищається.

При виході з машини оброблене зерно піддається сепаруванню висхідним повітряним потоком.

На рис.12, б показана схема роботи оббивної машини, яку застосовують на борошномельних підприємствах **з внутрішньо цеховим пневматичним транспортуванням** зерна. Повітря несе із собою зерно разом з частками, відділеними в машині. Очищене зерно виділяється в пневматичному сепараторі – розвантажнику. Швидкість руху повітря в каналах регулюють клапаном 1. На борошномельних підприємствах використовують оббивальні машини марки ЗНМ з абразивною поверхнею і осьовим розміщенням бил, а також марки ЗІП і ЗНМ з абразивною (Н) або металевою (М) поверхнею і радикальним розміщенням бил пропелероподібної форми.

Оббивні машини ЗНМ використовуються на підприємствах з механічним у середині цеховим транспортом, а машини ЗНП і ЗМП – на підприємствах як із пневматичним, так і з механічним транспортом.

Машини з абразивним циліндром застосовують, як правило, при попередній підготовці зерна з інтенсивною дією на зерно.

Машини зі сталевими (ситовими) циліндрами – при наступних етапах підготовки зерна при меншому впливі на зерно, що приводить до зниження битого зерна.

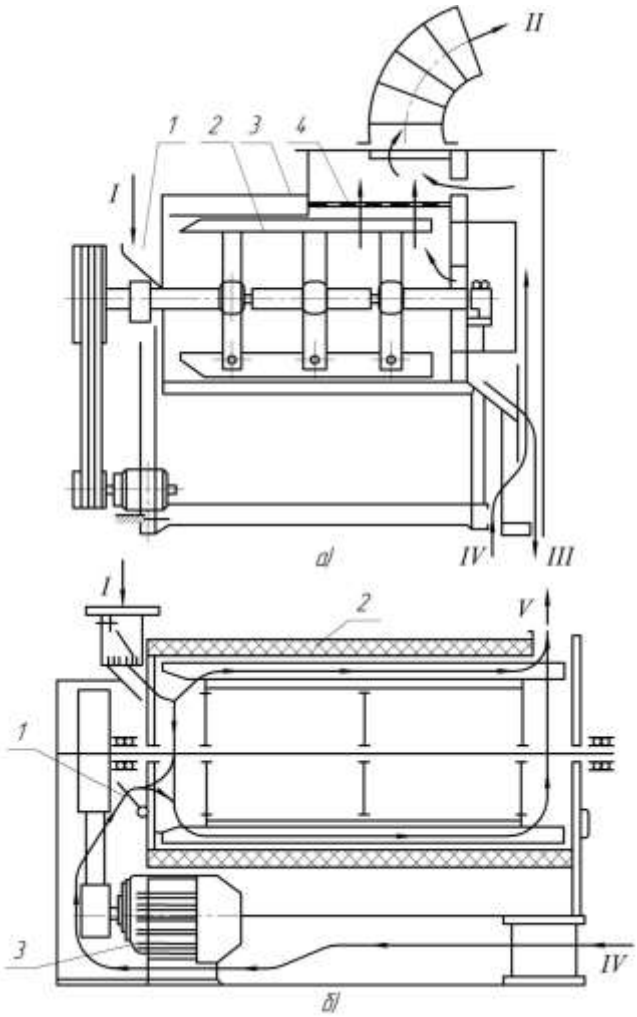


Рисунок 12 - Схеми оббивальних машин для борошномельних заводів:

а) з внутрішньо цеховим механічним транспортуванням: 1 – патрубок; 2. – било; 3.-циліндр; 4.-сітка;

б) з внутрішньо цеховим пневматичним транспортуванням: 1.-клапан; 2.-циліндр; 3.-електродвигун;

І- надходження зерна; ІІ- відсмоктування повітря; ІІІ- випуск зерна; ІV- надходження повітря; V- відсмоктування аеросуміші.

Вертикальні оббивні машини, типу РЗ-БМО, призначені для сухого очищення поверхні зерна від пилу, часткового відділення плодових оболонок, борідки, зародка. Оббивальні машини випускають із продуктивністю 1,67 і 3,33 кг/с.

Корпус 1 машини (рис.16) звареної конструкції, виготовлений з листового матеріалу та несе на собі усі складові частини машини. У корпусі маються двері 12 для доступу до внутрішніх частин машини.

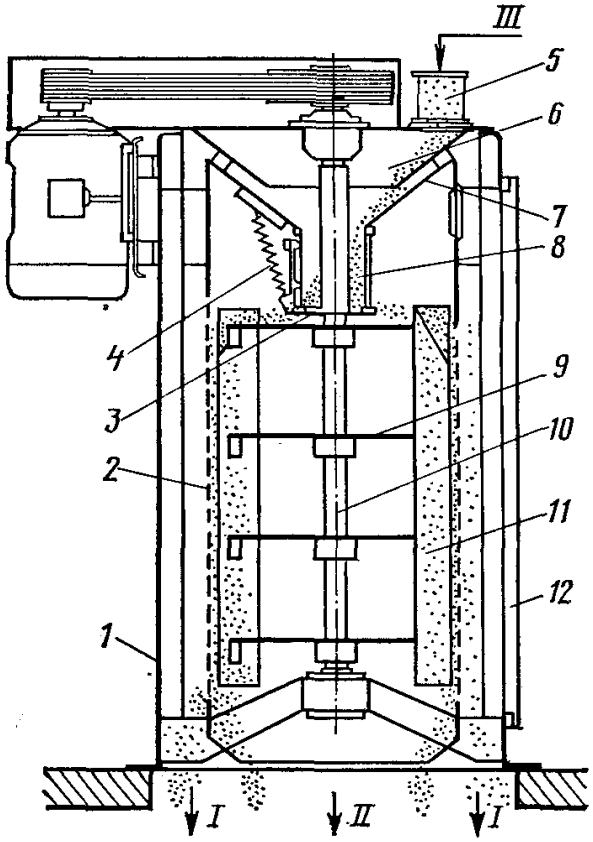


Рисунок 16 – Схема вертикальної оббивальної машини:

1 - корпус; 2 - сітчастий циліндр; 3 - диск; 4 - пружина; 5 - приймний патрубок; 6 - завантажувальна лійка; 7 - нижній конус; 8 - живильний пристрій; 9 - розетка; 10 - ротор;11 - била; 12 - двері;

I — відходи; II — очищене зерно; III - надходження зерна

Завантажувальна лійка 6 складається з двох співвісно зварених конусів, що поліпшує подачу зерна в живильний пристрій.

Живильний пристрій 8 являє собою диск 3, підвішений на трьох регульованих пружинах 4 до нижнього конуса 7 завантажувальної лійки 6. Це забезпечує рівномірний розподіл зерна по всьому колу машини, а також можливість регулювання продуктивності машини.

Сітчастий циліндр 2 зібраний з трьох секцій. Для регулювання натягу сітчастого циліндра по діаметру застосовують повздовжні дерев'яні прокладки.

Ротор10 складається з розеток 9, закріплених на валу. Сталеві била 11, що направляють зерно на внутрішню поверхню сітчастого циліндра, кріпляться до розеток болтами. Ротор 10 у корпусі 1 установлений на двох підшипниках: верхній (роликовий сферичний) сприймає осьові і радіальні навантаження, нижній (кульковий сферичний) - тільки радіальні навантаження.

Зерно надходить через прийомний патрубок і завантажувальну лійку в живильний пристрій. Під дією сили ваги зерна підпружинений диск опускається. Через кільцеву щілину, що утворилася, зерно рівномірно сиплеться на верхню розетку ротора, з якого під дією відцентрових сил відкидається до внутрішньої поверхні сітчастого циліндра, де і відбувається очищення зерна.

3.4.3 Щіткові машини.

Щіткові машини за конструкцією аналогічні оббивальним. Тільки замість бил – щітковий барабан, а замість циліндра – щіткова дека. Щітки металеві.

На борошномельних підприємствах із внутрішньо-цеховим пневматичним транспортуванням зерна використовують машини БЩГ 1-5 і Б1ЦП-10, а на підприємствах із внутрішньо-цеховим механічним транспортом – БЩМ-5 і БЩМ-10.

Горизонтальна щіткова машина (рис. 17) виконана у вигляді розбірного металевого корпуса 1, усередині якого змонтовані обертовий щітковий ротор 4, щіткова дека 8, живильний валок 9 та механізм 10 для регулювання рівномірності зерна, що надходить, по довжині щіткового барабана.

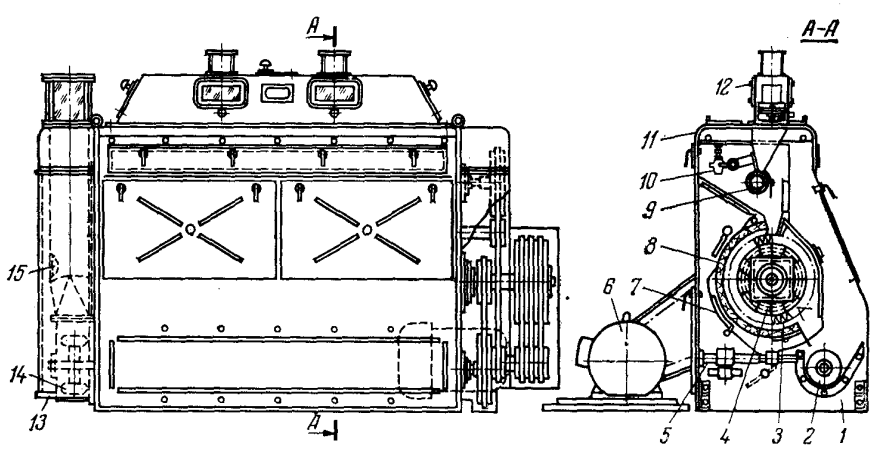


Рисунок 17 – Щіткові машини типу БЩП і БЩМ:

1 - корпус; 2 - шнек; 3 - рухлива щока; 4 - щітковий ротор; 5 - механізм для повороту деки; 6 - електродвигун; 7-шкала з умовним тарируванням; 8 - щіткова дека; 9 - живильний валик; 10 - механізм для регулювання рівномірності зерна, що надходить; 11 - кришка корпуса; 12 - живильний пристрій; 13 - нижнє вікно корпуса побудника; 14 - збудник броскового типу; 15 - продуктопровід.

Для виводу зерна з машини при пневмотранспортуваннізастосовують шнек 2 з механічним побудником 14 броскового типу і вертикальний продуктопровід 15. При механічному транспортуванні зерно виходить через нижнє вікно 13 корпуса збудника.

Зазор між щітковими поверхнями деки і ротором регулюють двома механізмами 5, що приводяться в дію гвинтовими парами. Регулювання робочого зазору здійснюється по шкалах 7 з умовним тарируванням, що закріплені на рухливих щоках 3 усередині корпуса машини.

Максимальний робочий зазор між щітковими поверхнями деки 8 і ротора 4 при збігу покажчика з нижнім гвинтом шкали 7 складає 6±2 мм.

Для вільного входу повітря в машину при пневматичному транспортуванні зерна у верхній частині розташовані жалюзі (в обшивці і фортках)

У машині для борошномельних заводів із внутрішньо-цеховим механічним транспортуванням для цієї мети передбачені в нижній частині вікна, а на бічній стінці шибер, що дозволяє регулювати кількість повітря, що надходить у машину.

Аспірація щіткової машини здійснюється через кришку 11 у верхній частині корпуса.

Технологічний процес очищення зерна наступний. Зерно через прийомний патрубок самопливом надходить у живильний пристрій 12, з його на живильний валик 9, що рівномірно шаром подає його по всій довжині щіткового ротора 4.

Потрапляючи в зазор між обертовим щітковим ротором 4 і нерухомою щітковою декою 8, зерно піддається інтенсивному впливу щіток, очищається і попадає в шнек 2, потім у продуктопровід 15 і виводиться з машини.

Оббивальні і щіткові машини встановлюють на борошномельних заводах послідовно і через них пропускають зерно, попередньо очищене від сторонніх домішок. Технологічну ефективність очищення поверхні зерна в оббивальних і щіткових машинах оцінюють зниженням зольності і збільшенням кількості битого зерна.

На технологічну ефективність впливають наступні фактори:

– технологічні властивості зерна(скловидність, вологість, твердість та ін.);

– параметри основних робочих органів машини (кількість оборотів барабана, характеристика робочої поверхні, зазор, кут нахилу бив, рівномірність завантаження, ефективність роботи аспірації та ін.);

– питоме зернове навантаження на машину, що виражається в кг/м^2 на годину;

Поверхня барабана покривається, абразивною масою, що містить наждак або електрокорунд від №100 до №63(зернистість від №20 до № 26).

Кутова швидкість бил при обробці пшениці повинна складати 13...15 м/с, для жита – 15...18 м/с.

Зазор між гранню бил і абразивною поверхнею повинний знаходитися в межах від 25 до 30 мм.

Кут нахилу бил змінюється від 5 до 12°.

Рекомендоване навантаження на 1м^2 внутрішній поверхні абразивного барабана шпалерної машини складають 28 т/добу для пшениці і 24 т/добу для жита.

Аспірація шпалерної машини має велике значення на технологічний ефект її роботи, оскільки всі частки, що виділяються під час роботи, виносяться повітрям. При незадовільній роботі аспірації знижується технологічна ефективність обезпилювання зерна.

3.5 Технологічне обладнання для обробки зерна водою

3.5.1 Класифікація способів та обладнання для обробки зерна.

Сучасні конструкції машин для обробки зерна водою можна підрозділити на **три групи**:

1) машини, у яких зерно воложать холодною або теплою водою для змінення при наступний гідротермічній обробці його структурно-механічних властивостей;

2) машини для зволоження зерна парою перед лущінням або плющенням, що обхідно при переробці різних культур у крупу;

3) машини, у яких при мийці одночасно відокремлюються домішки, що відрізняються від основного зерна гідродинамічними Властивостями.

Для зволоження зерна застосовують водоструминну машину ЗЗМ-2 і водорозподільну машину БУВ-10.

3.5.2 Водоструминна машина ЗЗМ-2

Водоструминна машина ЗЗМ-2 (рис.18) призначена для зволоження зерна водою в крапельно-рідкому стані перед відволожуванням його в засіках.

Водоструминна машина ЗЗМ-2 використовується в схемі підготовки зерна до помелу для додаткового зволоження його після мийної машини, а на борошномельних заводах, де немає мийних машин, є основним апаратом для зволоження зерна. Машина зволожує 5 - 8 т зерна в годину на 0,5 – 4 %.

Зерно, що поступає через приймальний патрубок, падає на лопатеве колесо 9 і приводить його в рух. Швидкість обертання колеса пропорційна кількості поступаючого зерна. Колесо через зубчату передачу 10 передає обертання водоналивному колесу 4 зі встановленими на ньому ковшами, які зачерпують воду з резервуару 2 і виливають у воронку 5. Вода по трубі поступає в шнек, в який також поступає зерно, що підлягає зволоженню. Довжина шнека повинна бути не менше 6 м. Для кращого перемішування рекомендується встановлювати два

шнеки одні над іншими. Бункери для відволожування зерна в цьому випадку заповнюються з нижнього шнека.

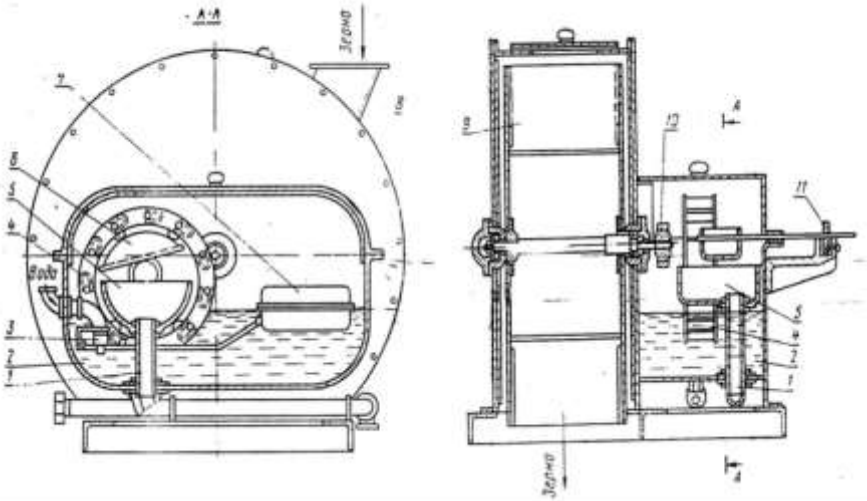


Рисунок 18 - Водоструминна машина ЗЗМ-2:

1 - труба; 2 - резервуар; 3 - клапан; 4 - водоналивне колесо; 5 - воронка; 6 лоток; 7 - поплавок; 8 - приймальний патрубок; 9 - лопатеве колесо; 10 - зубчата передача; 11 - гвинтовий регулятор кількості води.

Кількість води, що подається в шнек, встановлюється лотком 6, положення якого регулюється гвинтовим регулятором. Чим менше лоток перекриває воронку, тим менше води зливається назад в резервуар і тим більше її прямує в шнек машини для зволоження зерна.

Зволожувальні апарати А1-БУЗ і А1-БАЗ мають однаковий принцип дії й ідентичний пристрій. Робочі органи цих апаратів (форсунки для подачі води) працюють спільно зі шнеками, що забезпечують перемішування і транспортування зерна. Система подачі води обладнана пристроєм контролю витрати, фільтром для очищення води, вентилями і клапанами для керування потоком води. Передбачено також автоматичний пристрій, що відключає воду у випадку припинення подачі зерна в зволожувальний шнек. В зволожувальному апараті А1-БУЗ розпилювання води у форсунці виробляється під тиском у во-

допровідній системі, а в апараті А1-БАЗ — за допомогою компресора, що подає стиснене повітря.

Роботу зволожувального апарата розглянемо на прикладі А1-БАЗ (рис .19). Вихідне зерно надходить в індикатор 13, де відхиляє поворотну заслінку, що замикає контакти мікровимикача. Електричний сигнал подається на електромагнітний вентиль 6, що відкриває подачу води. Вода очищається, проходячи через керамічний фільтр 5. Подачу води регулюють, обертаючи голчастий вентиль 10. Для контролю витрати води призначений ротаметр 9.

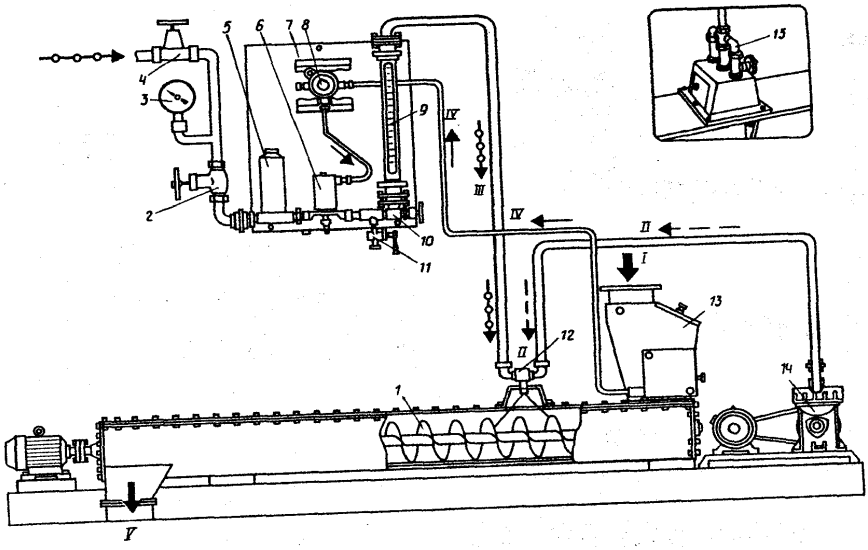


Рисунок 19 – Технологічна схема зволожувального апарата А1-БАЗ:

1 - шнек; 2 - вентиль; 3 - манометр, 4 - редукційний клапан, 5 – фільтр, 6 - електромагнітний вентиль; 7 – панель; 8-розподільна коробка; 9 - ротаметр; 10 - регулюючий вентиль; 11 – спускний; 12 – форсунка А1-БАЗ; 13 - індикатор наявності зерна; 14 – компресор; 15 - форсунка А1-БУЗ;

I - вихідне зерно; II - повітря; III – вода; IV - електричний струм; V - очищене зерно.

Вода і зерно надходять у шнек 1. При припиненні надходження зерна в індикатор перекривається подача води. Форсунка 12 апарата А1-БАЗ забезпечує розпилення води в результаті подачі стиснутого

повітря. Розпилювальна волога надходить у потік зерна через одне сопло. Форсунка 15 подає краплиннорідку вологу через три-сопла.

3.5.3 Водорозпилювальна машина БУВ-10

Вода (рис .20) з водопровідної системи через патрубок 1 подається в резервуар 2 до визначеного рівня. Резервуар має трубку 3 для подачі води на зволоження, кінець якої при відсутності зерна закритий клапаном 4. Зерно через прийомний патрубок 5 самопливом надходить у рухливий бункер 5. В міру надходження зерна бункер 5, перебороюючи опір пружин 7, опускається й утворює із внутрішнім конусом 8 кільцеву щілину 9. Зерно надходить на обертовий верхній диск 10 і в радіальному напрямку.

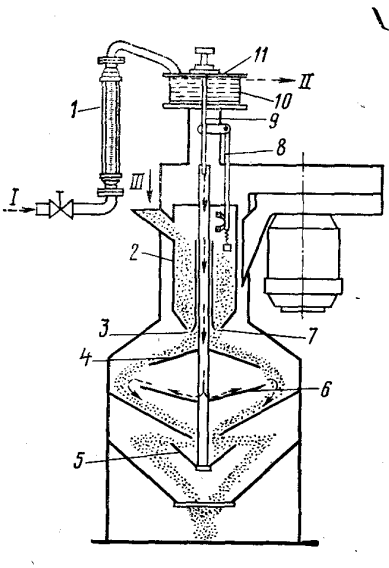


Рисунок 20 - Технологічна схема водорозпилювальної машини БУВ-10:

1 - ротаметр; 2 - рухомий бункер; 3 - кільцева щілина; 4 - диск для зерна; 5 - тарілки змішувача; 6 - диск для води; 7 - внутрішній конус; 8 - важіль; 9- порожній вал; 10 - бачок; 11 - проріз;

I — вода; II - злив води; III — подача зерна.

Вода з бака 2 через трубку 3 надходить у порожній вал 11 і через отвори в ньому подається на ніжній обертовий диск 12, розприскується і створює водяну завісу, через яку проходить потік зерна. Зволожене зерно попадає на обертову тарілку 13 змішувача, де додатково перемішується і віддаляється з машини.

3.5.4 Обладнання для миття зерна Ж9-БМА

Машина Ж9-БМА (рис 21) складається з мийної ванни 1 і віджимного стовпчика II, з'єднаних між собою сплавною камерою III.

Мийна ванна I має дві пари горизонтальних шнеків. Два верхніх шнека 1 для горизонтального переміщення зерна вправо, а два нижчих

2 для переміщення вліво осілих часток, каменів і піску. Зерно, що надійшло у ванну через прийомний пристрій 3, рясно миється водою, і від нього відокремлюються важкі домішки. Прийомний пристрій може переміщатися уздовж ванни. Чим регулюється час мийки зерна.

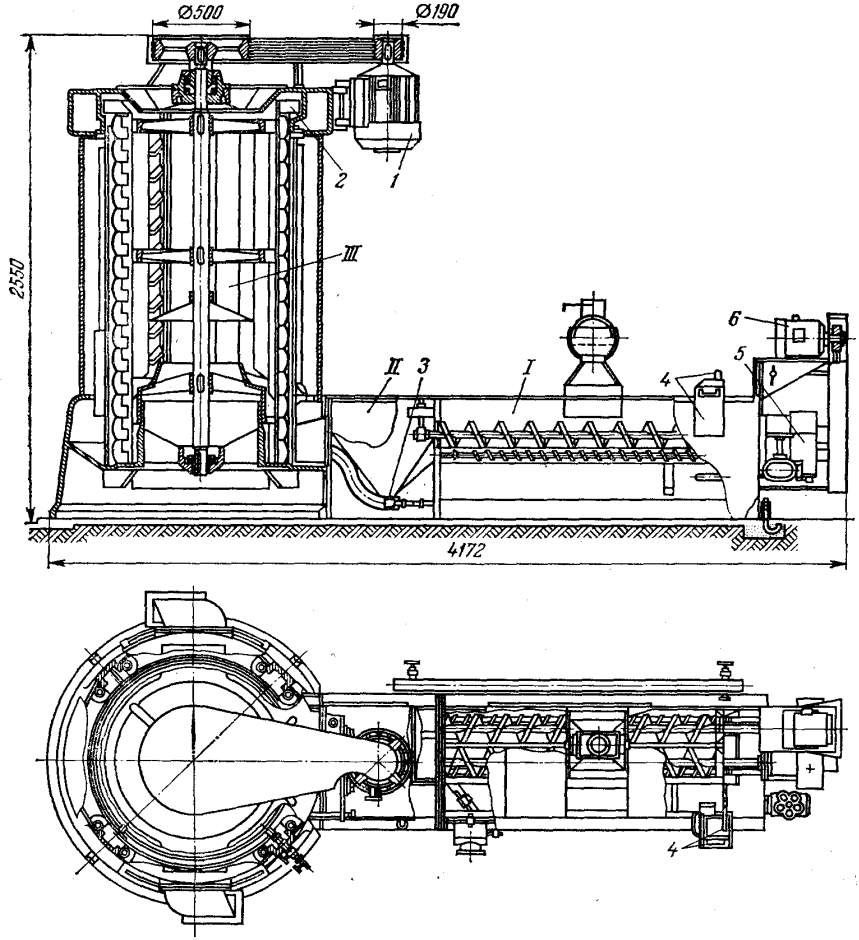


Рисунок 21 - Мийна машина Ж9-БМА:

I - мийна ванна; II- віджимний стовпчик; III - сплавна камера; 1 - електродвигун віджимного стовпчика; 2 - лопатки; 3 - вузол гідротранспорту зерна; 4 - приймач каменів; 5 - редуктор; 6 - електродвигун привода шнеків.

У сплавну камеру III зерно подається шнеком 1. З неї зерно попадає в віджимний стовпчик II під тиском води із сопла 4. Сплавна камера має люк для відводу легких домішок. Віджимний стовпчик має перфорований циліндр 5, у середині якого встановлений ротор 6 з лопатками 7 для переміщення зерна нагору. Лопатки, обертаючи, засмоктують у ротор і повітря через отвори 8. Зерно переміщаючись нагору, звільняється від води, що йде через перфорацію циліндра 5, а повітря частково підсушує – зерно. Зерно віддаляється з машини верхніми лопатками 9 ротора.

На технологічну ефективність роботи мийних машин впливають наступні фактори:

– навантаження на машину;

– питомі витрати води, її температура і ступінь твердості;

– час перебування зерна у воді;

– інтенсивність перемішування і частота зміни води.

Режим роботи мийних машин змінюється в залежності від ступеня забруднення поверхні зерна, його структури і початкової вологості.

На ефективність видалення вологи з зерна механічним способом у віджимних колонках впливають фактори:

– кутова швидкість бив, нахил і зазор між билами і ситовою поверхнею;

– величина живого перетину ситової поверхні, форма і розміщення отворів;

– кількість повітря, що продувається через ситову поверхню машини.

6. Гідротермічна обробка зерна

У переробній галузі застосовують оброблення зерна водою і теплом, так зване **гідротермічне оброблення** (ГТО) **або кондиціонування**.

Гідротермічне оброблення зерна – збагачувальний прийом, що сприяє поліпшенню технологічних властивостей зерна і підвищенню використання його харчових ресурсів для продовольчих цілей. У результаті гідротермічного оброблення поліпшуються:

– борошномельні якості зерна, тому що оболонки стають більш грузлими і еластичними, ніж ендосперм, що сприяє кращому їх відділенню;

– хлібопекарські властивості борошна внаслідок впливу тепла на білковий комплекс зволоженого зерна.

На сучасних борошномельних заводах для гідротермічного оброблення застосовують апарати різних конструкцій. Апарати для гідротермічного і теплового оброблення в залежності від призначення поділяються на **три групи**: для обробки зерна, злакових культур, круп'яних і компонентів комбікормів. До першої групи відносять підігрівачі і кондиціонери. На борошномельних підприємствах для підготовки зерна до помелу найбільше поширення одержали швидкісні кондиціонери. В них як теплоносія використовують пар.

За видом обробки зерна кондиціонування буває:

– **холодне**, при якому зерно зволожують водою при температурі 15...20° Послідовність використання машин для оброблення зерна: мийна машина, апарат для зволоження, бункер для відволожування;

– **гаряче**, при якому зерно зволожується в повітряно-водяних кондиціонерах. Послідовність використання машин для обробки зерна: мийна машина, повітряно-водяний кондиціонер, апарат для зволоження, бункер для відволожування;

– **швидкісне,** при якому зерно зволожується в спеціальних апаратах швидкісного кондиціонування (АСК), у яких для оброблення зерна використовується пар. Послідовність використання машин для оброблення зерна: швидкісний кондиціонер, бункер, мийна машина, апарат для зволоження, бункер для відволожування;

– **поверхневе**, при цьому способі кондиціонування виробляється закупорювання капілярів оболонки зерна, що призводить до ослаблення зв'язку ендосперму з оболонкою;

– **вакуумне**, при якому зерно підігрівають, зволожують і підсушують під вакуумом.

Водяні і повітряні кондиціонери мають дуже маленьку продуктивність і великі енерговитрати, тому практично не використовуються. Основними вузлами повітряно-водяного кондиціонера продуктивністю 1,25 і 2,75 т/годину є:

– приймальне відділення, що рівномірно розподіляє зерно по всьому поперечному перерізі кондиціонера;

– верхнє двосекційне підігрівальне відділення, у якому зерно підігрівається до температури 40..60°С в залежності від якості клейковини;

– сушильне відділення,у якому зерно підігрівається гарячим повітрям (70...80°С) і відділяється поверхнева волога;

– нижнє трисекційне нагрівальне відділення з радіаторами підігріву.

Повітря, поступаючи до відділення через радіатори, забезпечує підтримку температури зерна в межах 40...60°С. Основний процес кондиціонування зерна здійснюється в цьому відділенні;

– охолоджувальне відділення – зерно прохолоджується до температури 20°С свіжим повітрям.

Швидкісне кондиціонування проводять паром в апаратах типу АСК. Це перспективний вид ГТО, який все частіше застосовується на заводах. У результаті швидкісного кондиціонування збільшується вихід борошна високих сортів і поліпшується якість сортового борошна.

Процес швидкісного кондиціонування складається з обробки зерна парою(при цьому воно одночасно нагрівається і воложиться), темперування пшениці зі слабкою клейковиною в термоізольованому бункері, охолодження зерна водою в мийній машині, видалення зайвої поверхневої вологи з зернівок і відволожування зерна в бункерах. Ці етапи процесу швидкісного кондиціонування здійснюється потоково в зазначеній послідовності.

Після обробки в міжзерновому просторі залишається деяка кількість пари, тому після пропарювання зерно направляють у мийну машину самопливом, без підйому норією або пневмотранспортером. Для швидкісного кондиціонування використовують апарати АСК-5 і АСК-10, а для видалення поверхневої вологи – вологознімачі В-5 і В-10.

Апарат АСК. Обладнання безперервної дії шнекового типу, з автоматичною системою регулювання температури нагрівання зерна й автоматичною системою захисту від перевантаження. Він містить у собі нагрівальний і контрольний шнеки, станину з кожухом, контрольний патрубок, систему трубопроводів, випускний патрубок, конденсатовідвідники, пульт керування і сигналізації.

Обробка зерна в апараті швидкісного кондиціонування відбувається в такій послідовності (рис .22). Зерно з вологістю близько 14% надходить у нагрівальний 3, а потім у контрольний 12 шнеки, і переміщаючись піддається нагріванню і зволоженню на 2% паром, що подається форсунками 10. Температура зерна в нагрівальному шнеці близько 30-40°С, у контрольному шнеку в залежності від заданого теплового режиму – 40-60°С. Надходячи в прийомний патрубок нагріва-

льного шнека зерно давить на заслінку, відхиляє її і через важільно-кулачковий механізм переключає контакти кінцевого вимикача 2, установленого на прийомному патрубку, підготовляючи ланцюг харчування головного електромагніту соленоїдного вентиля 19.

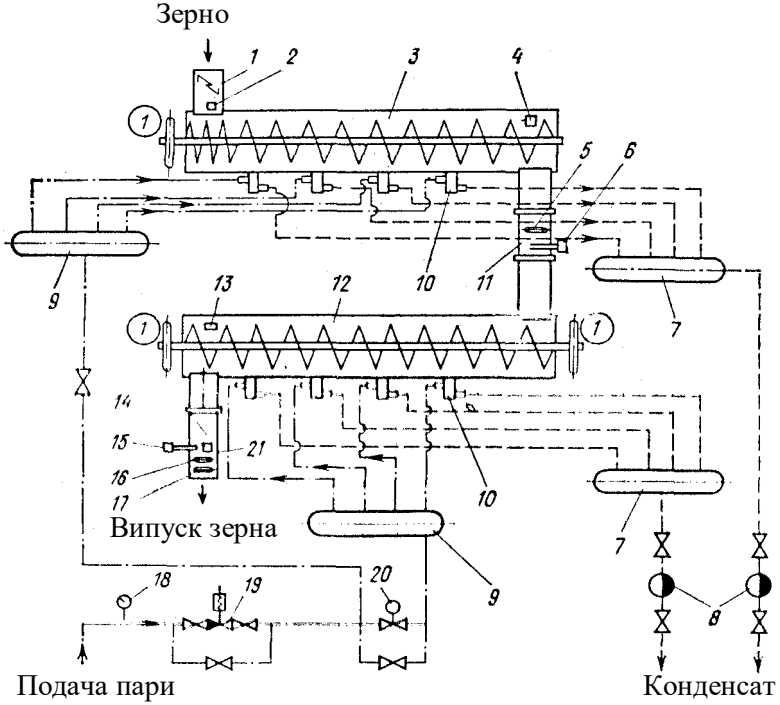


Рисунок 22 – Технологічна схема апарата АСК:

1-приймальний патрубок; 2, 4, 13, 14-кінцеві вимикачі; 3-нагрівальний шнек; 5, 16-вимірювальні перетворювачі манометричних електроконтактних термометрів; 6, 15-вимірювальні перетворювачі термометрів опору; 7-колектор конденсату; 8-конденсатор-відводчик, 9-колектор пара, 10-форсунка; 11-контрольний патрубок; 12-контрольнмй шнек; 17-вимірювальний перетворювач автоматичного регулятора температури; 18-манометр; 19-вентиль з електромагнітним приводом; 20 - регулюючий клапан з виконавчим механізмом; 21-випускний патрубок.

У нагрівальному шнеку зерно в міру переміщення перемішується лопатками. З нагрівального шнека зерно по контрольному патрубку 11 повз вимірювальних перетворювачів 5 і 6 дистанційних термометрів надходить у контрольний шнек 12. Потім воно проходить у випускному патрубку повз вимірювальні перетворювачі15 і 16 дистанційних термометрів та вимірювального перетворювача регулятора температури 17 і відхиляє заслінку, що через важільно-кулачковий механізм переключає контакти кінцевого вимикача 14, виключаючи головний електромагніт соленоїдного вентиля, у результаті чого пар розпилювачів форсунки подається в шнеки. З цього моменту починається обробка паром зерна, що проходить по шнеках.

Одним із способів гідротермічного оброблення з використанням тепла є так назване **швидкісне кондиціонування** (рис.23). Першою операцією є обробка зерна паром у так званих апаратах швидкісного кондиціонування (АСК). Обробка паром приводить як до нагрівання зерна, так і до його зволоження за рахунок конденсації пари. Додаткова теплова обробка зерна здійснюється при його короткочасному перебуванні в теплоізольованому бункері для темперування. Потім підігріте зерно інтенсивне прохолоджується холодною водою в мийній машині, після чого надлишок води віддаляється у вологознімачі, що представляють собою шахтні сушарки, де зерно підсушують повітрям при температурі порядку 50°С, щоб уникнути пересушування оболонок.

Перед бункерами для відволожування може бути встановлений зволожувальний апарат, у якому воложать зерно у випадку зайвого знімання вологи у вологознімачі.

Різкі зміни у вологості і температурі зерна при пропарюванні, охолодженні, підсушуванні приводять до появи внутрішніх напружень і зміцненню структури тендітної частини зерна – ендосперму. Тому наступне відволожування завершує внутрішні структурні перетворення порівняно швидко – протягом 2-3 годин. Саме така тривалість відволожування і рекомендується при швидкісному кондиціонуванні.

При проведенні швидкісного кондиціонування домагаються приблизно такої ж технологічної вологості зерна, як і при холодному кондиціонуванні, а тривалість відволожування практично мало залежить від виду пшениці і складає не більш 3 годин.

Додатковим параметром процесу є гранична температура нагрівання зерна, що не повинна перевищувати 40-60 ^{0}С.

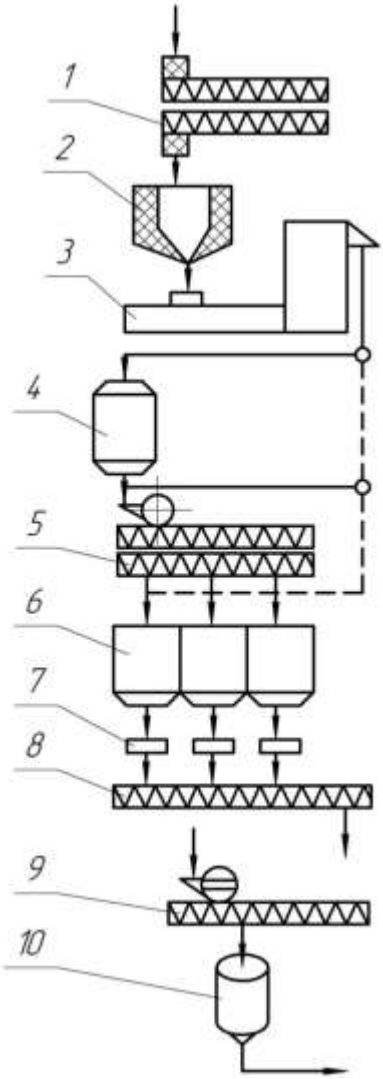


Рисунок 23 – Технологічна схема швидкісного кондиціонування зерна:

1 – апарат АШК; 2 – теплообмінник; 3 – мийна машина; 4 − вологознімач; 5, 9 − зволожувальні машини; 6 − бункер для відволожування; 7 − дозатор; 8 − змішувач; 10 − бункер для відволожування.

ЛЕКЦІЯ 4
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КРУП

4.1 Загальні відомості.

4.2 Підготовка зерна до лущення.

4.3 Технологічне обладнання для лущення зерна.

4.4 Обладнання для сортування (збагачення) продуктів лущення.

4.5 Шліфування, полірування та подрібнення ядра круп'яних культур.

4.6 Сортування і контроль круп'яної продукції і відходів.

4.1 Загальні відомості

Одна з основних технологічних операцій на круп'яних заводах - **лущення**, тобто зняття квіткових оболонок із зерна ячменя, рису, вівса і проса, плодових оболонок із зерна гречки і пшениці, а також насінних оболонок з гороху. У залежності від міцності зв'язків квіткових, плодових чи насінних оболонок з ядром, зернові культури можна розділити на **дві групи**.

До **першої** відносяться культури, у яких оболонки не зрослися з ядром (гречка, просо, рис і овес), до **другої** – культури, у яких оболонки зрослись з ядром (ячмінь, пшениця, кукурудза й ін.)

Для лущення зерна кожної групи потрібна різна тривалість і інтенсивність впливу робочих органів машин. Лущення проса і гречки можливе, наприклад, при короткочасному впливі на них робочих органів машини, для лущення вівса і рису потрібен більш інтенсивний вплив, а для ячменя потрібен тривалий і інтенсивний вплив робочих органів.

Асортимент круп'яних продуктів дуже різноманітний, що визначається використанням різних за технологічними властивостями зерновими культур, а також застосуванням різних способів і засобів механізації механічної і гідротермічної обробки.

У залежності від способу виробництва круп'яну промисловість можна розділити на чотири групи:

1. Крупи недроблені (з цілого ядра) – пшоно, рис, (шліфований, полірований), вівсянка не дроблена, горох та ін.
2. Крупи дроблені шліфовані – перлова, ячна, кукурудзяна та ін.
3. Крупи дроблені – ячна, пшенична, вівсяна, кукурудзяна та ін.
4. Пластівці (типу Геркулес) – вівсяні, кукурудзяні, тощо, продукт подальшої переробки різних видів круп.

З ядра чи крупи також можуть виробляти або повітряні зерна (повітряний рис, повітряна кукурудза), або борошно для дитячого харчування.

4.2 Підготовка зерна до лущення

Однією з найважливіших задач при підготовці круп'яних культур до лущення є очищення зерна від сторонніх домішок, його гідротермічне оброблення і сортування (калібрування) зерна на фракції. Від ефективності і якості підготовки зерна до лущення істотно залежить вихід і якість крупи, техніко-економічні показники роботи підприємства.

З огляду на широке розходження технологічних властивостей круп'яного зерна різних культур і зміст у зерновій масі домішок, кожну культуру підготовляють до лущення по індивідуальній технологічній схемі. Однак усі круп'яні культури проходять в основному загальні технологічні операції підготовки до лущення (рис. 1).

Рисунок 1 – Схема підготовки зерна до лущення.

4.2.1 Виділення домішок із зернової маси

Основні машини для виділення цих домішок: **повітряно-ситові сепаратори, крупосортувальні машини, просіювачі**. Різні розміри і форма зерна обумовлюють і використання в повітряно-ситових сепараторах сит з різними отворами. Звичайно, якщо зерно довгастої форми, сита для виділення домішок мають довгасті отвори, якщо зерно округлої форми, використовують сита з круглими отворами. Розміри отворів сит вибирають у залежності від розмірів зерна.

Для кращого просіювання зерна та домішок змінюють налаштування та кінематичні параметри. При очищенні важкосипкого зерна (рису, вівса) збільшують кут нахилу сит, амплітуду чи частоту коливань. Навпаки, для проса, гороху потрібно істотно зменшити кут нахилу сит і також знизити кінематичні параметри.

При очищенні зерна багатьох круп'яних культур від домішок істотно знижуються продуктивність машин і ефективність очищення. Повітряно-ситові сепаратори при очищенні рису мають продуктивність у 3...5 разів нижче паспортної.

Для виділення домішок із гречки широко застосовують сита з трикутними отворами. Гречка, що має тригранну форму, проходить через отвори сит, а рівновеликі домішки, що мають іншу форму, наприклад, кулясту чи циліндричну, через отвори цих сит не проходять. Однак більш дрібні домішки можуть пройти через отвори сит разом із зерном, тому звичайно гречку в процесі очищення поділяють на двітри фракції на ситах із круглими отворами, після чого зерно кожної фракції очищають від домішок на ситах із трикутними отворами відповідних розмірів. Фракційний спосіб очищення використовують і при підготовці до переробки рису, вівса і зерна інших культур.

У повітряно-ситових сепараторах змінюють швидкість повітряного потоку відповідно до конкретного виду зерна. Природно, що, якщо швидкість витання насіння гороху чи кукурудзи вище, ніж, наприклад, вівса, то і швидкість повітряного потоку в пневмоканалах повинна бути більш високою. Для виділення домішок, особливо дрібного зерна, застосовують також просіювальні машини - крупосортувальники та круп'яні просіювачі А1-БРУ.

Крупосортувальна машина має відносно невелику поверхню просіювання, (3,2 $м^2$) при великих габаритах, тому їх встановлюють при сортуванні відходів або для невеликої кількості продуктів. Крупо-

сортувальники складаються з двох похилих сит що можуть мати дві технологічні схеми (рис. 2).

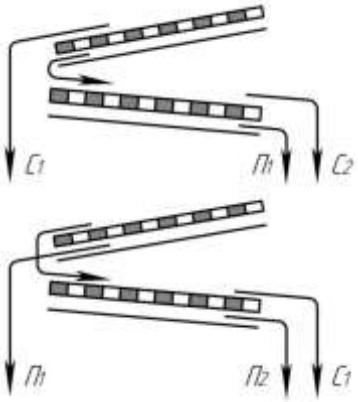


Рисунок 2 – Технологічна схеми крупо сортувальної машини

Найбільш перспективні круп'яні просіювачі, просіювальна поверхня сит яких у 4,2 рази більше, ніж у крупосортувальників, при трохи менших габаритах. Круп'яні просіювачі виконані на базі шафового розсіву А1-ЗРШ; мають 14 ситових рамок і чотири технологічні схеми (рис.3).

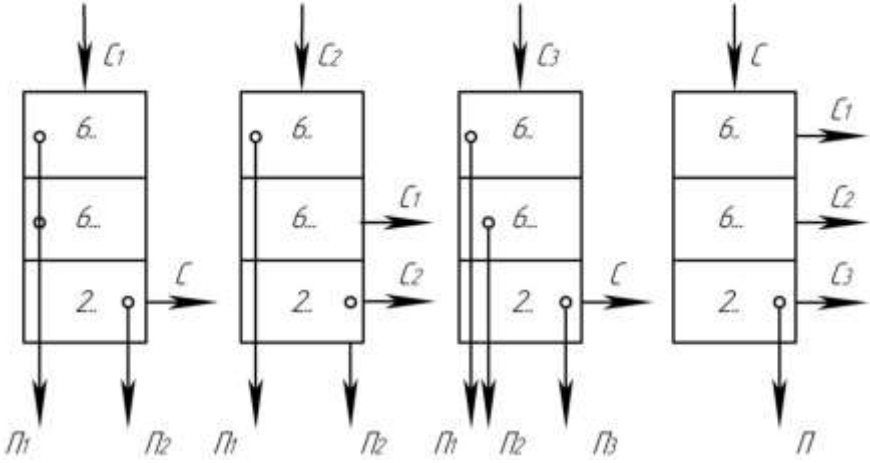


Рисунок 3 – Технологічні схеми просіювача А1-БРУ

Такі просіювачі застосовують не тільки для очищення, але і для калібрування зерна, тобто поділу його на фракції за розмірами, а також для поділу продуктів лущення, контролю крупи, тощо.

Відділення мінеральних домішок. Мінеральні домішки з зерна на круп'яних заводах відділяють практично в тих же каменевідділювальних машинах, що і на борошномельних заводах. Вийнятком є лише гідравлічні каменевідділювальні машини, що на круп'яних заводах не застосовуються, тому що операція миття зерна не використовується. Найбільш ефективними вважаються вібропневматичні каменевідділювальні машини, які можуть розділити домішки з зерна будь-якої культури, у тому числі і грудочки землі, що мають порівняно невелику відмінність від щільності зерна. Тому що різні види зерна круп'яних культур мають різну сипкість, швидкість витання, коефіцієнти тертя і т.д., параметри робочих органів камневідділювачів повинні налаштовуватися відповідно до властивостей конкретного зерна.

Відділення коротких і довгих домішок. Такі домішки відділяють у трієрах. Різні розміри і форма зерна визначають можливість застосування тих чи інших трієрів. Для зерна округлої форми, наприклад, проса, гречки, використовують вівсюго-відбірні машини, де виділяють довгі домішки. Причому в цих машинах повинні бути різні розміри чарунків: для проса 3,5...4 мм, а для гречки 6...7 мм. Для зерна, що має поздовжню форму, наприклад, вівса, необхідно застосовувати такі кукелевідбірні машини, розміри осередків яких сягають 6 мм. Трієри не встановлюються для зерна кукурудзи і гороху. Легкі, металомагнітні домішки виділяють у тих же машинах і апаратах, що і на борошномельних заводах.

4.2.2 Гідротермічне оброблення зерна круп'яних культур

Гідротермічне оброблення зерна круп'яних культур проводять для різних цілей. Після такої обробки поліпшуються технологічні властивості зерна; полегшується відділення оболонок при лущенні, знижується ступінь подрібнення ядра; поліпшуються споживчі властивості крупи, скорочується тривалість її варки, консистенція каші стає більш розсипчастою; підвищується стійкість крупи при збереженні в результаті інактивації ферментів, що сприяють псуванню крупи.

Способи гідротермічного оброблення зерна круп'яних культур досить різноманітні, їхній вибір залежить від будівлі зерна, асортиме-

нту продукції, від того, як впливають режими обробки на зміну зовнішнього вигляду крупи, тощо.

Найбільш поширені **способи гідротермічного оброблення**:

- пропарювання - сушіння - охолодження;
- зволоження - відволожування.

Пропарювання - сушіння - охолодження. Цей спосіб застосовують для **гречки, вівса і гороху**. Особливість його складається у високій температурі (понад 100°С) нагрівання зерна при **пропарюванні**, тому що воно відбувається звичайно при надлишковому тиску пари. Пропарювання зволожує і прогріває зерно, пластифікує ядро, що стає менш тендітним, менше подрібнюється при лущенні та шліфуванні. Пластифікація ядра відбувається й у результаті деяких хімічних перетворень. Відбувається клейстеризація деякої частини крохмалю, утворення невеликої кількості декстринів, що володіють властивостями, що клеять, тощо.

Послідуюче за пропарюванням **сушіння** збезводнює в більшій мірі зовнішні плівки, які витрачають вологу, стають більш тендітними і легше розколюються при лущенні. Крім того деформаційні зміни, які виникають у процесі пропарювання і сушіння в складових частинах зерна приводять до відшарування оболонок.

Охолодження після сушіння додатково знижує вологість зерна, холодні оболонки більш тендітні. У той же час зайве сушіння зерна може привести до зневоднювання ядра і підвищення його крихкості. Охолодження зерна також може погіршити результати наступного лущення, тому що охолоджене ядро стає менш пластичним, і може підвищитися вихід подрібненного ядра. Режими пропарювання, сушіння й охолодження тісно зв'язані зі способами наступного лущення зерна.

Схема гідротермічної обробки включає пропарювання зерна, його сушіння й охолодження (рис. 4). Для пропарювання зерна використовують спеціальні апарати – **пропарювачі**.

Існують два типи пропарювачів: **безперервної та періодичної дії**. Серед пропарювачів безперервної дії найбільш поширені горизонтальні шнекові пропарювачі (рис. 5). Зерно через шлюзові затвори, що забезпечують герметизацію пропарювача, надходить у шнек, куди одночасно подається і пара.

Перевага цих пропарювачів: простота, висока продуктивність, рівномірна обробка зерна; недолік – неможливість пропарювання зерна при відносно високому тиску пари, тому що шлюзові затвори не

забезпечують належної герметизації. Якщо необхідно пропарювати зерно при високому тиску пари, застосовують пропарювачі періодичної дії.

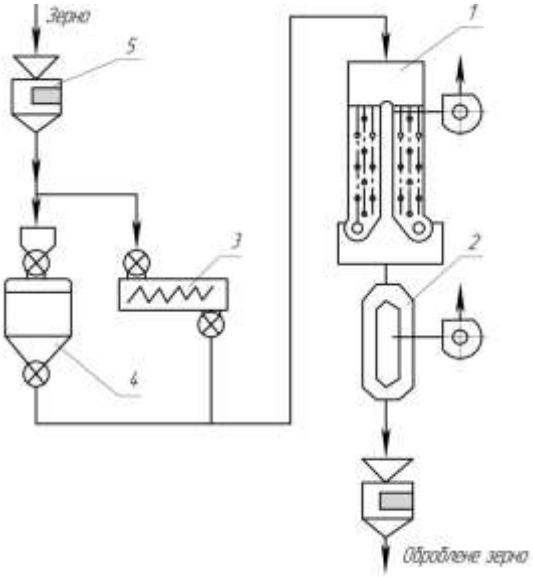


Рисунок 4 – Технологічна схема гідротермічної обробки зерна:
1 - сушарка; 2 - охолоджувальний стовпчик; 3 – пропарювач безупинної дії; 4 - пропарювач періодичної дії; 5 - автоматичні ваги.

Такий пропарювач представляє собою бак місткістю 1000 л (рис. 6). Зерно завантажують і розвантажують через коркові затвори. Пару подають через пароросподільний змійовик, що складається з трьох горизонтально розташованих кілець, з'єднаних вертикальними трубами для рівномірної подачі пари по всьому обсязі зерна. Випускається пара через спеціальну відвідну трубу.

Керування корковими затворами відбувається за допомогою індивідуальних електроприводів. У такий же спосіб здійснюється керування вентилями при подачі та випуску пари. Операцію подачі зерна та пари повторюють у строгій послідовності по заздалегідь заданому циклу. Перевагою таких пропарювачів є можливість пропарювання зерна при порівняно великому тиску пари та регулювання тривалості пропарювання зерна.

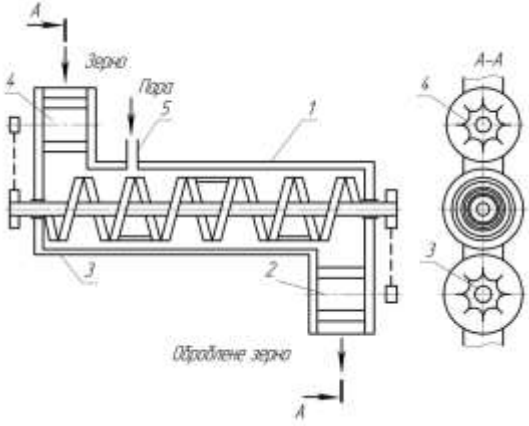


Рисунок 5 – Схема горизонтального шнекового пропарювача:

1 - корпус; 2, 4 - шлюзові затвори; 3 - шнек; 5 - вхідний отвір для пари.

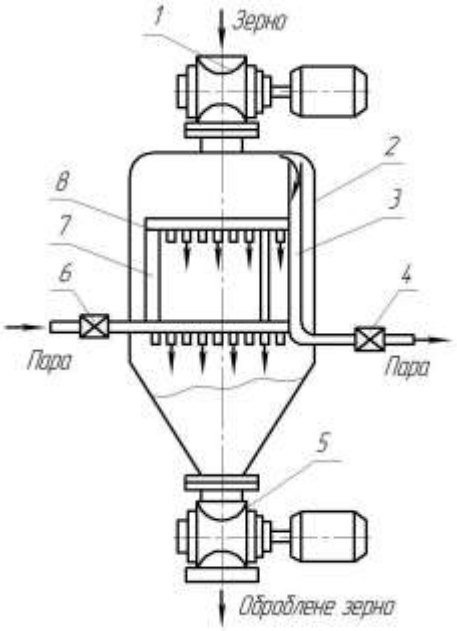


Рисунок 6 – Схема пропарювача періодичної дії:

1 - затвор для впуску зерна; 2 - корпус; 3 - труба для випуску пари; 4 - вентиль для випуску пари; 5 - затвор для випуску зерна; 6 - вен-

тиль для впуску пари; 7 - розподільні труби для впуску пари; 8 – форсунки.

Недоліками таких пропарювачів є циклічна обробка, великі габарити, складність конструкції, необхідність установки бункерів до і після пропарювання.

Для сушіння зерна використовують вертикальні парові сушарки контактного типу, у яких нагрівання зерна відбувається за допомогою його контакту з паровими трубами.

Сушарка вертикальна ВС-10-49М. Призначена для сушіння пропареного зерна, а іноді і готової продукції на заводах з виробництва круп. Сушарка безперервної дії, з патрубковою системою підігріву має вигляд збірної конструкції шахтного типу з прямокутним поперечним перетином. Складається (рис. 7) з комплекту теплових секцій, основи з випускним пристроєм і шнеком для виводу продукту, завантажувального короба та знімних металевих щитів, що виконують роль огородження і кожуха.

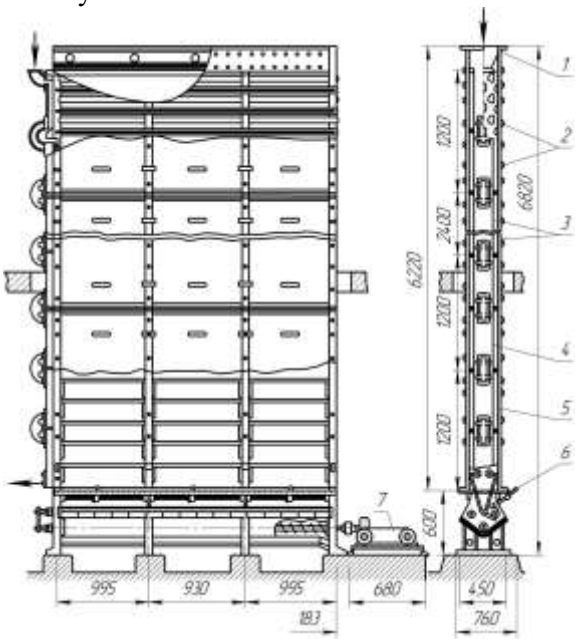


Рисунок 7 – Загальний вид сушарки вертикальні ВС-10-49М:

продовження рис.7

1 – живильний ящик; 2, 3, 4, 5 – здвоєні робочі секції; 6 – ручка випускного клапана; 7 – привід; 8 – нижня частина; 9 – люки з задвижками.

Сушарка заповнюється зерном до самого верха, подається пара, одночасно запускається вентилятор, що відсмоктує повітря і механізм, що виводить продукт. Так як зерно недостатньо просушується, його необхідно вдруге пропустити через сушарку. Щоб уникнути втрати тепла сушарка встановлюється в ізолюючому приміщенні. Продуктивність залежить від числа секцій робочої частини.

Охолоджують зерно в спеціальних охолоджувальних колонках, в аспіраторах, чи в системах пневмотранспортування.

Зволоження - відволоження. Це другий спосіб гідротермічної обробки. Зерно зволожують або в спеціальних апаратах, або ж обробляють його в пропарювачах безуперервної дії при низькому тиску пари. Зволожене зерно відволожують у бункерах протягом декількох годин.

Такий спосіб обробки застосовують в основному для пшениці і кукурудзи. Зволожене зерно набуває підвищеної пластичності, менше подрібнюється при лущенні, внаслідок зволоження зовнішні оболонки частково відшаровуються і легко відокремлюються. Цей спосіб застосовують на закордонних заводах і при підготовці зерна вівса. Зерно зволожують до вологості 16...18% і відволожують протягом 8 год. Однак такий спосіб може використовуватися за умови наступного лущення зерна у відцентрових лущильних машинах (лущення однократним ударом).

4.3 Технологічне обладнання для лущення зерна

4.3.1. Технологічний процес та класифікація обладнання для лущення зерна.

Чисельність видів зерна круп'яних культур, розходження за формою і розмірами, фізико-хімічними і анатомічними властивостями, а також різноманітний асортимент вироблюваних круп, обумовлюють різні обсяги і склади технологічних операцій у лущильному відділенні круп'яного виробництва.

Лущення – це процес відділення зовнішньої оболонки круп'яного зерна, що не засвоюється організмом людини. Є основною технологічною операцією в лущильному відділенні.

Для ефективного проведення лущення, зерно деяких культур до лущення **сортують (калібрують) за розмірами**. У процесі лущення прагнуть одержати максимальну кількість цілого ядра. У продуктах лущення містяться недолущенні зерна, частки дробленого ядра і зерна, борошно та оболонки.

На (рис. 8) представлена схема наближеної послідовності виконання технологічних операцій у лущильному відділенні.

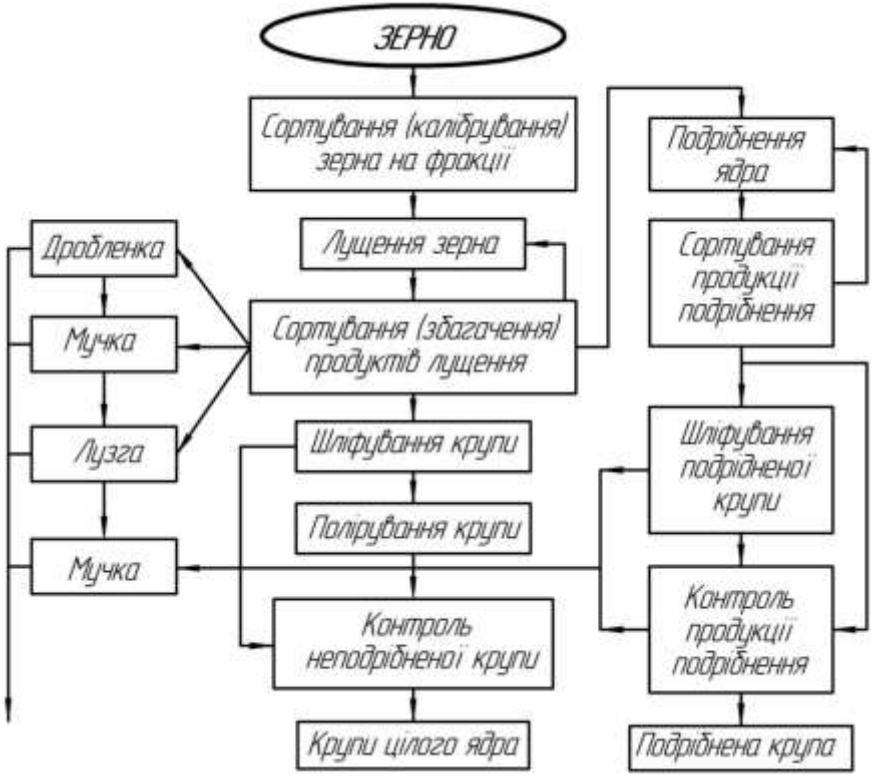


Рисунок 8 – Схема послідовності виконання технологічних операцій у лущильному відділенні.

Для повного звільнення ядра від залишків оболонок і додання ядру гладкої форми застосовують шліфувальні і полірувальні машини.

Усі машини для лущення і шліфування зерна круп'яних культур можна класифікувати за принципом впливу робочих органів, що залежать від форми зв'язку в зерні зовнішніх оболонок з ядром на **наступні групи**:

– лущильні машини, що впливають на зерно ударами;

– лущильні машини, що впливають на зерно тривалими зусиллями стиску і зрушення;

– лущильні машини, що впливають на зерно нетривалими зусиллями стиску і зрушення;

– лущильні машини, що впливають на зерно тривалим тертям у зоні між робочими органами.

На великих підприємствах використовують п'ять основних видів лущильних машин (рис.9).

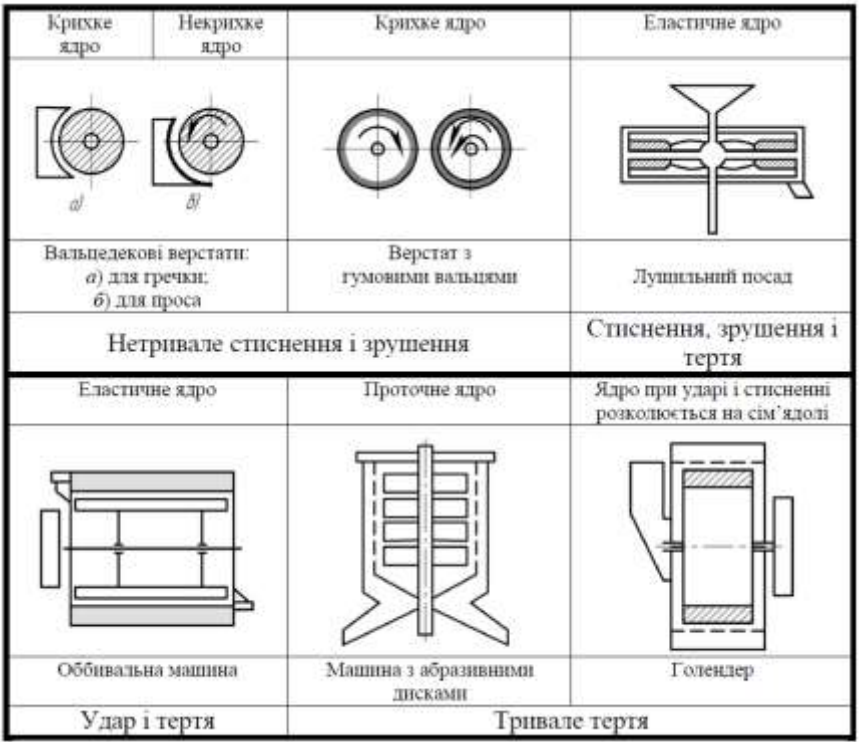


Рисунок 9 – Класифікація машин для лущення і шліфування зерна.

4.3.2 Калібрування зерна лущенням

Калібрування – це розподіл зерна на фракції. Процес відбувається в кілька етапів:

– для подібних за розміром зерен можна більш точно підібрати робочий зазор у лущильних машинах, що підвищує ефективність лущення;

– в окремих випадках забезпечується поділ суміші лущених та нелущених зерен після лущення;

– з каліброваного зерна можна більш ретельно виділити домішки.

Для калібрування зерна використовують крупо сортувальні машини та просіювачі. Перевагою крупосортувальників є висока точність калібрування, а недоліком – низька продуктивність.

Просіювачі А1-БРУ мають чотири технологічні схеми: для калібрування зерна застосовують найчастіше просіювачі з 1-ою та 2-ою технологічними схемами. Перевага просіювачів полягає у їх високій продуктивності, можливості регулювання кінематичних параметрів (ексцентриситету і частоти коливань), що підвищує ефективність сортування.

При переробці вівса в крупу можна калібрувати зерна по довжині в трієрах для наступного поділу суміші лущених та нелущених зерен.

4.3.3 Лущильні машини, що впливають на зерно ударами

Лущення зерна багаторазовим ударом. Основними машинами, у яких зерно лущиться багаторазовим ударом, є **бильні (оббивальні) машини**. Дані машини такі ж, як і на борошномельних підприємствах, з абразивною або зі сталевою поверхнею. Причому в останніх машинах гладка сталева поверхня заміняється на ребристу, яка утворюється укладанням уздовж циліндра профільних куточків або круглих стрижнів. Обертовий ротор звичайно має поздовжні била, які встановлені під деяким кутом до утворюючого циліндра, що забезпечує переміщення зерна від прийому до виходу. Ефективність лущення зерна може регулюватися зміною швидкості обертання ротора, а також рівня зерна в робочій зоні, що, у свою чергу, залежить від кута нахилу бил і положення заслінки на вихідному отворі циліндра.

Переваги бильних машин: простота, велика продуктивність, можливість лущення зерна з високою вологістю (до 13...14 %). Основним **недоліком** машин є досить високий вихід дробленого ядра.

Машина зі сталевими бичами 1 і декою 2 (рис. 10) застосовується для видалення остюків із зерен вівса і рису. Основні робочі органи: швидкообертові сталеві бичі та сталева дека із шорсткуватою поверхнею.

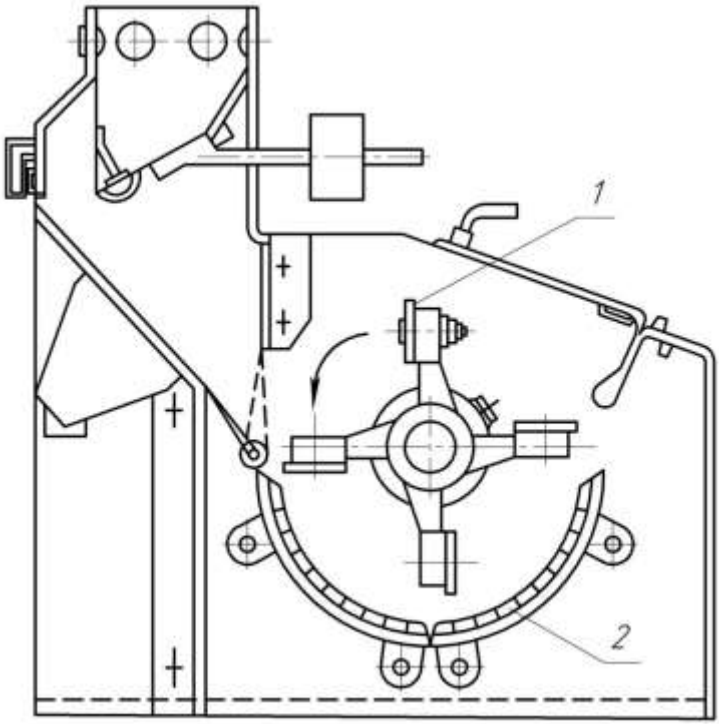


Рисунок 10 – Схема машини зі стальними билами і декою:
1 – било; 2 – дека.

Бильна машина зі сталевими билами 1 та сталевим циліндром 2 (рис. 11) застосовується для лущення зерна вівса, ячменя і гороху. Робоча поверхня циліндра (внутрішня) виготовлена зі сталевих стрижнів 3 кутового чи круглого перетину. Вони покладені по утворюючим і створюють всередині циліндра шорсткувату поверхню.

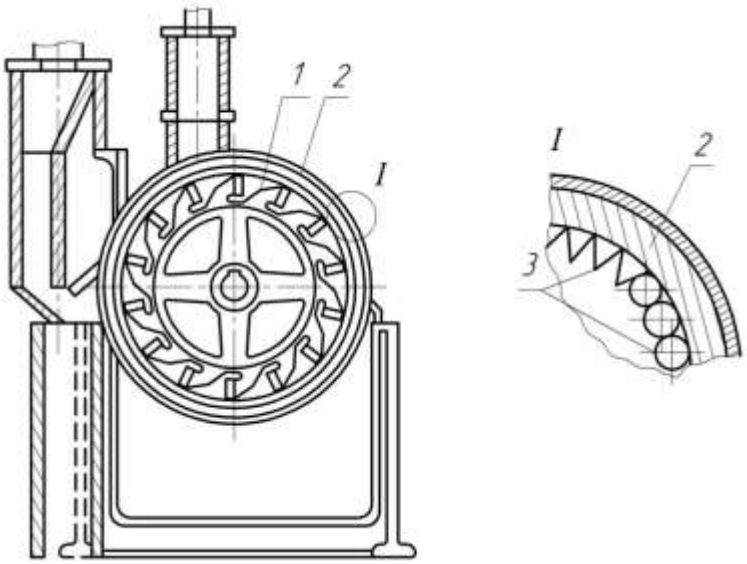


Рисунок 11 – Схема бильної машини:
1 – било; 2 – сталевий циліндр; 3 – стержень кутового або круглого перерізу.

Лущення зерна однократним ударом. Лущення зерна однократним ударом виробляється у **відцентрових лущильниках**. Принцип роботи лущильника ґрунтується на ударі зерен, що розганяються відцентровою силою в роторі з радіальними або нахиленими на деякий кут до радіуса ротора каналами, об відбивну поверхню, виконану у вигляді кільця з радіусом трохи більшим, ніж радіус ротора (рис. 12). У такому лущильнику можна лущити зерно з пластичним ядром та незрощеними з ним плівками. З усіх культур, що переробляються, таку характеристику має зерно вівса, для лущення якого і застосовують цей лущильник.

Швидкість удару зерна об відбивне кільце регулюється зміною частоти обертання ротора і залежить від вологості зерна, способу його підготовки, сортових особливостей і досягає 40...50 м/с.

Перевагою таких лущильників є високий ефект лущення зерна, порівняно низька витрата енергії, компактність, можливість лущення зерно практично з будь-якою вологістю понад 12...13%. Недоліком можна вважати досить швидкий знос лопаток і відбивного кільця вна-

слідок високої абразивної здатності квіткових плівок вівса. У зв'язку з цим лопатки, що утворять канали, роблять змінними, а зона удару зерна об відбивне кільце розширюється за рахунок його гармонійних рухів нагору і вниз. Такий рух забезпечується в результаті обертання відбивного кільця, що спирається на спеціальний копір, від власного двигуна.

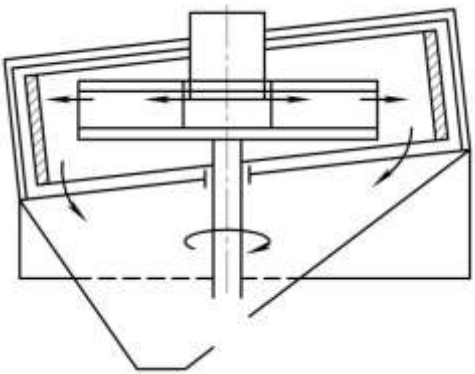


Рисунок 12 – Схема відцентрового лущильника:
1 - приймальна труба; 2 - лопатковий ротор; 3 - ударна дека; 4 - мотор-редуктор; 5 - електродвигун; 6 - варіатор швидкостей.

В останній моделі (рис. 13) лущильника фірми "Бюлер" "Стратопакт" відбивне кільце обертається в площині, нахиленої до площини обертання ротора. При цьому удари зерен об кільце відбуваються по всій його висоті, а за рахунок обертання кільця - по всій його поверхні. Така конструкція проста та надійна.

Деякі закордонні конструкції являють собою комбінацію лущильника й аспіратора, причому ротор лущильника одночасно виконує функцію вентилятора.

На жаль, конструкції вітчизняних лущильників не мають варіаторів частоти обертання ротора, що може трохи знизити ефективність лущення зерна.

Підвищенню ефективності лущильників може сприяти розробка раціональних розмірів і форми ротора, підвищення зносостійкості робочих органів, підвищення надійності варіаторів частоти обертання ротора.

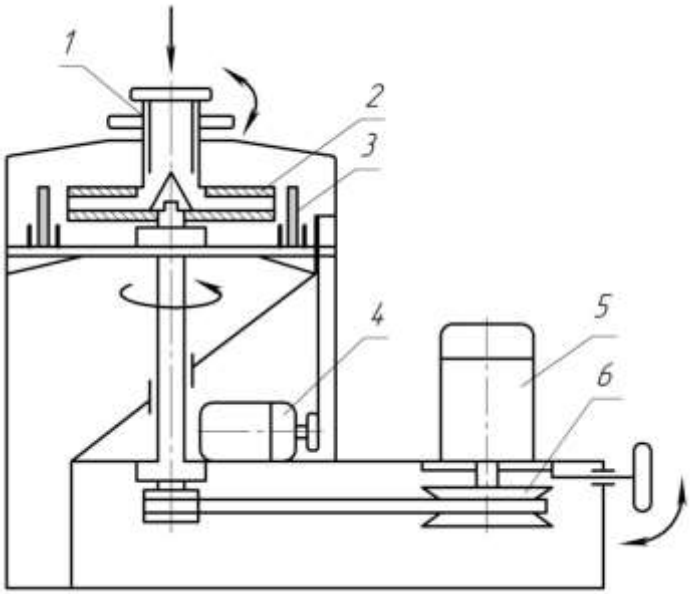


Рисунок 13 – Схема робочих органів лущильника «Стратопакт» фірми «Бюлер»:

1 − приймальна труба; *2* − лопатковий ротор; *3* − ударна дека; *4* − мотор-редуктор; *5* − електродвигун; *6* − варіатор швидкостей

4.3.4 Лущильні машини, що впливають на зерно тривалими зусиллями стиску і зрушення.

Лущильні постави, застосовують для лущення рису і вівса. Робочими органами машини є два диски з вертикальною віссю. Верхній диск нерухомий, нижній обертається на вертикальному валу. Зерно через центральний отвір у верхньому диску надходить на нижній диск, під дією відцентрової сили переміщається в робочій зоні між дисками до периферії. Тому що відстань між дисками менше розмірів зерна, відбувається його стиск, оболонки розколюються, а внаслідок обертання нижнього диска відбувається зрушення оболонок і звільнення від них ядра.

Робоча поверхня дисків виконується звичайно з абразивного матеріалу з різною зернистістю, вона повинна бути гострошорсткою. В окремих випадках, звичайно для лущення рису, робоча поверхня верхнього диска набирається з прогумованих пластин або полімерних ма-

теріалів. Це забезпечує більш м'який вплив на зерно та зберігає ядро від значного подрібнення. Ефективність лущення зерна регулюється зміною міждискової відстані.

Недоліком поставу можна вважати необхідність гарної підготовки зерна, що полягає в істотному зниженні його вологості до 8...10% (для вівса).

4.3.5 Лущильні машини, що впливають на зерно нетривалим зусиллям стиску і зрушення.

Для лущення зерна не тривалим зусиллям стиску і зрушення використовують одно і дводекові вальцеві станки типу СВУ-2 і 2ДШС-3. На рисунку 14 показано схему розміщення робочих органів таких станків.

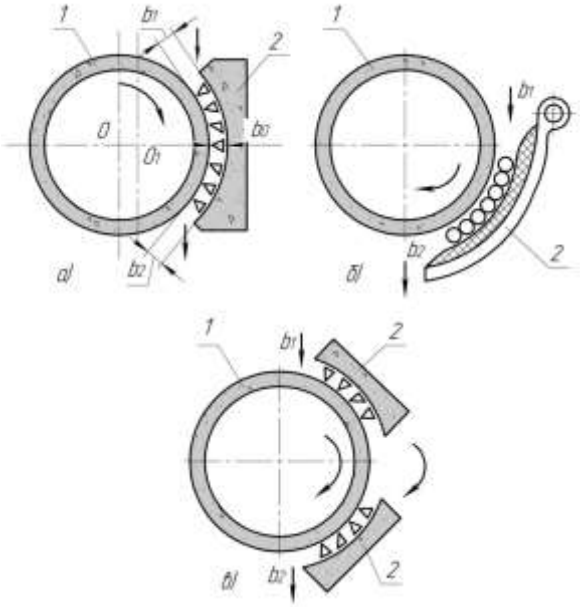


Рисунок 14 – Схема лущення зерна нетривалим стисненням:

а– однодековий вальцьовий верстат для лущення гречки; б – однодековий верстат для лущення проса; *в* – дводековий верстат;

1 – валець; *2* – дека.

Лущення зерна відбувається в робочій зоні, що утворена між обертовим вальцем і увігнутою поверхнею деки, розташованої на де-

якій відстані від вальця. Є трохи непринципових відмінностей у робочих органах верстатів, призначених для лущення зерна різних культур. Ці відмінності викликані особливостями технологічних властивостей зерна.

Верстат для лущення гречки має валець і деку, робоча поверхня яких виконана з абразивного матеріалу - корунду, електрокорунду, наждаку, тощо. Оскільки зерно гречки має тригранну форму і погано скачується з похилої площини, дека встановлюється збоку від вальця, щоб робоча зона мала вертикальну та з великим нахилом ділянку. У такій робочій зоні зерно не буде затримуватися і зайвий раз подрібнюватися. Меншому подрібненню зерна сприяє також серпоподібна форма робочого зазору. Така форма утворюється, якщо валець і робоча поверхня деки описуються одним радіусом, тобто практично це досягається шляхом притирання деки до вальця. Коли дека відсувається від вальця для утворення зазору, останній має меншу величину у верхній і нижній його частинах і велику в середині. Лущення зерна відбувається в основному у верхній і нижній частинах деки, а зерна, що утворилися у верхній частині деки лущенням, вільно проходять у середині зони без значного дроблення.

Робочими органами верстата для лущення проса є валець з абразивним покриттям і дека з робочою поверхнею зі спеціальних прогумованих пластин або полімерних (поліуретанових) матеріалів. Робочий зазор між вальцем і декою має клиноподібну форму, тобто зменшується від прийому до виходу продукту. Для підвищення ефективності лущення зерна можуть застосовуватися дводекові верстати.

В універсальних вальцедекових верстатах для регулювання зазору знаходиться подвійний пристрій для переміщення деки, що дозволяє встановлювати ту або іншу форму робочого зазору.

Вальцедековый верстат (СВУ - 2) (рис. 15) призначений для лущення гречки і проса.

Зерно лущиться між абразивним барабаном 4 і нерухомою абразивною або гумовою декою 5. Зазор між барабаном і декою регулюють, за допомогою маховика 20 повертаючи деку.

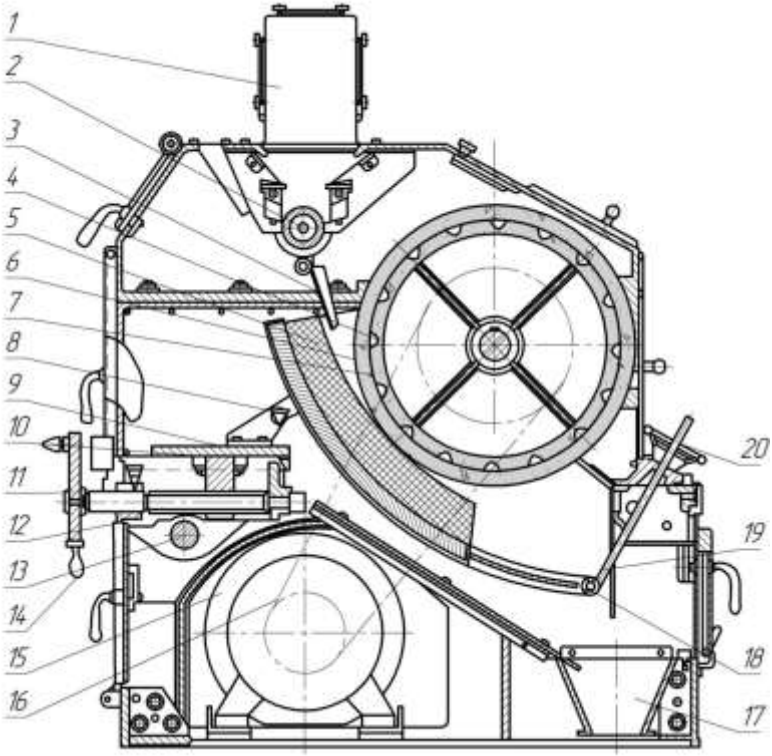


Рисунок 15 – Вальцедековий верстат СВУ-2:

1 - приймальний бункер; 2 - живильний валок; 3-заслінка; 4 - барабан; 5 - дека; 6 - робоча зона; 7-косинець; 8 - декотримач; 9 - рухлива частина; 10 -, гайка; 11- гвинт; 12 - супорт; 13 - вісь; 14 - штурвал; 15 - електродвигун; 16 - клинопасова передача; 17 - патрубок; 18 - штир; 19 - тяга; 20 - маховик.

Дводековий лущильний верстат типу 2ДШС - 3 застосовується для лущення проса та гречки (рис.16). У верстаті відділяються квіткові оболонки з проса чи плодові з гречки при впливі на них трьох робочих поверхонь, одна з яких - обертовий абразивний валок 1, а дві інші - нерухомі деки верхня 2 і нижня 3.

Верстати випускають у двох варіантах:

– марки 2ДШС - 3А, відрегульовані на лущення проса, рис.16, а;

– марки 2ДШС - 3Б, відрегульовані на лущення гречки, рис. 16, б.

Для лущення проса у верстат встановлюють абразивний валок, набраний із трьох абразивних кіл 600х150х305 і одного кола 600х200х305.

Для лущення гречки використовують валок з монолітного піщанику.

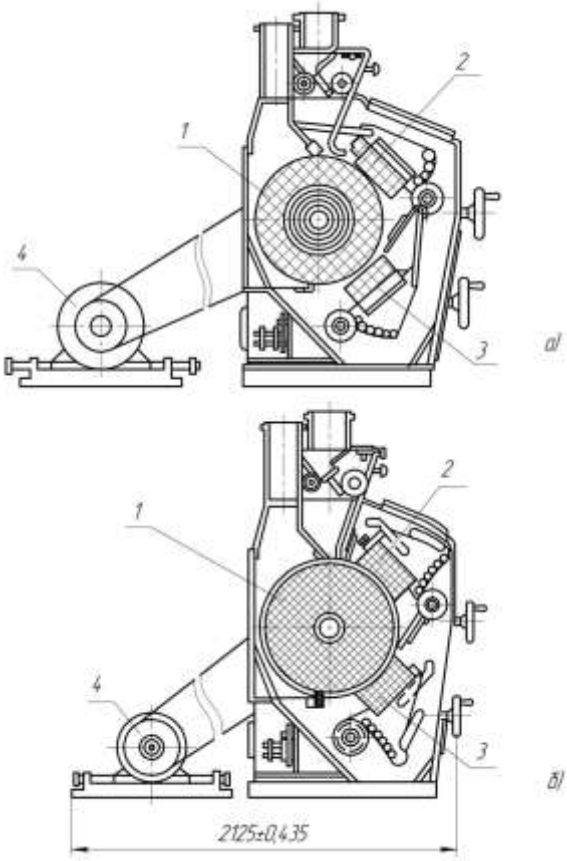


Рисунок 16 – Дводековий лущильний верстат типу 2ДШС-3:

а) налагодження на просо: 1 - абразивний барабан; 2,3 - гумовотканинні деки; 4 - направляючий лоток.

б) налагодження на гречку: 1 - пісковиковий валок; 2,3 - пісковикові деки; 4 - направляючий лоток.

У верстаті встановлено дві деки - верхню та нижню. Зазор між валком і деками регулюють механізмами через черв'ячний редуктор і цівкове зачеплення. При лущенні проса в декоутримувачах установлюють гумотканинну деку, набрану зі спеціальних пластин, при лущенні гречки - пісчаник.

Продукт, що підлягає лущенню, із приймального пристрою по направляючому лотку надходить у першу робочу зону між валком і першою декою, а далі по другому направляючому лотку - у другу робочу зону між валком і другою декою, після чого виводиться з верстата.

4.3.6 Лущильні машини, що впливають на зерно тривалим тертям у зоні між робочими органами.

Основною машиною для лущення зерна таким способом є **вертикальна лущильно-шліфувальна машина** А1-ЗШН-3 або перший аналог А1-ЗШН (1,5).

Робочими органами машини є 6...7 абразивних дисків, що обертаються на вертикальному валові в ситовій нерухомій обичайці, що, у свою чергу, укладена в сталевий, також нерухомий, корпус (рис. 17).

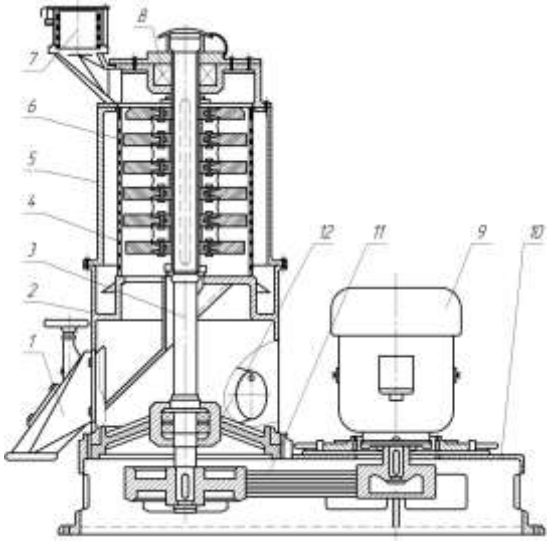


Рисунок 17 – Схема лущильно-шліфувальної машини А1-ЗШН-3:

1 - випускний патрубок; 2 - корпус; 3 - вал; 4 - ситовий циліндр; 5 - корпус робочої камери; 6 - абразивний диск; 7 - приймальний пат-

рубок; 8, 12 - підшипники; 9 - електродвигун; 10 - станина; 11 - клинопасова передача.

Вихідне зерно надходить у робочу зону лущильника між обертовими дисками і ситовою обичайкою, де в результаті стирання обертовими абразивними дисками, тертя об обичайку, а також взаємного тертя зерен поступово відокремлюються зовнішні плівки.

При терті, як відомо, виділяється велика кількість тепла, а при лущенні зазначеним способом значна частина відділених зовнішніх шарів являє собою дрібний продукт у вигляді мучки, дрібної дробленки і здрібнених плівок. Тому зона продувається повітряним потоком, що входить з отворів між дисками пустотілого вала і виходить через отвори ситової обичайки, відводячи тепло і захоплюючи дрібні фракції відходів. Інтенсивність обробки продуктів у машині залежить від тривалості його перебування в робочій зоні. При повному заповненні робочої зони тривалість обробки прямо пропорційна обсягові робочої зони і обернено пропорційна продуктивності машини.

Регулювання швидкості руху продукту в робочій зоні, що забезпечує нерозривність потоку при заданій його продуктивності, забезпечується клапаном, установленому на виході продукту.

Якість обробки залежить також від величини абразивного матеріалу, застосовуваного для виготовлення дисків.

Перевагою машини є її універсальність, тому що вона може застосовуватися не тільки для лущення, але і шліфування продуктів. Останнім часом , наприклад, її стали застосовувати для лущення і шліфування проса, є можливість використовувати її і для рису. **Недоліком** можна вважати підвищену витрату енергії, відносно швидкий знос робочих органів, у першу чергу перфорованого циліндра.

4.4 Обладнання для сортування (збагачення) продуктів лущення

На різних стадіях переробки зерна плівчастих культур на крупу необхідно розділяти продукти лущення на дві фракції, одна з яких містила б головним чином **лущені** зерна, а інша – **нелущені**. Для цього застосовують машини, які сортують суміш на фракції, що відрізняються між собою сукупністю різних властивостей (коефіцієнтом тертя, щільністю, формою, розмірами і пружністю). Аналогічні машини

можуть бути використані для виділення із зернової суміші домішок: каменів, металевих часток, насіння бур'янистих рослин і ушкоджених зерен.

Для сортування продуктів лущення зерна широко застосовують **падді-машини**. Основним робочим органом машини є сортувальний стіл, який нахилений до обрію під визначеним кутом. На столі вздовж закріплені стінки зигзагоподібної форми, що утворюють канали, по яких переміщається продукт. Сортувальний стіл робить прямолінійний зворотно-поступальний рух у поперечному до каналів напрямку (рис. 18).

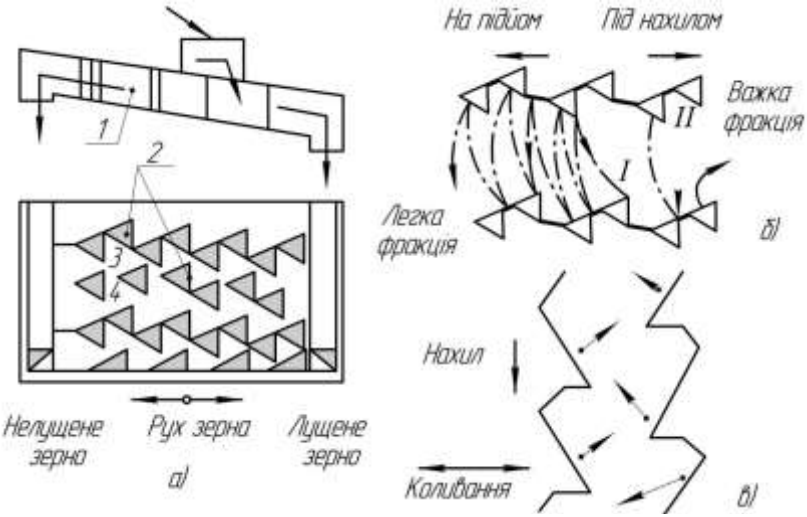


Рисунок 18 – Принцип дії падді-машини:

а) - схема сортувального столу;

б) - фрикційна схема руху зерна;

в) - ударна схема руху зерна: 1 - сортувальний стіл; 2 - стінки; 3,4 - канали.

Більш щільні частки I з великим коефіцієнтом тертя і малою пружністю переміщаються вниз, не приходячи в зіткнення з робочими ділянками зигзагоподібного каналу. Менш щільні частки II з меншим коефіцієнтом тертя і більшою пружністю, чим частки I, контактують з робочими ділянками каналу і переміщаються уздовж них нагору.

Встановлюючи сортувальну машину під відповідним кутом нахилу до обрію, можна домогтися поділу вихідного продукту на дві

фракції. Для відділення лущених зерен рису, гречки і вівса використовують крупосортувальну машину БКО і БКГ.

4.4.1 Двоярусна крупосортувальна машина А1-БКГ-1

Двоярусна крупосортувальна машина А1-БКГ-1 (рис. 19) використовується для сортування гречки на фракції і контролю рису, пшона, вівса та інших круп.

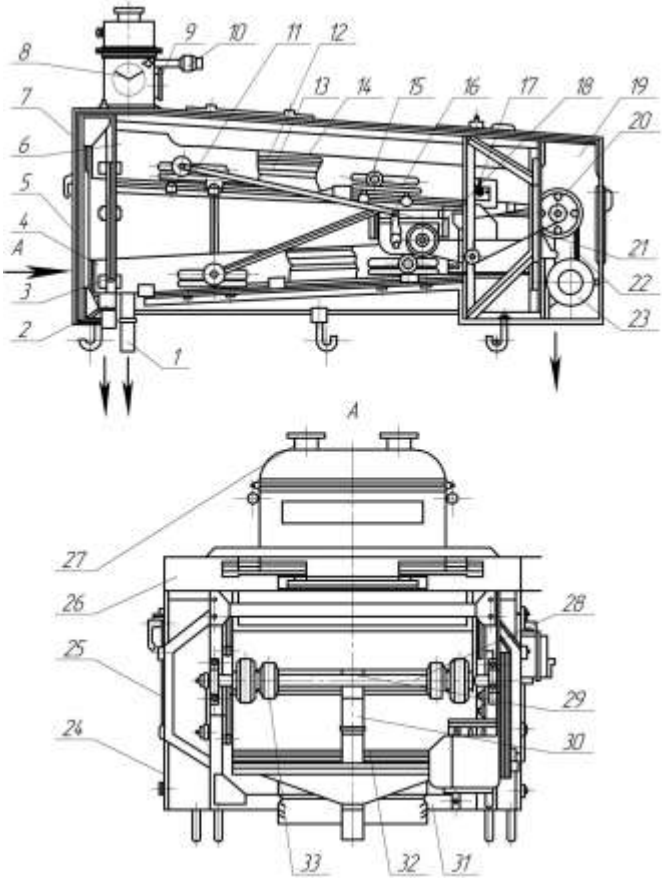


Рисунок 19 – Крупосортувальна машина А1-БКГ-1:

1 – патрубок для виходу проходу; 2 - патрубок для виходу сходу; 3 – боковина; 4, 6 – нижній та верхній ситові кузова; 5, 25 – дверчата; 7, 19 – огородження; 8 – живильник; 9 – аспіраційний патрубок; 10 – навантажувальний клапан; 11 – кривошипно-шатунний механізм;

12 – щітки; 13 – рама; 14 – ситова рама; 15 – ролик; 16 – направляюча; 17 – підвіска; 18 – редуктор; 20, 22 – клинопасова передача; 21 – тяга; 23 – електродвигун; 24 – боковина кожуха; 26 – обшивка; 27, 30 – патрубки; 28 – головний вал; 29 – лоток; 31 – перемичка; 32 – піддон; 33 – ексцентрик.

Крупа поступає через приймальні патрубки живильника, накопичується на навантажувальному клапані, розподіляється по всій його ширині і падає на сито верхнього кузова. В процесі руху крупа просіюється скрізь отвір сита і попадає на піддон, а крупні домішки ідуть сходом і через випускний патрубок виводяться з машини. Прохід через випускний лоток попадає на сито нижнього кузова. Крупа рухається сходом і через патрубок виводиться назовні. Дробленка і мучка проходять через отвори сита і далі по піддону направляються в вихідний патрубок.

При налагоджуванні машини регулюють кут нахилу кузова, підбирають потрібний розмір отворів сит, регулюють висоту щіток та сип продукту. Кут нахилу ситових кузовів регулюють, зміною довжини підвісок кузова за допомогою гайок. Для зміни висоти щіток піднімають чи опускають напрямляючи. По зносу щіток напрямляючи переміщують вверх.

4.5 Шліфування, полірування та подрібнення ядра круп'яних культур

Ядро, отримане після лущення, піддається подальшій обробці:

– шліфуванню (відокремлюються з поверхні ядра плодові і насінні оболонки, зародки);

– поліруванню (поліпшується зовнішній вигляд крупи);

– округленню форми і сортуванню на фракції по однорідності.

Для шліфування і полірування ячменя при виробництві перлової крупи використовують лущильно-шліфовальну машину А1 - ЗНШ - 3.

Для шліфування рису застосовують шліфувальну машину А1 - БШМ - 2,5 (рис. 20). Машина складається з двох шліфувальних секцій, розміщених на одній рамі. Кожна секція має шнековий живильник, приймальний і вивантажувальний патрубки, ситовий і шліфувальний барабани.

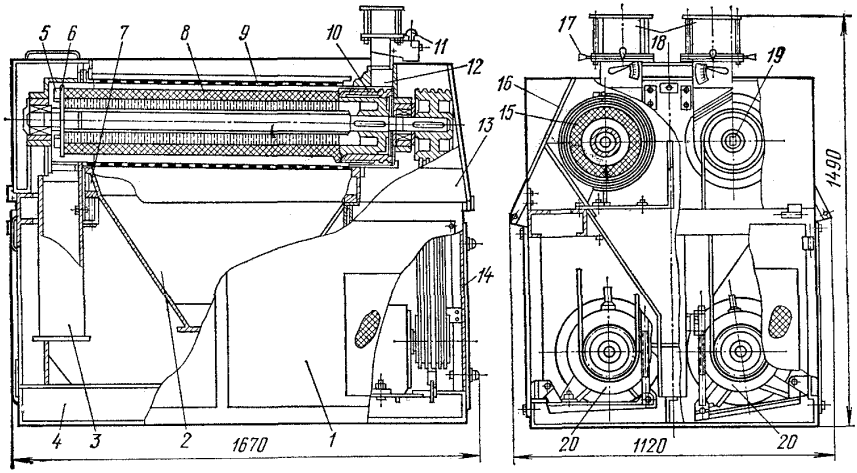


Рисунок 20 – Шліфувальна машина А1 - БШМ - 2,5:

1,7 - стінки; 2 - бункер; 3 - випускний патрубок; 4 - рама; 5 - крильчатка; 6 - розвантажувач; 8 - шліфувальний барабан; 9 - ситовий барабан; 10 - шнековий живильник; 11,17 - заслінки; 12 - приймальний патрубок; 13 - огородження; 14 - дверцята; 15, 19 - шліфувальні секції; 16 - відкидна кришка; 18 - живильники; 20 - електродвигуни.

Рисова крупа через шнековий живильник подається в робочу секцію, де піддається шліфуванню між шліфувальним і ситовим барабанами, що обертаються. Мучка при цьому через сито просипається в бункер і виводиться з машини. Шліфована крупа через вивантажувальний патрубок також виводиться з машини.

4.5.1 Шліфування

Шліфування поліпшує зовнішній вигляд крупи, наприклад, темний рис після шліфування стає білим. У результаті видалення зовнішніх шарів і зародка, що містить багато жиру, підвищується стійкість крупи при збереженні. Шліфована крупа швидше вариться, збільшується її навар.

Процес шліфування полягає в поступовому стиранні зовнішніх частин ядра в результаті інтенсивного тертя його об абразивну або іншу гострошорстку поверхню, а також взаємного тертя ядер. У процесі шліфування ядра зазнають великі навантаження, що приводить до неминучого дроблення деяких з них. Так, при шліфуванні рисового ядра

утвориться основна кількість дроблень. Тому від технічного стану машин, їхнього правильного регулювання, використання оптимальних режимів роботи залежить ефективність процесу.

Для шліфування крупи застосовують лущильно-шліфувальні машини А1-ЗШН-3 і вальцедекові верстати (для пшона). Однак найбільшого поширення одержали спеціальні шліфувальні машини, що застосовують в основному для шліфування рисового і вівсяного ядра. До таких машин відносять шліфувальні постави РС-125 або шліфувальні машини А1-БШМ.

Робочі органи шліфувального поставу являють собою обертовий на вертикальному валові конічний барабан, покритий зверху абразивною масою, і нерухому ситову, також конічну обичайку (рис. 21).

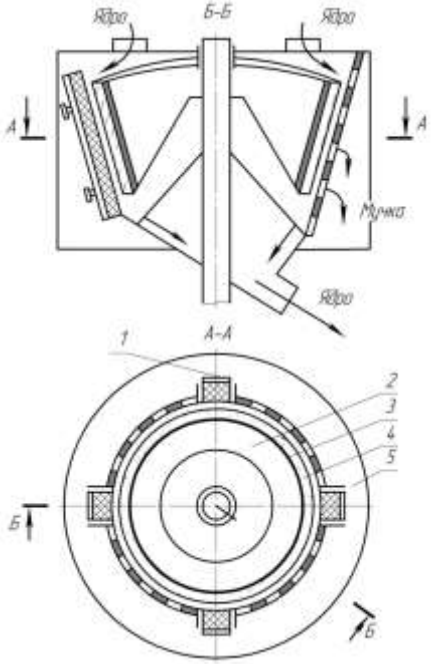


Рисунок 21 – Схема шліфувального поставу:

1 – гумова колодка; 2 – шліфувальний конус; 2 – абразивна робоча частина конуса; 4 – ситова обичайка; 5 – корпус.

Ядро знаходиться в робочій зоні між барабаном і обичайкою, постійно переміщається зверху вниз, стикається з абразивною поверх-

нею, що рухається, що обробляє ядро з усіх боків. Для підвищення ефективності шліфування уздовж утворюючої ситової обичайки зроблені подовжні пази, у які входять розподільні колодки, виконані з харчової гуми. Їхнє призначення - затримувати продукт, запобігати його круговому руху разом з барабаном.

Ефективність шліфування можна регулювати підняттям або опусканням барабана, що збільшує або зменшує зазор між барабаном і обичайкою, а також положенням гумових колодок, що можуть наближатися і відсуватися від абразивного барабана. Недоліки шліфувальних машин: їхні великі габарити, складність обслуговування і ремонту, невисока продуктивність, утворення значної кількості битого ядра.

4.5.2 Полірування крупи

Крім шліфування, крупи також і полірують. Полірування поліпшує в основному зовнішній вигляд крупи. При поліруванні з поверхні ядра віддаляється мучка, що залишилася після шліфування, загладжуються подряпини, крупа стає більш світлою і яркою. Для полірування застосовують ті ж шліфувальні машини, у яких використовують більш дрібний абразивний матеріал.

4.5.3 Дроблення ядра

При виробництві деяких видів круп'яної продукції потрібне дроблення або різання крупи або ядра на частини. Таке дроблення застосовують при виробництві перлової і пшеничної крупи, якщо необхідно одержати більшу кількість дрібної крупи, а також при виробництві дробленої вівсяної крупи та пластівців з такої крупи. У результаті дроблення або різання крупи повинні бути отримані частки визначеного розміру, при цьому потрібно, щоб кількість мучки було мінімальним.

Розрізняють два способи дроблення ядра круп'яних культур:

– при виробництві дробленої крупи ядро дроблять, а дроблену крупу сортують на фракції;

– при виробництві шліфованої крупи ядро дроблять на великі частки, сортують на фракції і кожну фракцію шліфують.

Для дроблення застосовують вальцеві, вальцедекові верстати та молоткові дробарки.

Для дроблення ядра застосовують вальцьові верстати, вальці яких мають взаємно перпендикулярну нарізку (рис.22). На повільноо-

бертовому вальці нарізку роблять подовжню, на швидкообертовому-кільцеву. Крок рифлів дорівнює близько 2,5 мм. Відношення окружних швидкостей 2,5:1.

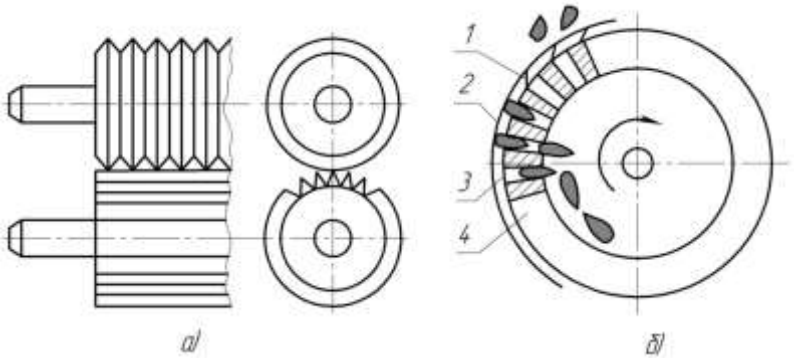
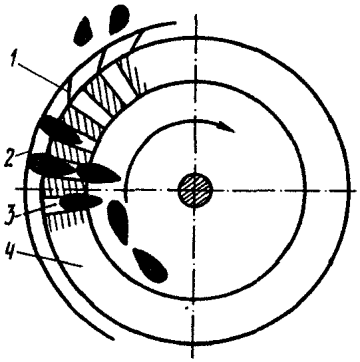


Рисунок 22 – Схема нарізки рифлів вальців вальцьового верстата для великого дроблення ядра:

а – для дроблення ядра на великі часточки; *б* – барабанної крупорізки: *1* − ножі; *2* − обмежувальна поверхня; *3* − отвір для крупи; *4* – барабан

Для різання вівсяної крупи такий спосіб малопридатний: крупа пластична, не тендітна, легко мнеться, погано розколюється. Тому використовують спеціальні крупорізки. Принцип їхньої дії досить простий. Крупа надходить усередину обертового барабана з радіальними каналами. Потім крупа попадає в отвори, у результаті дії відцентрової сили просувається до зовнішньої поверхні барабана і на виході з отворів зрізується ножами ножової рами (рис. 23).



Такі крупорізки розрізають ядро на невеликі частини, причому можна регулювати крупність часток, при цьому кількість що утвориться мучки не перевищує 1%.

Рисунок 23 – Схема барабанної крупорізки:
1 – ножі; 2 – обмежена поверхня; 3 – отвір для крупи; 4 – барабан.

Для подрібнення зерна кукурудзи на великі частини з одночасним відділенням зародка використовують дежермінатори (рис. 24).

Робочий орган дежермінатора – конічний барабан, на поверхні якого знаходяться великі рифлі, нанесені у виді гвинтової лінії з великим кроком, а потім у виді пірамід з різними підставами. Зовнішній барабан має конічну обичайку з виступами, а в нижній частині сито з товстої сталі. При надходженні у вузьку частину конічного зазору зерно руйнується рифлями і пірамідами. Дрібні фракції просіваються через отвори сита, великі частини зерна, що відокремилися оболонки і зародок виходять з робочої зони в її широкій частині. Для зниження виходу дрібних фракцій ядро або зерно звичайне піддають гідротермічній обробці, що знижує крихкість ендосперму.

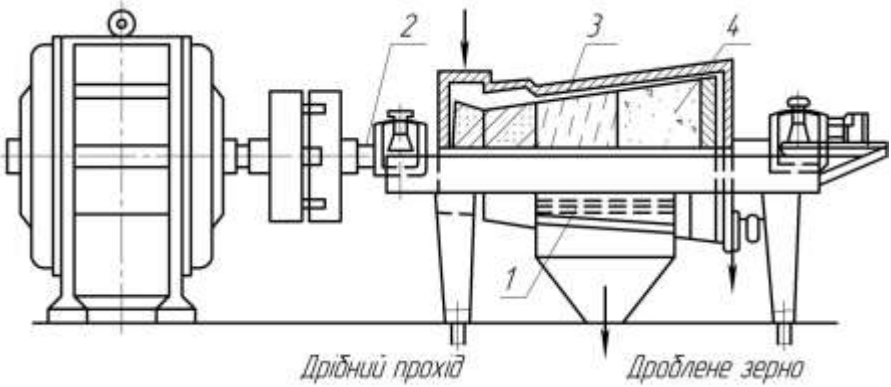


Рисунок 24 – Схема дежермінатора для зерна кукурудзи:

1 - ситова частина корпуса; 2 - привід; 3 - корпус; 4 - конічний барабан.

4.6 Сортування і контроль круп'яної продукції і відходів

Контроль крупи, побічних продуктів і відходів – це визначена технологічна операція. Під час контролю крупи з неї додатково видаляють домішки, дроблене ядро, нелущені зерна. При контролі побічних продуктів (мучки, лузги) з них виділяють доброякісне ядро, що може бути використане для вироблення крупи, а також розділяють побічні продукти на більш коштовні (мучка) і менш коштовні (лузга).

Процес контролю цілої крупи (ядра) включає:

– просіювання на ситах для відділення великих і дрібних часток;

– обробка ядра в крупороздільних машинах для відділення нелущених і неякісних зерен;

– провіювання в аспіраторах для відділення оболонок і мучки;

– контроль у магнітних сепараторах.

Цілу крупу контролюють у просіювальних машинах, у яких відділяють великі домішки, а також дрібні домішки разом із дробленим ядром. Для відділення легких домішок застосовують аспіратори. Для відділення нелущенних зерен, що залишилися можна використовувати крупороздільні машини, що особливо ефективні для рису та вівса (рис. 25, а). Для дробленого ядра (рису дробленого, проділу) застосовують ту ж схему. Тільки крупорозділочні машини не використовують, тому що в дробленій крупі майже немає нелущених зерен (рис. 25, б).

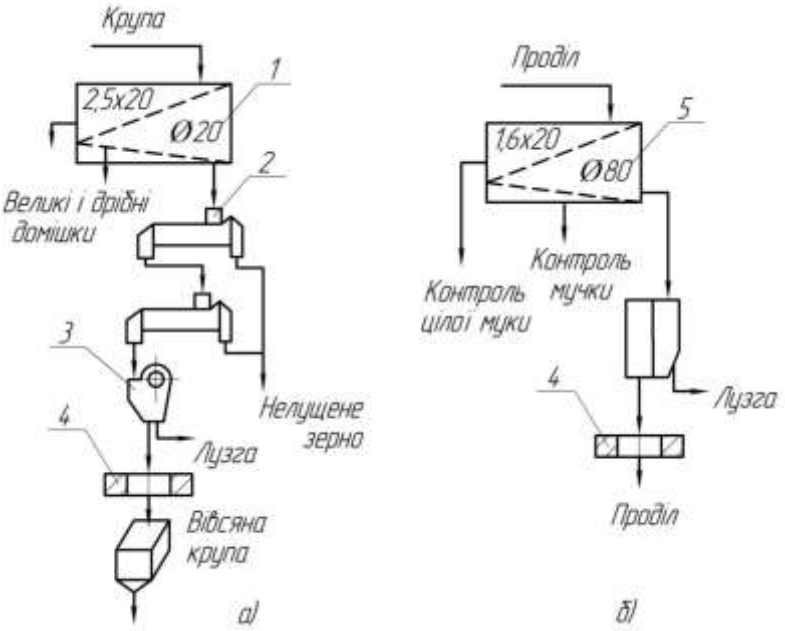


Рисунок 25 – Схема контролю крупи:

а) – цілої; б) – дробленої; 1 - просіювач; 2 - крупороздільна машина; 3 - аспіратор; 4 - аспіраційний стовпчик; 5 - магнітний сепаратор.

Мучку і лузгу контролюють у просіювачах і аспіраторах (рис. 26). У результаті контролю крупи вміст у ній домішок не повинен перевищувати норму, встановлену стандартами.

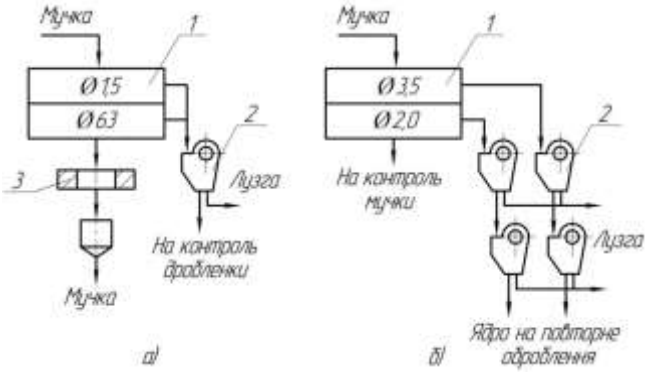


Рисунок 26 – Схема контролю мучки (а) і лузги (б):
1 – просіювачі; 2 – аспіратор; 3 – магнітний сепаратор.

Дроблену номерну крупу (перлову, ячну, пшеничну, кукурудзяну шліфовану) у процесі контролю розділяють на відповідних ситах по номерах. Потім крупи кожного номера для відділення легких домішок контролюють в аспіраторах (рис. 27). Усі продукти: крупи, побічні продукти і відходи - перед відпуском обов'язково контролюють у магнітних сепараторах.

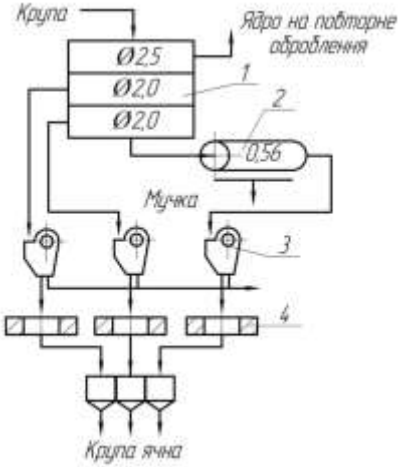


Рисунок 27 – Схема калібрування і контролю дробленої номерної крупи:
1,2 – просіювачі; 3 – аспіратори; 4 – магнітні сепаратори.

ЛЕКЦІЯ 5
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА

5.1 Класифікація технологічного обладнання для подрібнення зерна.

5.2 Обладнання для подрібнення зерна

5.3 Технологічне обладнання для сортування (просіювання) продуктів подрібнення зерна.

5.4 Сортування (збагачення) проміжних продуктів помелу.

5.5 Обробка кінцевих продуктів помелу.

5.1 Класифікація технологічного обладнання для подрібнення зерна

Подрібнення зерна є завершальною операцією технологічного процесу виробництва борошна. Розрізняють два види подрібнення зерна: **просте подрібнення**, яке застосовують для отримання сипучого матеріалу для подальшої обробки; **вибіркове подрібнення** окремих твердих тіл неоднакових за своїм складом для одержання часток якогось одного елемента, що входить до складу певного тіла. У даному випадку процес здійснюється послідовно з метою відділення однієї частини від іншої.

Для одержання відбивного борошна використовують просте подрібнення. А для виробництва сортового борошна – вибіркове.

Класифікація машин для подрібнення.

Залежно від принципу впливу робочих органів на зерно розрізняють шість типів подрібнювальних машин (рис.1).

У **плющильному** верстаті зерно потрапляє в зазор, між двома вальцями, який значно менший розмірів самого зерна. Швидкість обертання даних вальців однакова. Руйнування зерна відбувається за рахунок стиску зерна вальцями.

У **вальцевому** верстаті зерно подрібнюється між двома циліндричними вальцями, що обертаються назустріч один одному з різною швидкістю. Руйнування зерна здійснюється в результаті дії на нього зусиль стиску і зрушення.

У **жорновому** посаді зерно подрібнюється між двома абразивними каменями – обертовим і нерухомим. Під дією нерухомої сили і сили тертя зерно переміщується від центра до периферії по спіралі. Оскільки зазор між каменями поступово зменшується від центра до

периферії, зерно при переміщенні багаторазово піддається стиску і зрушенню, що приводить до його руйнування.

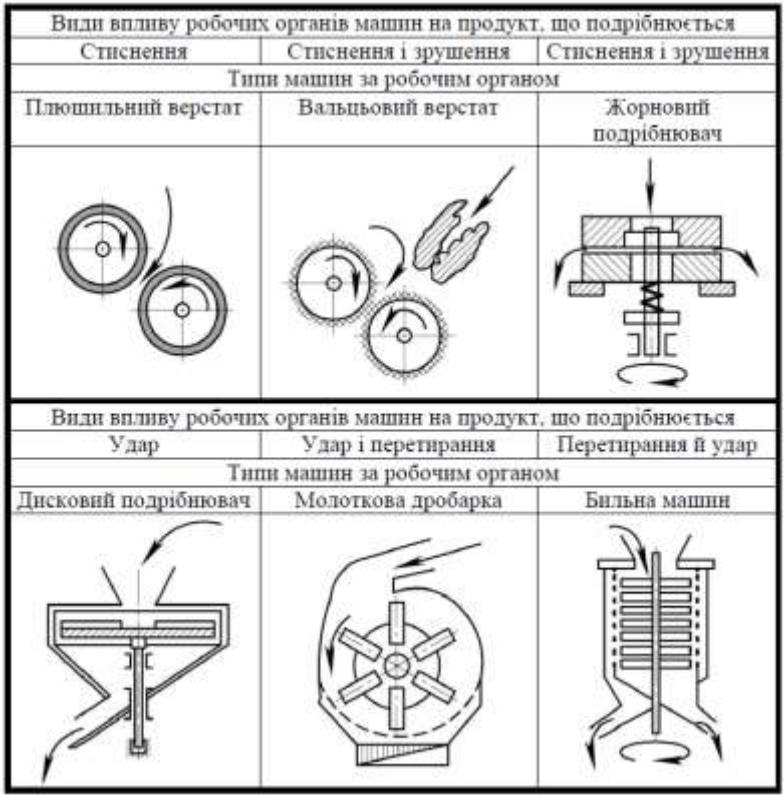


Рисунок 1 – Класифікація машин для подрібнення зерна

У **дисковому** подрібнювачі зерно подається на диск з перегородками. Диск обертається з великою швидкістю, внаслідок чого, зерно руйнується одноразовим ударом об перегородки і виводиться з машини.

У **молотковій** дробарці зерно під час вільного падіння під дією удару сталевих молотків подрібнюється на дрібні часточки. Подальше руйнування часточок здійснюється головним чином за рахунок перетирання їх об поверхню сталевого штампованого сита.

У **бильній** машині зерно піддається інтенсивній дії бил і ситового барабана, а також тертю часточок між собою, внаслідок чого здійснюється перетирання і руйнування зерна.

У борошномельному виробництві найчастіше використовуються борошномельні верстати і значно менше молоткові дробарки та дискові подрібнювачі. Жорновий посад, у даний час, практично не використовується.

5.2 Обладнання для подрібнення зерна

5.2.1 Вальцьові верстати ЗМ-2, БВ-2.

Вальцьові верстати ЗМ-2 і БВ-2 конструктивно виконані за звичайною схемою; більшість механізмів, вузлів і деталей в них взаємозамінні. Ці верстати відрізняються в основному наявністю пневмоприймача, установлення якого у верстатах БВ-2 потребує збільшення розмірів станини по ширині та висоті. Подрібнювальні вальці розташовані діагонально під кутом 45°.

Станина вальцевого верстата ЗМ-2 (рис. 2) складається з двох чавунних боковин 1, двох верхніх повздовжніх косинців, двох нижніх сполучних стінок, центральної траверси та горловини, пов'язаних у єдину тверду систему за допомогою болтів та штифтів. У верстаті встановлюють вальці з номінальним діаметром 250 мм зі сталевими цапфами. На робочу поверхню вальців наносять рифлений або шорсткуватий рельєф з визначеними параметрами, що вибирають у залежності від місця установки верстата в технологічній схемі. Вальці обертаються в дворядних роликових підшипниках, що мають конічну надрізну втулку з циліндричною насадкою на опорні шийки цапф.

Живильна заслінка 13, яка регулює кількість продукту, поданого на розподільний валик, має дугоподібну форму і вільно обертається на осях коромисла 12. Осі розташовані по центру окружності дуги заслінки. Коромисло являє собою зрізаний циліндр з двома кронштейнами, за допомогою яких він кріпиться до боковин станини. Осі коромисла різьбовою частиною загвинчуються в ексцентрикові втулки 11, які призначені для регулювання рівномірності зазору між живильною заслінкою і дозуючим валиком. Осі коромисла фіксують контргайками, а ексцентрикові втулки після регулювання затискають у кронштейнах коромисла.

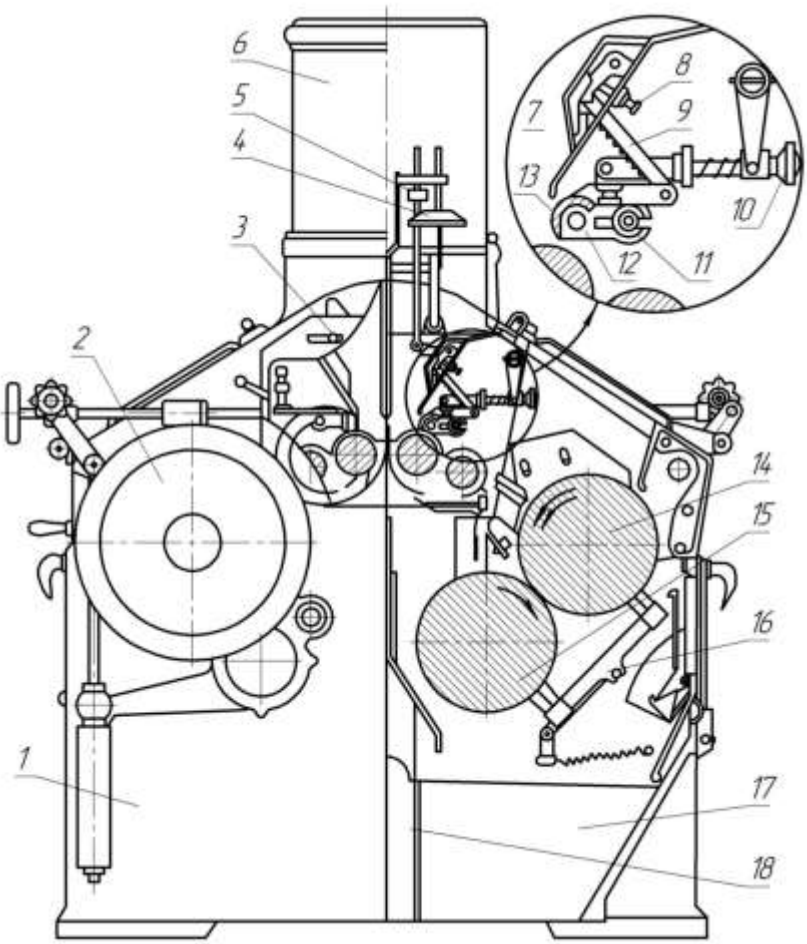


Рисунок 2 – Вальцьовий верстат ЗМ-2:

1 – боковина станини; 2 – ведений приводний шків; 3 – автомат привалу-відвалу; 4 – вимірювальний перетворювач автомата; 5 – вимірювальний перетворювач механізму автоматичного регулювання живлення (продуктивності); 6 – приймальна труба (циліндр); 7 – планка пружини; 8 – обмежувальний болт; 9 – пружина вимірювального перетворювача; 10 – гвинт ручного регулювання; 11 – ексцентрикова втулка; 12 – коромисло; 13 – живильна заслінка; 14 – швидкообертовий валець; 15 – повільнообертовий валець; 16 – щітки для очищення вальців; 17 – бункер; 18 – аспіраційна коробка.

З правим кронштейном коромисло з'єднується гвинтом 10 ручного регулювання зазору. За допомогою важеля, втулка якого вільно сидить на гвинті 10, коромисло зв'язане з автоматом для відкриття-закриття щілини при привалі-відвалі. На лівому кронштейні коромисла закріплена планка, що упирається в болт і цим обмежує опускання коромисла з заслінкою, запобігаючи торкання заслінки об дозуючий валик при закриванні щілини. Болтом, загвинченим у кронштейн на плиті лівої боковини станини, можна встановити величину необхідного мінімального зазору.

При ручному регулюванні величини живильного зазору заслінку 13 опускають і піднімають гвинтом 10 разом з коромислом 12. Заслінка, яка вільно обертається на коромислі кінематично з'єднана за допомогою планки і важелів з вимірювальним перетворювачем 5, розташованим у приймальній трубі верстата.

При включенні верстата, вручну регулюють зазор, що забезпечує необхідну продуктивність верстата, необхідну для тієї кількості продукту, що надходить у даний момент. При цьому рівень продукту в приймальній трубі може бути стабілізований на визначеній висоті в межах видимої частини труби, і заслінка займе по відношенню коромисла якесь проміжне положення. Якщо ж у верстат почне надходити більше продукту і рівень його в трубі підвищиться, збільшиться тиск на вимірювальний перетворювач, і він розігне заслінку щодо коромисла. У результаті збільшення живильної щілини рівень продукту в трубі знову установиться практично на первісному значенні. Якщо ж надходження продукту зменшиться і рівень його почне падати, то щілина прикриється під дією пружини вимірювального перетворювача. Рівень продукту в трубі й у цьому випадку стабілізується.

Межі відхилення заслінки при збільшенні живильного зазору залежать від положення спеціального болта 8, основне призначення якого – обмеження максимальної продуктивності верстата по потужності встановленого електродвигуна і можливостям системи транспортування кінцевого продукту з-під верстата. Механізм автоматичного регулювання живлення дозволяє регулювати продуктивність у межах від 0 до 30 %. В наслідок зміни натягу пружини 9 заслінки, переставляючи верхній кінець її в один з отворів планки 7, можна регулювати рівень продукту в приймальній трубі.

5.2.2 Вальцьовий верстат А1-БЗН

Вальцьовий верстат А1-БЗН (рис. 3) за умовами використання аналогічний верстатові ЗМ-2. Основна відмінність його в тому, що подрібнювальні вальці, розташовані під кутом 30° до горизонту, що покращує умови для спрямування продукту в міжвальцевий простір, але збільшує розмір машини за шириною.

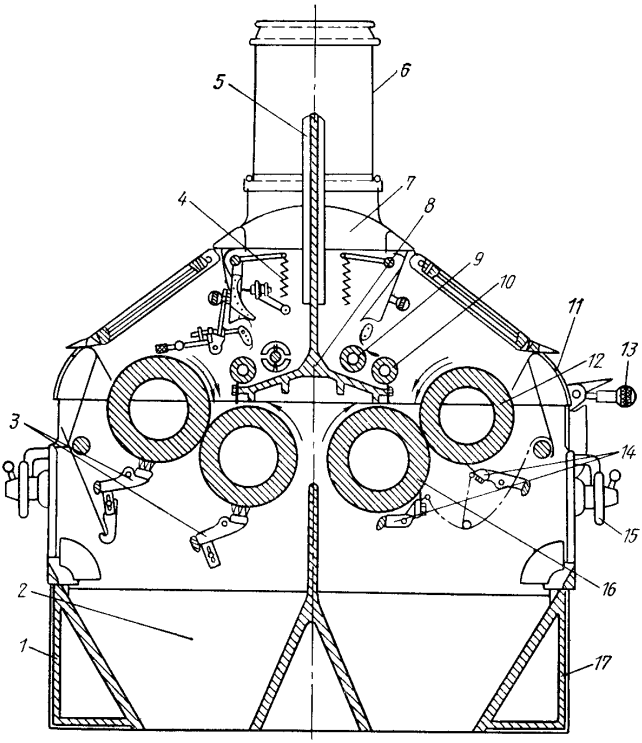


Рисунок 3 – Схема вальцьового верстата А1-БЗН:

1 – боковина станини; 2 – бункер; 3 – щітки; 4 – механізми живлення; 5 – вимірювальний перетворювач системи привалу-відвалу; 6 – приймальна труба (циліндр); 7 – горловина; 8 – верхня середня траверса; 9 – задній валок (шнек, дозувальний валок, передавальний вал); 10 – передній валок (дозуючий, або розподільний); 11 – верхня передня панель; 12 – швидкообертовий валець; 13 – рукоятка ручного привалу і рівнобіжного зближення; 14 – шкребки-ножі для очищення вальців; 15 – штурвал механізму регулювання паралельності; 16 – повільнообертовий валець; 17 – нижня лицьова траверса.

У верстаті А1-БЗН привал-відвал вальців роблять пневматичною системою керування, що не вимагає розміщення в приймальній трубі вимірювальних перетворювачів, що ускладнюють проходження продукту. У верстатах ЗМ-2 і БВ-2 для цього застосовуються електромеханічні автомати з механічними вимірювальними перетворювачами системи автоматичного регулювання продуктивності (живлення) у всіх верстатах механічного типу.

На якість подрібнення у вальцьовому верстаті впливають наступні фактори:

- технологічні властивості зерна;
- геометричні і кінематичні параметри вальців;
- питоме навантаження на вальці.

Серед кінематичних і геометричних параметрів вальців найважливішими є:

- міжвальцевий зазор;
- нахил рифлей вальців;
- щільність нарізування рифлей;
- кутова і відносна швидкість обертання вальців.

Величина міжвальцевого зазору при подрібненні різних продуктів коливається в межах 0,05 до 2 мм. Нахил рифлей знаходиться в межах від 4 до 14^0 і залежить від характеристики продукту, що подрібнюється.

Щільність нарізування рифлей на 1 см поверхні вальців приймають від 4 до 12 у залежності від типу помелу і розміру подрібнених часточок борошна.

5.2.3 Подрібнювачі ударно-відцентрової дії

Ударно-відцентрові подрібнювачі знайшли досить широке застосування в процесі подрібнення сортових помелів пшениці на вітчизняних підприємствах та за кордоном.

Ентолейтор. Робочий орган ентолейтора РЗ-БЭР (рис. 4) – ротор, що складається з двох плоских горизонтальних дисків 2, з'єднаних між собою циліндричними втулками 3. Ротор встановлений у корпусі, виконаному у формі равлика. Продукт після подрібнення у вальцьовому верстаті надходить у приймальний патрубок ентолейтора і попадає через отвір у верхньому диску ротора в його робочу камеру. Під дією відцентрових сил інерції і повітряного потоку продукти розмелу зерна рухаються від центра до периферії ротора. Унаслідок бага-

торазових ударів по втулці і корпусу зернові продукти додатково подрібнюються, а спресовані грудки руйнуються.

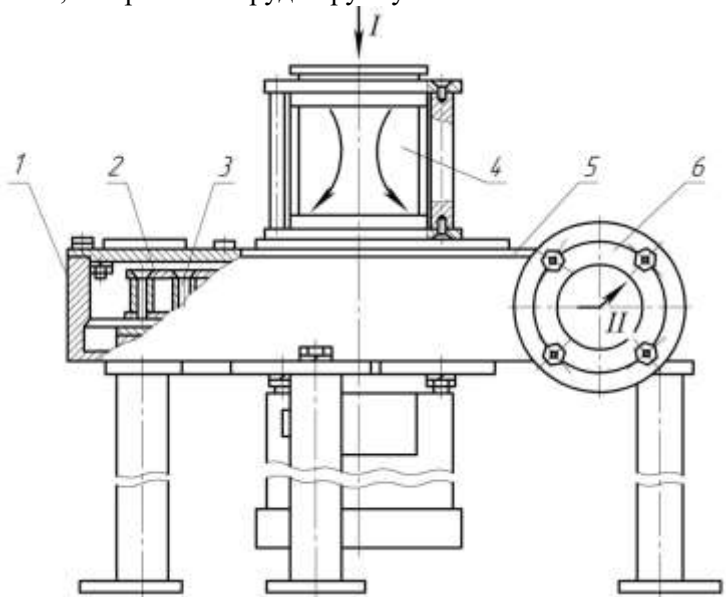


Рисунок 4 – Схема ентолейтора РЗ-БЭР:

1 – корпус; 2 – диски; 3 – втулка; 4 – приймальний патрубок; 5 – кришка; 6 – випускний патрубок;

I – вихідний продукт; II – подрібнений продукт.

Подрібнений продукт виводиться через випускний патрубок 6 і надходить у продуктопровід. За даними випробування ентолейтора, після вальцьового верстата отримано наступні технологічні показники: витяг борошна склало 26,5 ± 0,6%. При зольності вихідного продукту 0,53% зольність борошна 0,41 ± 0,01%.

До ударно-відцентрових подрібнювачів відносяться і дискові дробарки. Їх застосовують в основному для дрібного подрібнення зерна на борошно і крупи. У дисковій дробарці (рис. 5) продукт падає між двома рифленими дисками. Один з цих дисків 1 нерухомий, інший, диск 2, обертається на горизонтальному валу 3. Обертовий диск 2 за допомогою регулюючого пристрою (на рисунку не показано) може переміщатися в горизонтальному напрямку, що впливає на ступінь подрібнення. Колова швидкість диска при подрібненні зерна становить 7 – 8 м/с.

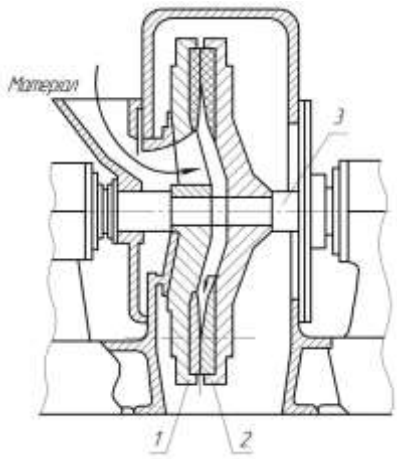


Рисунок 5 – Дискова дробарка:
1 і 2 – диски; 3 – горизонтальний вал.

5.2.4 Подрібнювачі ударно-розтиральної дії.

До цього класу машин відносяться **молоткові дробарки**. Фізична сутність процесу подрібнення зерна в молоткових дробарках полягає в поділі зерна на окремі частини внаслідок удару, зламу і стирання між робочими органами машини. Молоткові дробарки для подрібнювання зерна застосовуються на комбікормовому виробництві.

До подрібнювачів ударно-перетиральної дії відносяться **кульові млини**. Вони застосовуються в основному для тонкого подрібнення зерна на борошно, що відбувається внаслідок удару і стирання продукту між кулями, що наповняють корпус млина.

Схему, що характеризує принцип роботи кульового млина, зображено на рис. 6. При обертанні корпусу млина кулі піднімаються на певну висоту і притискуються до корпусу відцентровою силою. Під час падіння куль матеріал, що міститься між кулями, подрібнюється і стирається на порошок (борошно).

Застосовувані для подрібнення кулі виготовляють зі сталі, діабазу, порцеляни та інших матеріалів, що відрізняються твердістю. Розмір куль залежить від розмірів матеріалу, що подрібнюється.

Сталеві кулі мають діаметр 35...175 мм. Корпус млина заповнюють кулями на 30...35% його об'єму.

Сировина надходить у млин через порожнисту цапфу *1*. Подрібнений на борошно продукт виходить самопливом через іншу порожнисту цапфу *2*.

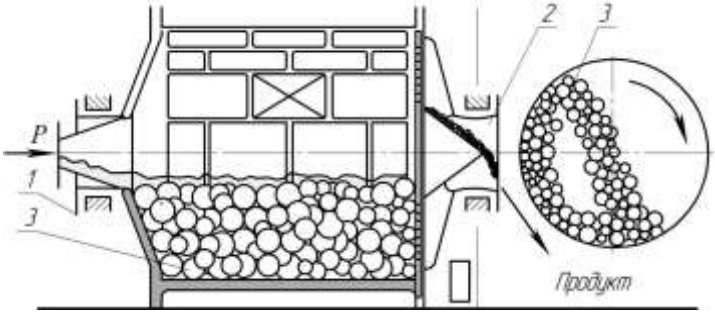


Рисунок 6 – Схема кульового млина:
1, 2 − порожнисті цапфи; *3* – куля.

Розмелювальна машина А1-БВГ поєднує ударно-перетиральний вплив бил різної інтенсивності з процесом просіювання. Ударний вплив бил у сукупності з тертям між частками об ситову поверхню порушує зв'язок між оболонками й ендоспермом, сприяє здрібнюванню часток ендосперму. При просіюванні через ситовий циліндр під дією відцентрових сил інерції, що виникають від обертання ротора, продукти здрібнювання розділяються на дві фракції: східну, що містить відносно великі частки висівок, і прохідну з великим вмістом ендосперму.

Основними робочими органами розмелювальної машини Al-БВГ (рис. 7) є обертовий бильний ротор та ситовий напівциліндр. Вихідна суміш I через приймальний патрубок 1 надходить у приймальну камеру з регульованими спареними клапанами 2, що направляють суміш у робочу зону. Обертальні била ротора 3 підхоплюють продукт і відкидають його до поверхні ситового напівциліндра 4. Борошниста суміш II відокремлюється від висівок, просіюється через сито і виводиться з машини через конус. Завдяки відігнутим кінцям краю бил та їх нахилу щодо осі вала східна фракція – частки висівок III – просуваються в осьовому напрямку і виводяться через випускний патрубок. За даними випробування розмелювальної машини, при зольності вихідного продукту 6,09% зольність східної фракції складає 6,72%, а прохідної - 1,9%. Додатковий витяг борошна в межах 6...9%. Продуктивність розмелювальної машини 0,9...1.6 т/год.

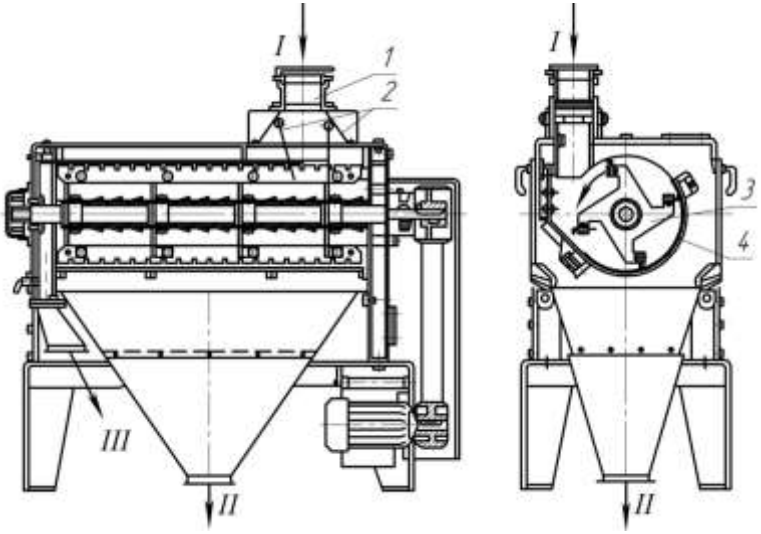


Рисунок 7 – Технологічна схема розмелювальної машини А1-БВГ:

1 – приймальний патрубок; 2 – клапани; 3 – бильний ротор; 4 – ситовий напівциліндр; I – вихідна суміш; II – борошниста суміш; III – частки висівок.

5.3 Технологічне обладнання для сортування (просіювання) продуктів подрібнення зерна

Суміш продуктів, які отримують після подрібнення у вальцьових верстатах, складається з часток різної форми і розмірів. Поряд з великими, середніми і дрібними частками в суміші містять і готовий продукт – борошно. Перед тим як далі перемелювати цю суміш, з неї необхідно виділити борошно, а іншу частину розділити на фракції за величиною.

Поділ суміші (сортування) здрібнених часток на фракції можна здійснити такими способами:

- механічним способом (на ситах);
- аеромеханічним способом (на пневмосепараторах);
- пневмоситовим способом (у пневмоситових класифікаторах).

Процес поділу вихідної суміші на ситах на складові більш однорідної фракції називається **просіванням**. Виробничі потужності бо-

рошномельного підприємства визначають по продуктивності просіювальних машин, після яких одержують готову продукцію – борошно.

На сучасних борошномельних заводах для сортування продуктів подрібнювання (просівання) зерна використовують **просіювачі**. Основною частиною просіювача – ситові корпуси, що складаються з покладених одна на одну дерев'яних рам з натягнутими горизонтальними ситами.

Ситові корпуси роблять круговий поступальний рух у горизонтальній площині. Продукти подрібнювання, переміщаючись по ситах розсіву, переходять зверху вниз з рами на раму і поступово просіваються, розділяючись на кілька фракцій, що відрізняються крупністю часток. Ефект роботи всіх технологічних машин борошномельного заводу залежить від того, наскільки усі фракції виявляться однорідними по крупності часток. Просіювачі застосовують і на круп'яних заводах для сортування зерна, продуктів лущення і крупи. Для сортування продуктів, які отримують на останніх етапах подрібнення зерна, використовують відцентрові бурати і барабанні (циліндричні) просіювачі.

5.3.1 Класифікація просіювачів

За принципом зрівноважування мас, що поступово рухаються та за способом підвіски балансирів просіювачі підрозділяються на:

– **кривошипні** (рис. 8, а), у яких вал балансирів обертається в нерухомих підшипниках станини;

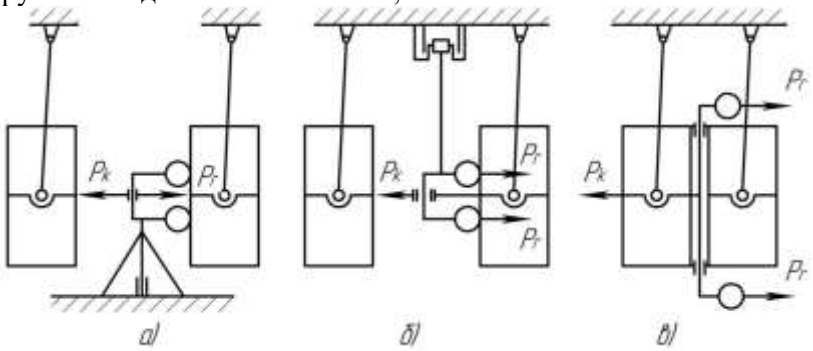


Рисунок 8 – Схеми приводів просіювачів: а – кривошипного; б – самобалансувальні з твердим приводним валом; в – самобалансувальні з інерційним приводом.

– **самобалансувальні з твердим приводним валом** (рис. 8, б), у них вал балансирів жорстко з'єднаний з веретеном, підвішеним за допомогою сферичного і упорного підшипників до перекриття;

– **самобалансувальні з інерційним приводом** (рис 8, в), у яких вал балансирів спирається на підшипник у головній рамі.

5.3.2 Ситові корпуси

Ситовий корпус являє собою пакет з покладених одна на одну ситових рам, стягнутих шістьма вертикальними стяжками, що проходять в отвори поперечних швелерів, закріплених на верхній і нижній рамах. Ситовий корпус за допомогою вертикальних подовжніх планок у всіх рамах розділений на рівні частини, у кожній з яких сортуються продукти. У просіювачі з двома корпусами можна сортувати чотири різні суміші, тому його називають чотирьохприймальним. Усі рами, крім верхньої і нижньої, по своєму призначенню і конструкції підрозділяються на три види: рами із прохідним дном, з розподільним та з розподільним і суцільним збірним (транспортуючим) дном.

Рама з прохідним дном (рис. 9, а) розділена поздовжньою перегородкою 1 на дві частини. Для створення приймального і випускного каналів встановлені поперечні бруски 2 і 3. Поздовжні перегородки 4 утворюють канал 5. Сито прибивають до рами з нижньої сторони. До поздовжніх сторін ситової рами і поздовжніх перегородок кріплять гонки 6. Над ситом до стінок рами та брускам монтують дно 7 з тонкої листової сталі. По всій довжині дна роблять вирізи, що збігаються з каналом 5. У даному випадку дно є прохідним, тому що продукт, що потрапив на нього із сита, розташованого вище, проходить через канали, не потрапляючи на сито розглянутої рами.

На верхній площині дна закріплені сталеві направляючі 8 для щіток. Рухаючись щітки очищають сито, розташоване вище рами. Направляючі повинні бути однакової висоти та ширини, без виступаючих частин і шорсткості, а також жорстко скріплені за допомогою проміжних опор із дном ситової рами. Ці опори виготовляють з листової сталі, їх пропускають крізь днища і приварюють по обидва боки.

Продукт надходить на сито через канал 9. Частина його, що йде сходом, віддаляється через канал 10. Щоб усунути можливість потрапляння продукту з дна каналу 7 у канал 10, у каналі 5 передбачені лотки 11. Якщо необхідно зробити в рамі канали для пропуску окремих фракцій продукту із сит, розташованих вище, то замість бруска 3

встановлюють по висоті рами поперечну перегородку, що утворить одну зі стінок каналу 9.

Рама з розподільним дном показана на рисунку 9, б (позиції залишені ті ж, що і на рисунку 9, а). З кожної сторони у дні зроблені по два вирізи 12, у результаті чого продукт надходить на сито даної рами. Дно рами розподіляє продукт по всій площі сита. Для надання дну твердості і підтримки сталевих направляючих окремі його частини з'єднані поперечними планками 13. Продукти з розташованих вище рам проходять через канали 14. У залежності від місця перебування ситових рам по висоті корпуса в них передбачають деяке число поперечних каналів для пропуску окремих фракцій, отриманих з верхніх ситових рам.

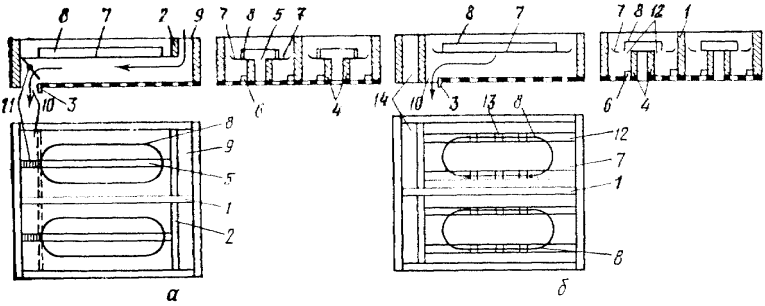


Рисунок 9 – Схема рам розсіву: а – рама з прохідним дном; б – рама з розподільним дном; 1, 4 – повздовжні перегородки; 2, 3 – поперечні бруски; 5, 9, 10, 14 – канали; 6 – гонки; 7 – дно; 8 – направляючі для щіток; 11 – лоток; 12 – вирізи; 13 – планки.

5.3.3 Фактори, які впливають на ефективність процесу просіювання

Основними факторами, які визначають безперервність процесу просіювання, є:

– безперервна подача на сито вихідного матеріалу;

– наявність відносного руху матеріалу, що просіюється, по ситу;

– наявність поступального руху матеріалу, що просіюється, вздовж сита;

– безперервне видалення матеріалу, що просіюється та видалення сходу;

–наявність визначеного шару матеріалу, що просіюється, на ситі.

У залежності від якості продукту, що просіюється, (крупності, вологості, об'ємної маси), оптимальна товщина шару приймається в межах 15…30 мм. Число коливань сита за хвилину, коли починається відносний рух продукту по ситу, називається **критичним**.

Загальна ефективність роботи просіювачів характеризується питомим навантаженням: відношенням добової продуктивності підприємства до загальної площі просіювання просіювача. При багатосортовому розмелюванні зерна питоме навантаження на просіювачі типу ЗРМ складає 630…800 кг/(м^2.добу), для просіювачів типу ЗРШ – 900…1100 кг/(м^2.добу).

В основу технологічних схем просіювачів покладений принцип з'єднання сит у групи з послідовним або рівнобіжним надходженням на них продуктів. Крім того, кожна схема відрізняється числом проходів і сходів, а також кількістю ситових рам.

У просіювачах марки ЗРШ передбачене використання трьох, а в просіювачах ЗРМ – шести технологічних схем просіювання продуктів роздрібнювання зерна.

На ефективність роботи просіювачів, крім стану поверхні просівання і живого перетину сита, великий вплив мають наступні фактори:

- вологість продукту; твердість зерна (скловидність);
- відносна швидкість переміщення продукту по ситу;
- самосортування продукту;
- швидкість подачі продукту;
- продуктивність сита (навантаження на нього);
- очищення сит;
- робота аспірації;
- питоме навантаження.

5.3.4 Відцентрові просіювачі

На завершальних стадіях розмелювання продуктів для їхнього просіювання поряд з просіювачами застосовують **віброцентрофугальні машини**.

Віброцентрофугальна машина РЗ-БЦА (рис.10) призначена для висівання борошна з важкосипких проміжних продуктів розмелу зерна. Основний робочий орган – обертовий бильний ротор 2, встановлений у нерухомому ситовому циліндрі 3 з капронової тканини. Вихід-

ний продукт I надходить через приймальний патрубок 1 усередину ситового циліндра 3. Обертові била ротора 2 підхоплюють продукт і відкидають його до поверхні сита. Борошниста суміш III проходить через отвори сита і скидається з нього у випускний патрубок 5 у результаті високочастотних коливань ситового циліндра. Східна фракція – частки висівок II – під дією вібрації виводиться через патрубок 4.

Відмінні риси машини полягають у тому, що високочастотні коливання ситового циліндра активізують просіювання і транспортування важкосипкої фракції, а також забезпечують самоочищення отворів сит.

Продуктивність віброцентрофугальної машини залежить від швидкості обертання ротора, що змінюється при заміні шківів на електродвигунах, а також від зазору між крайкою бил та ситовою поверхнею. Змінюють зазор, пересуваючи била в радіальному напрямку, у межах 12...13 мм.

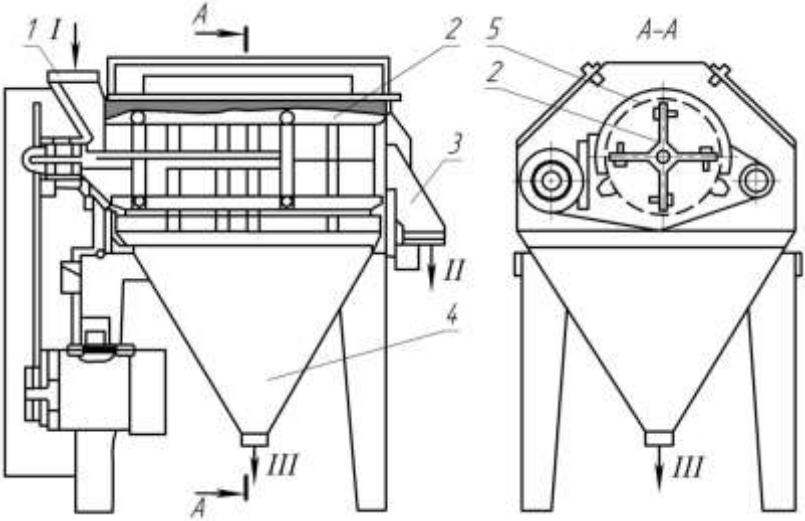


Рисунок 10 – Технологічна схема віброцентрофугальної машини РЗ-БЦА:

1 – приймальний патрубок; 2 – бильний ротор; 3 – ситовий циліндр; 4, 5 – випускні патрубки; I – вихідний продукт; II – висівкові частки; III – борошниста суміш.

Ефективність роботи машини оцінюється зіставленням зольності вихідного продукту й отриманих фракцій. Співвідношення прохідної і

східної фракцій 1...1,3. Зольність східної фракції в 2,5...2,8 рази вище, ніж прохідної.

5.4 Сортування (збагачення) проміжних продуктів помелу

Процес поділу проміжних продуктів переробки зерна на крупки: частки ендосперму, крупки – зростки ендосперму з оболонками і частки оболонок, називають **сортуванням за якістю** або **збагаченням**.

Для збагачення проміжних продуктів подрібнення зерна застосовують **віялки**, що сортують на фракції за аеродинамічними ознаками, і **ситовійні машини**, що сортують за сукупністю геометричних і аеродинамічних ознак. Для сортування за геометричними ознаками (крупності) служать сита, а за аеродинамічними ознаками – вихідні потоки повітря через сита. Велике значення для збагачення прохідних фракцій має **самосортування** (стратифікація) продуктів на ситах. Воно є найбільш інтенсивним при комплексній дії кінематичних, аеродинамічних та гравітаційних факторів.

Таке саме явище, але слабо виражене, спостерігається в машинах для просіювання продуктів за геометричними властивостями на плоских ситах зі зворотно-поступаючим або поступально-круговим рухом, у яких стратифікація продуктів відбувається тільки під дією кінематичних і гравітаційних факторів.

Явище стратифікації полягає в тому, що найбільш важкі з часток однакових розмірів (у даному випадку частки ендосперму) швидше опускаються через товщу продукту на сито ситовійної машини, ніж найлегші (у даному випадку оболонки), що піднімаються у верхні шари продукту.

Віялки зараз майже не застосовують. Для них необхідно попередньо розподіляти продукт на вузькі класи за величиною часток у просіювачах. Тому застосовують ситовійні машини, у яких сполучені обидва процеси. Це дає можливість краще використовувати виробничі площі підприємства.

Промисловість випускає ситовійні машини з двома або чотирма приймачами продукту, що забезпечують незалежне сортування продуктів рівнобіжними потоками, а також з одним, двома і більш ярусами сит.

Одноступінчата ситовійна машина складається з двох незалежних частин, змонтованих на одній станині. Підвісні ситові корпуси

одержують зворотно-поступаюий рух від ексцентриково-шатунного механізму.

Ситовий корпус виконаний у виді короба, у якому розміщені рами із шовковими ситами. Під ситами, розміщені рами піддонів, виготовлені зі штампованих сит, по яким переміщаються щітки. Під ситами розташовані шнеки, для видалення прохідного матеріалу. Над ситами – жолобки для відводу легких домішок.

Двоступінчаті ситовійні машини ЗМС - 2 - 2 та ЗМС - 2 - 4 виготовляють із двома ступенями збагачення. У двоступінчастій машині ЗМС верхній ярус має шість ситових рам різних номерів, а нижній – п'ять ситових рам, розміщених послідовно.

На рисунку 11 зображена технологічна схема двоступінчастої ситовійної машини, де стрілками зазначений шлях руху збагачуваної суміші крупок, повітря, сходів, фракцій, виділених з вихідної суміші.

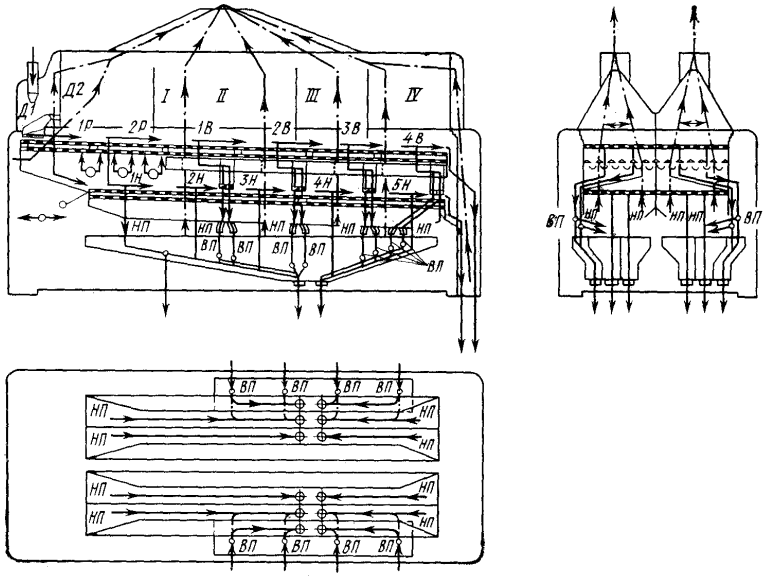


Рисунок 11 – Технологічна схема ситовійної машини ЗМС-2-2.

- - - ▶Рух повітря

——▶Рух продукту

ВП – продукт верхніх сит

НП – продукт нижніх сит

Суміш крупок, що підлягає сортуванню, надходить по самопливній трубі на схил прийому. З нього через зазор, що утворився, між підставою і передньою похилою сіткою живильника продукт рівномірним шаром по всій ширині схилу подається на перше сито верхнього ярусу. Далі прохід сита перших двох рам надходить на перше сито нижнього ярусу. Фракції, що просіваються через отвори сит рам 1В, 2В, 3В, 4В верхнього ярусу, виводяться з машини окремо, не потрапляючи на сита нижнього ярусу. По поздовжнім жолобкам прохід через сита верхнього ярусу попадає на поперечні схили і по патрубках на бічних стінках корпуса направляється в бічні кишені корпуса-збірника, а відтіля за межі машини.

Проходи через сита нижнього ярусу надходять в інші кишені корпуса-збірника й окремо виводяться з машини. Збагачення крупок досягається шляхом комплексного використання дії сил ваги і розходженням об'ємних мас часток різної якості при коливальному русі сита і наявності вихідних потоків повітря через сита і постіль із крупок на них. Збагачення відбувається в двох ступенях. Перша ступінь - на ситах рам 1Р і 2Р верхніх ярусів. Тут від усього завантаженого в машину продукту проходом через два сита в кожній половині корпуса повинно виділятися 45...60% попередньо збагаченої суміші.

Збагачення на другому ступені відбувається паралельно на двох ярусах сит:

на ситах усіх п'яти рам нижнього ярусу збагачується продукт, отриманий після проходу сит перших двох рам верхнього ярусу;

на ситах інших чотирьох рам (із шести) верхнього ярусу збагачується продукт, що сходить із сит перших двох рам цього ж ярусу.

Зазначений розподіл продукту між ярусами здійснюється шляхом підбора сит на рамах 1Р і 2Р.

5.5 Обробка кінцевих продуктів помелу

При переробці пшениці на сортове борошно на останніх стадіях драння та розмелювання отримують оболонки з частками ендосперму. Результати гранулометричного і мікроскопічного аналізів показали, що ці продукти не однорідні за формою, величиною і вмісту ендосперму. Вони містять відносно великі пелюсткоподібні частки оболонок, по краях яких окремими горбками розташований ендосперм, і дрібні довгасті частки оболонок, покриті рівним, тонким шаром ендосперму. У цих продуктах може утримуватися близько 20% борошна, а щоб

вимолотити її у вальцьових верстатах, потрібно затратити близько 40% електроенергії, що витрачається усіма вальцьовими верстатами. Тому і були запропоновані нові, більш економічні прийоми подрібнення продуктів.

Для відділення ендосперму застосовують розмелювальні машини, робочі органи яких – щіткові або бильні ротори, що обертаються всередині рухомих або нерухомих ситових обичайок.

Оброблюваний продукт піддається ударно-перетиральному впливу робочого органа, у результаті чого порушуються зв'язки між ендоспермом та оболонками і вони розділяються. Аналогічні машини застосовують для просіювання збагачувальних сумішей (мікродобавок) комбінованих кормів.

Розмелювальні машини А1-БВГ і А1-БДГ встановлюють також на початковій стадії сортового помелу пшениці – процесі драння, як доповнення до вальцьових верстатів, що малоефективні для відділення ендосперму від оболонок.

За принципом впливу на оболонку частки (удар і стирання) розмелювальні машини діють одинаково. Різні тільки ступені, у яких сполучаться ці елементи.

Бильна машина ЗВО-1. Цю машину застосовують для розмелювання продуктів висіву. Основний робочий орган машини – ротор, з вертикальними билами та валом. Продукт надходить у машину через приймальний патрубок (рис. 12). Лопатки розподіляють його за периметр циліндра. Потім продукт попадає під ударну дію обертових бил. У результаті ударів і стирання ендосперм відокремлюється від оболонок.

Продукт, отриманий сходом із сітчастого циліндра, відділяється в нижній частині машини через бічний патрубок. Продукт, просіяний через сито, виходить з машини через центральну конічну лійку. Щоб забезпечити експлуатаційну надійність, необхідно продукт до надходження в машину пропускати через магнітний захист; рівномірно завантажувати машину в межах установленої продуктивності. Била повинні обертатися по годинній стрілці. Аспірація машини відбувається приєднанням її до аспіраційної мережі.

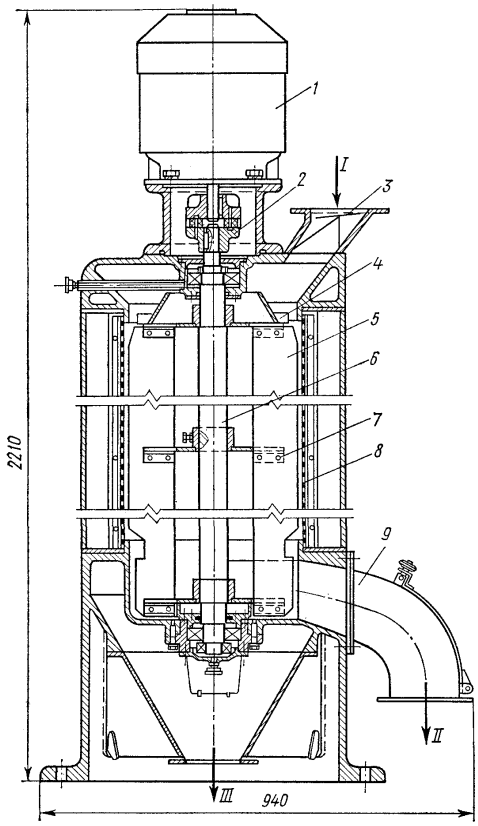


Рисунок 12 – Вертикальна бильна машина ЗВО-1 для розмелювання продуктів висіву:

1 – електродвигун; 2 – гнучка муфта; 3 – приймальний патрубок для вихідного продукту; 4 – лопатки для розкидання продуктів; 5 – вертикальні била; 6 – вал; 7 – розетка для кріплення била до вала; 8 – ситовий циліндр; 9 – випускний патрубок; I – продукт; II – висівки; III – борошно.

ЛЕКЦІЯ 6

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

6.1 Технологічна схема виробництва рослинної олії.
6.2 Механізація підготовки насіння до переробки.
6.3 Технологічне обладнання для витягування олії.

6.1 Технологічна схема виробництва рослинної олії

Рослинна олія має різне призначення. Виробляють харчову і технічну рослинну олію. Харчова олія використовуються населенням безпосередньо в їжу, а також для виробництва жирів, маргаринової продукції, майонезу і ін. Технічна олія застосовуються для виробництва мила, миючих засобів, оліф, лаків, фарб, жирних кислот, гліцерину і широко використовуються при виробництві фармацевтичної та косметичної продукції.

Відходами виробництва рослинної олії є шрот, макуха, лузга і лушпайка. Шрот і макуха є сировиною для виробництва харчового білка і застосовується в комбікормовій промисловості. Лузга і лушпайка використовуються гідролізною промисловістю й у сільському господарстві.

Сировиною для виробництва рослинної олії є насіння соняшника, льону, озимого рапсу, арахісу, гірчиці, рицини, сої, маку та інших культур.

Виробництво рослинної олії складається з великого числа операцій, у ході яких в олійній сировині протікають складні фізико-хімічні процеси. Принципова технологічна схема виробництва рослинної олії представлена на рисунку 1.

6.1.1 Очищення та зберігання насіння

Насіння, що надходять на зберігання, містять органічні і мінеральні домішки. Ці домішки необхідно відокремити від насіння олійних культур, оскільки вони зменшують вихід олії, можуть додавати олії специфічний присмак, прискорюють знос робочих органів і створюють багато пилу в робочих приміщеннях.

Домішки відокремлюють у два прийоми:

– перше очищення виробляється перед сушкою при прийманні насіння на зберігання;

– друге очищення – виробниче – виробляється безпосередньо перед переробкою у виробничому корпусі.

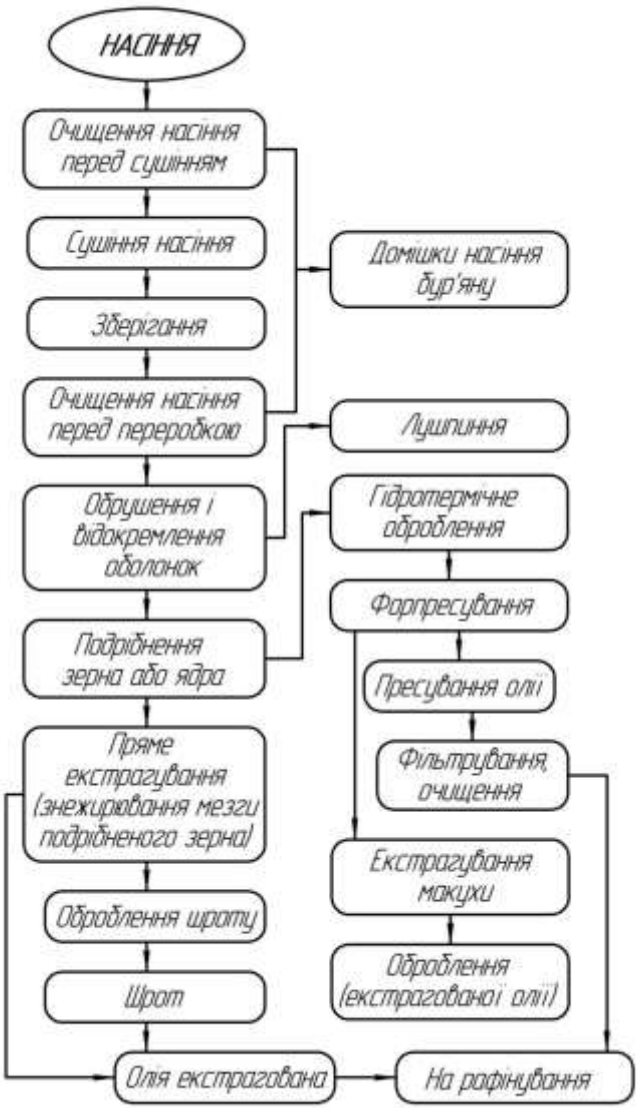


Рисунок 1 – Принципова технологічна схема виробництва рослинної олії.

Для відділення домішок використовують їхні відмінні риси:

– розміри насіння та домішок;

– форми поверхні насіння та домішок;

– аеродинамічні властивості насіння і домішок (в аспіраційних машинах).

Відділення домішок від насіння, що відрізняються від них розмірами і формою проводять на ситових сепараторах, із плоскими і барабанними ситами.

Для відділення домішок від насіння по аеродинамічних властивостях використовують повітряно-ситові сепаратори типу ЗСМ. Основними робочими елементами в цих машинах є ситові рами та аспіраційна система.

Високий вміст жирів в олійному насінні обумовлює особливості його зберігання. При збереженні в олійному насінні відбуваються складні біохімічні процеси, що погіршують якість олії, що з нього добувається. Швидкість цих процесів знаходиться в прямій залежності від вологості насіння.

Насіння олійних культур необхідно зберігати в сухих, добре провітрюваних зерносховищах. Надійне зберігання олійного насіння зі вмістом олії до **50%** можливо при їх вологості не вище **7 – 8%.**

Насіння олійних культур у тому числі і соняшника з вологістю не більш **7 – 8%** зберігають у складах різного типу, елеваторних або силосних сховищах, механізованих складах з активним вентилюванням насіння.

Для створення сприятливих умов тривалого зберігання насіння олійних культур використовують метод активного вентилювання. При цьому також здійснюється підсушування насіння. Метод активного вентилювання насіння є профілактичним засобом у справі зберігання насіння. Для тривалого зберігання насіння олійних культур використовують метод теплового сушіння, при якій відбувається нагрівання насіння за допомогою сушильного агента (повітря) і видалення вологи.

6.1.2 Обладнання для сушіння насіння соняшнику

Сушіння насіння олійних культур можна проводити різними способами:

– в зваженому стані (пневматичні сушарки);

– у киплячому шарі (ротаційні сушарки);

– при перемішуванні (барабанні сушарки);

– у безперервному потоці (шахтні сушарки);

– у нерухомому шарі, насипом.

Сушіння в нерухомому шарі мають ряд переваг:

– насіння під час руху зазнає всебічної дії теплоносія, що забезпечує рівномірність сушіння;

– у процесі руху насіння шар стає зруйнованим і опір проходження через шар теплоносія зменшується;

– під час руху насіння злежується, що також підвищує ефективність сушіння і перешкоджає підгорянню насіння.

Пневматичні сушарки (рис 2) є відносно простими по конструкції, характеризуються малою тривалістю процесу сушіння (кілька секунд). Сушильний агент у таких сушарках має високу температуру (600…900^{0}С).

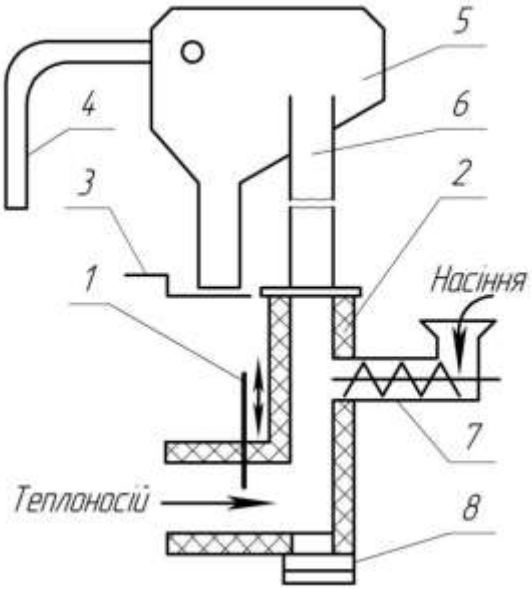


Рисунок 2 – Схема пневматичної сушарки: 1 – регулювальна заслінка; 2 – змішувальна камера; 3 – клапан для холодного повітря; 4 – живильний шнек; 5 – труба; 6 – бункер-сепаратор; 7 – труба відпрацьованого теплоносія; 8 – заслінка.

Для підвищення інтенсифікації процесу сушіння використовують **ротаційні сушарки**, що здійснюють сушіння насіння у киплячому шарі. Ротаційні сушарки складаються з декількох секцій, верхні з яких є сушильними, а нижні – охолоджуючими. Кількість секцій можна змінювати. Температура сушильного агента 150 – 180^{0}С.

Кожна секція (рис.3) має вигляд круглого кошика, розділеного на сектори, що обертаються навколо осі. Крізь сектори через перфороване дно продувається сушильний агент. При сполученні сектора з пропускним отвором, насіння подаються в наступний сектор.

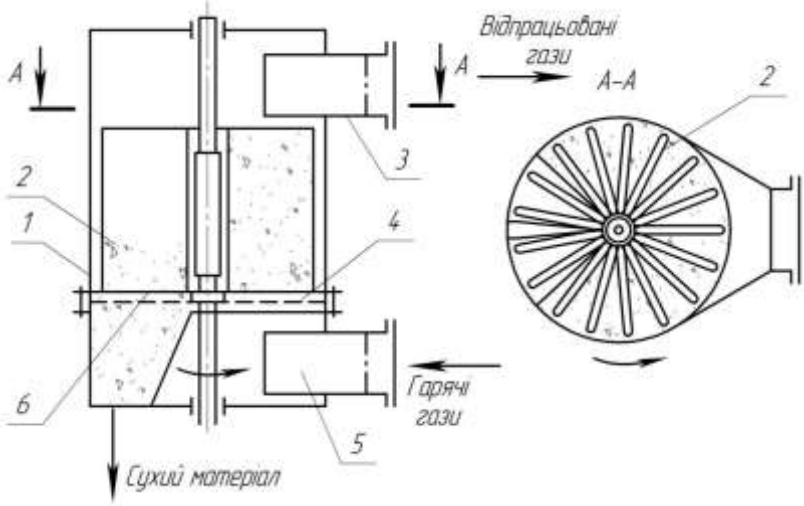


Рисунок 3 – Схема секції ротаційної сушарки: 1 – корпус; 2 – лопать кошика; 3 – перфороване дно; 4 – пропускний отвір; 5 – патрубок відпрацьованого сушильного агента; 6 – патрубок сушильного агента.

У сушарках **шахтного типу** (ВТІ, СЗШ, ДСП) (рис 4.) насіння, що висушуються, проходять через сушильну шахту, де розташовані короби, що проводять і виводять із шахти газоповітряну суміш. Насіння, опускаючись під дією своєї ваги між коробами, нагріваються сумішшю повітря і димових газів, що надходять зі спеціальної топки. Волога, що утримується в насінні, при цьому випаровується, а висушені насіння потім прохолоджуються в охолоджуючий камері 4, де через насіннєву масу продувається атмосферне повітря. Сушіння ведеться по одноступінчатому і двоступінчастому режимі. При двосту-

пінчастому сушінні сушильна шахта по висоті розбита на дві частини: у верхній частині (першого ступеня) здійснюється сушіння при невисоких температурах сушильного агента, у нижній частині (на другому ступені) відбувається досушування насіння при підвищених температурах. При одноступінчатому сушінні в сушильну камеру подають суміш повітря і димових газів однакової температури. Для поліпшення роботи шахтних сушарок застосовують рециркуляційні способи сушіння, комбіновані з попереднім підігрівом зерна.

Барабанні сушарки за конструкцією цілком аналогічні зерновим. Відмінність полягає тільки в окремих конструктивних елементах. Зокрема, більш раціональним вважається використання двох барабанних сушарок з лійкоподібними лопатками, обладнаними з обох сторін кутиками.

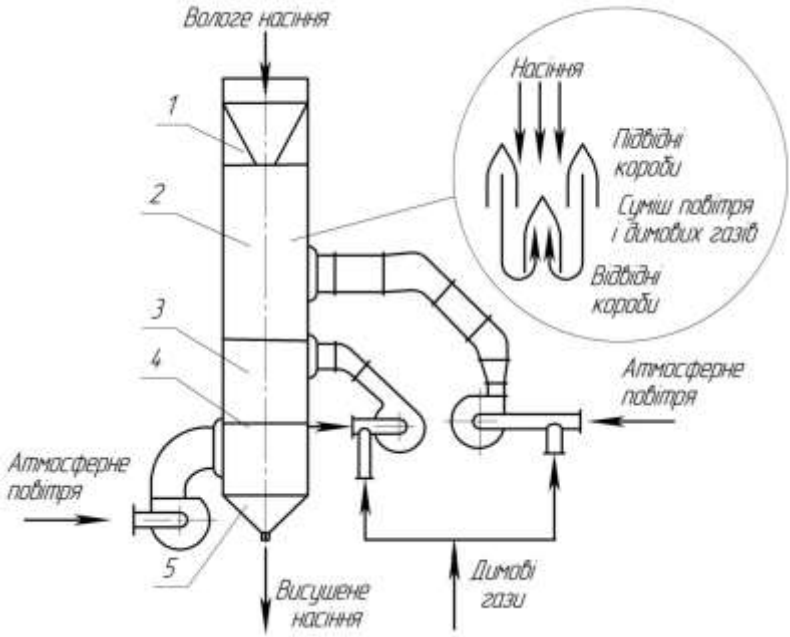


Рисунок 4. – Схема сушарки шахтного типу: 1 – бункер для приймання вологого насіння; 2, 3 – сушильні камери; 4 – охолоджуюча камера; 5 – приймальний бункер для сухого насіння.

6.2 Механізація підготовки насіння до переробки

Насіння олійних культур, що надходять, на переробку зі зберігання при необхідності очищають на ситових сепараторах і аеродинамічних установках.

6.2.1 Обладнання для обрушення насіння і поділу рушанки

Запаси олії в тканинах олійного насіння розподілені нерівномірно, головна частина зосереджена в ядрі насіння – у зародку ендоспермі, плодова і насінна оболонки містять невелику кількість олії. У зв'язку з цим виникла необхідність максимально відокремити ядро від оболонки. Процес відділення оболонки від ядра називається **обрушенням**.

Процес відділення оболонки від ядра складається з двох самостійних операцій: **обрушення і відділення оболонки від ядра** (віяння, сепарація).

У сучасних обрушувальних машинах використовується динамічна дія на насіння, бо вона є найбільш ефективною. Використовують зусилля стиску і зрізу (зрушення).

Обрушувальні машини, класифікують наступним чином:

– зі сталевим або чавунним робочим органом, що працює за принципом багаторазового або одноразового удару насіння об металеву поверхню (деки), бильні і відцентрові насіннєрушки;

– машини зі сталевими різальними робочими органами (дискові, ножові і вальцеві лущильні машини).

Бичева насіннєрушка (рис. 5) складається з чотирьох основних вузлів: живильного пристрою, бильного барабана, деки і корпуса.

До складу живильного пристрою входять: живильний бункер *4*, рифлений валик *3* і регульована заслінка 2.

Призначення живильного пристрою – забезпечити рівномірний розподіл насіння по ширині робочої зони машин (вона дорівнює довжині била і складає в бильній насіннєрушці 972 мм) і подачу насіння зі стабільною і необхідною інтенсивністю. Ширина живильного потоку насіння (650 мм) від конвеєра до насіннєрушки менше ширини робочої зони, і розподіл насіння відбувається за рахунок роботи рифленого живильного валика.

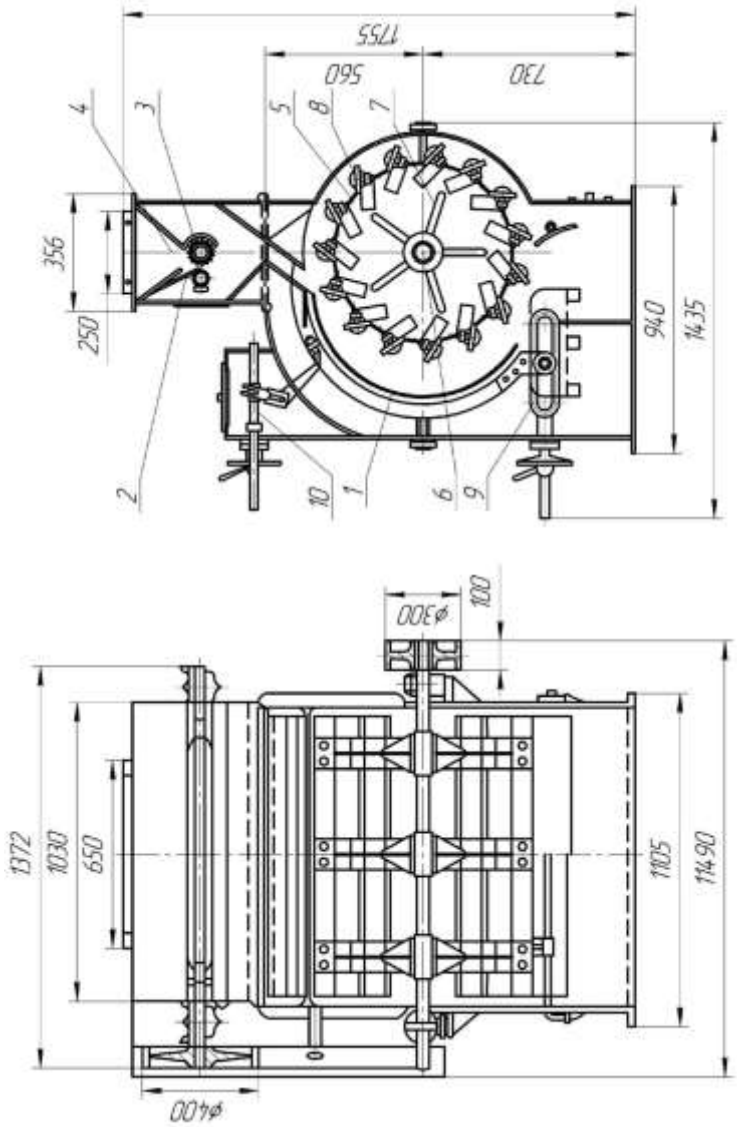


Рисунок 5 – Бильна насіннєрушка типу МРН (продуктивність по насінню − 50…60 т/добу):

1 – дека; 2 – заслінка; 3 – валик; 4 – бункер; 5 – барабан; 6 – вал; 7 – ребро; 8 – било; 9 – направляючі площини; 10 – регулюючий механізм

Конструкція бильного барабана має вал з укріпленими на ньому трьома дисками 9 з маточинами і стійками 5 бил. Твердість дисків забезпечується привареними по обидва боки ребрами *7*. На зовнішній стороні кожного диска приварена 16 пара кутиків під кутом 55° до осьової лінії. До цих кутиків на болтах прикріплені 16 била 8. Била виготовлені з листової сталі товщиною 10-12 мм і шириною 100 мм. Бильний барабан встановлений у машині горизонтально в підшипниках і при роботі обертається з частотою 550-630 об./хв, що при діаметрі барабана по зовнішній крайці бил 800 мм відповідає коловій швидкості 23-27 м/с.

Ззовні з бокової сторони бильний барабан зовні на дузі 110°, оточений хвилястою поверхнею, яка називається декою 1. Деки набирають з чавунних колосників, що відливаються окремими секціями, що містять чотири-п'ять рифлей діаметром 25 мм.

Положення деки відносно бильного барабана (зазор між билами і декою) впливає на силу удару насіння об деку, тому в машині передбачене регулювання зазору в межах 8-80 мм у залежності від вологості і розміру насіння. Регулювання здійснюється оператором за допомогою спеціальних регулювальних механізмів(верхнього та нижнього)

Принцип роботи насіннєрушки полягає в наступному. Насіння, що надходить у живильний бункер, валком рівномірно розподіляються по ширині робочої зони. Потік насіння, регульований заслінкою, попадає на похилу площину в живильному бункері і далі, зсовуючись, попадає на била обертового барабана.

При достатній швидкості обертання бильного барабана сила удару бил по насінню забезпечує їхнє обрушення. Оскільки окремі насінини розрізняються між собою властивостями, зокрема міцністю, то частина насіння сила удару недостатня для обрушення, а для деякої частини насінь сила удару настільки велика, що руйнується не тільки оболонки, але і руйнування ядра.

Після удару билами **рушанка**, що утворилася (суміш ядра, оболонок, цілих насінин і січки ядра) відкидається на деку багаторазово через пружність, що виявляється частками, при ударі. У такий спосіб рушанка ударяється об деку, і при цьому відбувається обрушення цілого насіння і руйнування ядра.

До недоліків бильної насіннєрушки варто віднести:

–можливість повторного обрушення, що приводить до руйнування ядра й утворення січки **(близько 15%)** і олійного пилу **(близько 8%);**

–неоднакова сила удару бил об насіння, що спричиняє недовал **(близько 10%)**;

–ненаправлений (хаотичний) рух насіння у машині.

Для реалізації способу обрушення однократним орієнтованим ударом призначена **відцентрова насіннєрушка**. Насіння у відцентровій насіннєрушці здобувають необхідну кінетичну енергію для обрушення одним орієнтовани (уздовж осі довжини) ударом об деку під дією відцентрової сили.

Під час роботи насіння надходить на диск, що обертається на вертикальному валу із лопатками. При цьому на насіння діють крім відцентрової сили, також сила ваги і Коріоліса, що притискують насіння до диска і лопатки і викликають появу відповідних сил тертя, спрямованих проти руху насіння.

Аналіз руху насіння по диску уздовж лопатки під дією зазначених сил показав, що швидкість не залежить від маси насіння і 1 обумовлена величиною коефіцієнту тертя насіння по матеріалу, з якого виготовлені диск і лопатки. Рух насіння, спочатку прискорений, але досить швидко стабілізується. На відстані, яка приблизно в 3-4 рази перевищує початковий радіус залучення насіння на диск, установлюється постійна швидкість радіального руху насіння при характерних коефіцієнтах тертя їх об сталь, що складає 0,65-0,7 окружної швидкості диска.

Відцентрова насіннєрушка РЗ-МОС (рис.6) складається з двох'ярусного ротора 9 на вертикальному валу, живильного розподільного пристрою 6, 1 кільцевої деки 10; корпусу 5 із прикріпленими до нього двома циклонними сепараторами 4.

Живильний пристрій містить запобіжну решітку 7 на вході насіння для уловлювання великих сторонніх предметів, здатних застрягти в каналах ротора. Також живильний пристрій має кілька патрубків 8, у які підсмоктується повітря при обертанні ротора.

Розподільний пристрій 6 складається з двох коаксіальних циліндрів, розміри яких забезпечують розподіл потоку насіння на дві рівні частини, що надходять відповідно на верхній і нижній яруси ротора.

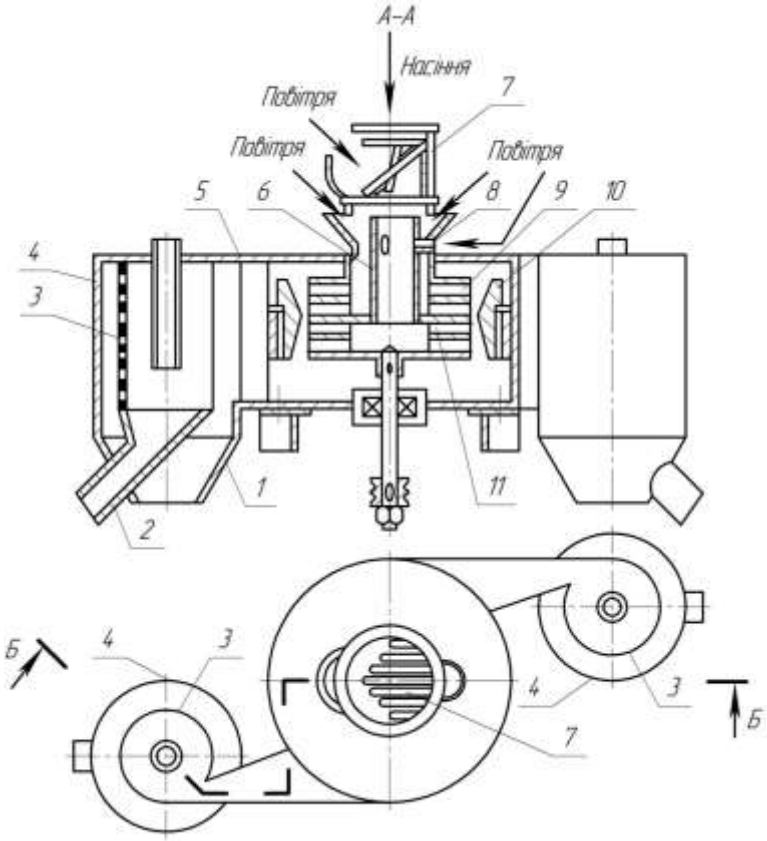


Рисунок 6 – Схема відцентрової насіннєрушки РЗ-МОС продуктивністю 200 т/добу насіння соняшнику

Застосування двох'ярусного диска забезпечує підвищену продуктивність насіннєрушки. На кожному ярусі встановлено по два працюючих диска (всього в насіннєрушці чотири працюючих диска) з радіальними направляючими каналами 11. Канали сусідніх дисків розташовані в шаховому порядку, що виключає зіткнення насіння при виході з направляючих каналів. Підсмоктуване обертовим ротором повітря рухається по каналах ротора, прискорює рух насіння і сприяє обрушенню. Спрямований удар насіння забезпечується їхньою орієн-

тацією похилими стінками радіальних каналів, футерованих зносостійкою металокерамікою.

Насіння, що вилітають з каналів ротора, попадають на гладку кільцеву деку, що має в межах кожного ярусу свій нахил для відводу рушанки, що утвориться з зони обвалення.

Циклонні сепаратори 4 містять кільцеві сита 3, що відводять патрубки 1 і *2* для відводу рушанки й олійного пилу, а також повітря. Таким чином, у насіннєрушці РЗ-МОС сполучається процес обрушення і відділення олійного пилу, що дозволяє знизити втрати олії з лузгою, що відходить.

Продуктивність даної насіннєрушки 200 т./добу. Склад отримуваної рушанки трохи кращий, ніж на бильній насіннєрушці (цілого насіння – 15 %, недорушеного – 10%, січки – 5%, олійного пилу – 7 %)

Якість обрушення насіння характеризується вмістом у рушанці небажаних фракцій – цілого насіння і частково недорушеного насіння, зруйнованого ядра (січка) і олійного пилу. Наявність у рушанці недовалу збільшує вміст лузги в ядрі. Також небажана присутність у рушанці січки й олійного пилу. Січка легко віддає олію луззі навіть при короткочасному контакті. Олійний пил цілком не відокремлюється від лузги, що іде з виробництва, і втрати олії в луззі збільшуються.

Поділ рушанки на лузгу і ядро засновано на розходженні в їхніх розмірах і аеродинамічних властивостях. Лузга має значно більший опір повітряному потокові, ніж ядро. Спочатку отримують фракції рушанки, що містять частки лузги і ядра одного розміру, а потім у повітряному потоці кожну отриману фракцію розділяють на лузгу і ядро.

Для поділу рушанки застосовують аспіраційні насіннєвіялки М2С – 50 і Р1 - МСТ

Аспіраційна насінєвіялка М2С-50 (рис.7) складається з двох машин: розсіву 7 і війки 25, розташованих одна над іншою і з'єднаних між собою гнучкими рукавами 11,

Розсів насіння війки призначений для поділу рушанки на кілька фракцій, розміри кожної з яких змінюються у вузькому діапазоні. Потрапили в одну фракцію, вирівняну за розміром, різні компоненти рушанки, насамперед ядро і лузга, мають більше розходження в аеродинамічних властивостях. Таким чином, ефективна робота розсіву служить умовою чіткого поділу отриманих фракцій у каналах насіннєвіялки.

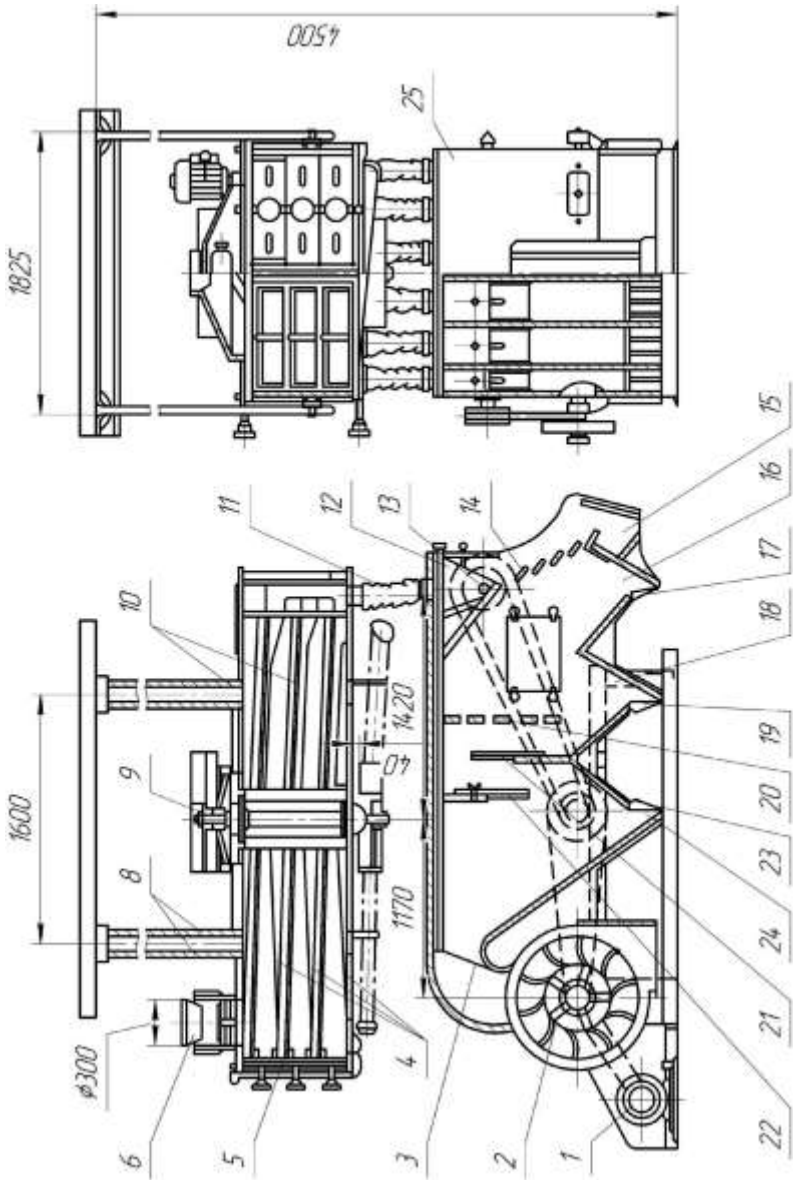


Рисунок 7 – Загальний вид насіннєвіялки М2С-50

Просіювач представляє собою дерев'яний короб 5, на похило розташованих (під кутом 3-5°) напрямних якого знаходиться три яруси висувних сит 10. Короб розділений на дві половини поздовжньою вертикальною перегородкою і відповідно на кожнім ярусі по два однакових висувних сита. Під кожним ситом розташовані піддони 4 з різними нахилами (на початкових ділянках сит нахил піддонів протилежний нахилові сит, а на кінцевих ділянках сит нахил піддонів збігається з нахилом сит) для збору і транспортування часток, що пройшли через сита. У просіювачі застосовуються штамповані сита з круглими отворами, розміри яких змінюються не тільки від ярусу до ярусу, але і відрізняються на початкових і кінцевих ділянках сит одного ярусу (рис 8). Для поліпшення просіювання на ситах установлюють перегрібачі.

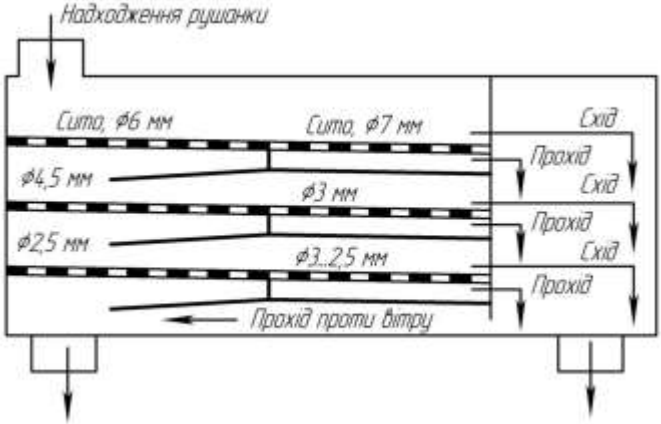


Рисунок 8 – Схема сит просіювача насіннєвіялки

Просіювач підвішують на чотирьох тросах 8 до стельової рами над насіннєвіялкою. Зверху просіювача встановлена приймальна коробка 6 із гнучким рукавом, для подачі рушанки, а внизу просіювача з протилежної сторони кріпляться шість гнучких рукавів для передачі отриманих у просіювачі фракцій у канали аспіраційної війки.

У центрі розсіву на його верхній кришці встановлений приводний пристрій 9, що складається з вертикального вала, двох балансирів і шківа. У балансирах ексцентрично кріпляться змінні вантажі, що дозволяє, змінювати масу балансирів, регулювати амплітуду кругового поступального руху просіювача. Обертальний рух вертикальному валу разом з балансирами передається через клинопасову передачу від еле-

ктродвигуна, змонтованого на кронштейні, закріпленому на кришці корпуса розсіву.

Аспіраційна насіннєвіялка представляє собою прямокутний дерев'яний корпус, розділений подовжніми перегородками на шість каналів. У верхній частині корпуса під патрубками, по яких пересипаються з просіювача фракції рушанки на поділ у канали війки, розміщений живильний пристрій 12 у виді рифленого валика до рухомої заслінки 13. Причому заслінки виготовляються індивідуально для кожного каналу, у той час як загальний валик одинаковий на всі канали. Під живильним пристроєм розташовані (звичайно чотири-п'ять) похилі полички, так звані жалюзі 14. Полички виготовлені з тонкої листової (товщиною 1 мм) сталі, і кут їхнього нахилу може змінюватися при регулюванні режиму роботи війки.

Знизу корпуса війки знаходяться три конуси 16, 18, 24 з автоматичними клапанами 17, 19, 23. Конструктивно клапани представляють собою просто заслінки на шарнірі. У неробочому стані війки, тобто при невключеному вентиляторі, клапани-заслінки знаходяться у висячому положенні, а щілини у вершинах конусів відкриті. При включенні вентилятора, що створює розрідження в корпусі війки, клапани-заслінки повертаються навколо шарнірів, притискаються до протилежних стінок конусів і тим самим перекривають щілини у вершинах конусів. В міру нагромадження в конусах розсортованих фракцій рушанки росте тиск на клапани-заслінки. Коли цей тиск перевищить статичний тиск розрідження, створюваний вентилятором, клапан відкривається і накопичені в конусах частки рушанки висипаються в розташовані під ними транспортні шнеки. Як тільки конус спорожниться і при цьому тиск стане менше статичного тиску розрідження, клапан-заслінка закриється.

Кожний із шести каналів війки оснащений шиберним механізмом 3 регулювання швидкості повітряного потоку. Шибери встановлені у хвостовій частині війки безпосередньо перед вентилятором, а штурвали, що регулюють положення шиберів, винесені на передню частину війки, що дозволяє вести регулювання, спостерігаючи процес сепарування на жалюзі війки.

Усередині корпуса війки розташовані ґрати 20 і дві перегородки 21, 22 для аеродинамічного впливу на потік повітря з метою виділення з потоку сепаруючої рушанки.

Усі шість каналів війки підключені до одного вентилятора 2, що приводиться в рух електродвигуном 1 за допомогою клинопасової передачі. Привід живильника здійснений від цього ж електродвигуна через контрпривод.

Принцип роботи насіннєвіялки заключається в наступному. У робочих умовах просіювач за допомогою механізму привода робить круговий поступовий рух.

Рушанка, що підлягає поділу, надходить через рукав у приймальну коробку і далі на сита верхнього ярусу.

Процес сепарування в просіювачі відбувається в такий спосіб. Сита верхнього ярусу мають по довжині дві ділянки, що розрізняються діаметром отворів (на початковій ділянці) сита з отвором 6 мм, а на кінцевій ділянці сита – діаметром 7 мм. Таким чином, рушанка, потрапивши на сита верхнього ярусу, на початковій ділянці поділяється на прохід через сита з отворами 0..6 мм і відповідно схід. Прохід, потрапляючи на піддон із протилежним нахилом, підводиться до початку сит середнього ярусу. Схід попадає на кінцеву ділянку верхнього ярусу, де розділяється на схід (частки більше 7 мм, велика лузга і не завалені насіння), що через рукав надходить у перший канал війки, і прохід (частки діаметром більше 6 мм і менше 7 мм, що складаються з лузги і чистого ядра), що через рукав надходить у другий канал війки.

Сита середнього ярусу на початковій ділянці мають отвори діаметром 4,5 мм, а на кінцевій ділянці – 5 мм. Сходом з цих сит у третій канал йде ціле дрібне ядро, великі частки лузги і ядра. Прохід через отвори діаметром 4,5 мм по піддону з протилежним нахилом скачується до початку сит нижнього ярусу. Прохід через отвори діаметром 5 мм, що складається з часток ядра і лузги середнього розміру, направляється в четвертий канал війки.

Сита нижнього ярусу на початковій ділянці мають отвори діаметром 2,5 мм, а на кінцевій ділянці – 3 мм. Сходом з цих сит йде в п'ятий канал січка ядра і лузги. Прохід через отвори діаметром 2,5 мм є сьомою фракцією, яку отримують в просіювачі, яка оминає віялку, виводиться з машини через лійку висівкового проходу безпосередньо в потік ядра. Прохід через отвори діаметром 3 мм, що складається з дрібних часток ядра і лузги, направляється в шостий канал війки.

Усі шість фракцій по рукавах зсипаються в живильний пристрій війки і попадають на похилі полички. Пересипаючи з полички на поличку, фракції рушанки піддаються впливу повітря, який підсмокту-

ється в зазорах між поличками вентилятора. Легкі компоненти в оброблюваних на поличках фракціях захоплюються потоком повітря усередину аспіраційних каналів, а важкі компоненти пересипаються з полички на поличку і виводяться в нижній отвір корпуса віялки безпосередньо перед поличками. Легким компонентом переважно є лузга, а важкими – ядро та ціле насіння. На практиці чіткого відділення лузги на поличках не домагаються і разом з лузгою захоплюється частина ядра, а також з ядром – частина лузги.

Безпосередньо за поличками повітряний потік разом із захопленими частками попадає в розширений перетин каналу за рахунок першого конуса, де швидкість потоку повітря відповідно падає. При цьому велика лузга і частина ядра, що захоплюється потоком повітря, випадають у першому конусі. Суміш часток, що осіла в першому конусі називається **перевієм**, тому що вона містить ядро, та підлягає повторній переробці.

Далі потік повітря з захопленими частками натрапляє на ґрати. У цьому ж перетині розташований другий конус машини. В конус випадає основна кількість лузги, внаслідок втрати швидкості потоку в розширеному перетині, або в результаті втрати швидкості частками при зіткненні з елементами ґрат. Потік повітря після цього ще кілька раз змінює свій напрямок, огинаючи дві перегородки, що сприяє осадженню часток лузги, що залишилися, у третьому конусі. Цілком осадить частки з повітряного потоку не вдається, і дрібна лузга, що залишилася, пройшовши шиберний пристрій, вентилятор, викидається в повітроочисний пристрій.

Таким чином, після аспіраційної насіннєвіялки отримують ціле ядро, необрушене, перевіяне та лузгу.

Ядро надходить на подальшу переробку. Необрушене зерно направляють у повітряно-ситовий сепаратор, який аналогічний за конструкцією для очищення насіння. Тут в осадових конусах після продувки необрушеного зерна атмосферним повітрям відбирається велика лузга. Необрушене насіння з меншим змістом лузги (збагачене) йде на повторне обрушення на обрушувальну машину.

Перевій для повторного поділу направляється на контрольну віялку, що відрізняється від робочої віялки набором сит і повітряним режимом в аспіраційній камері. Лузга виводиться з цеху.

Оцінюють роботу орушувально-віяльного цеху по величині процентного вмістові лузги в ядрі, та по втратах олії в лузгі, що іде з

виробництва (у виді олійного пилу, січки ядра і замаслювання лузги при контакті зі зруйнованим ядром).

Відсотковий вміст лузги в ядрі, призначеному для витягу олії на пресових заводах, не повинен перевищувати **3%**, на екстракційних – не більше **8%**.

6.2.2 Обладнання для подрібнення насіння і ядра

Для витягування олії з насіння або ядра необхідно зруйнувати клітинну структуру. Кінцевим результатом операції подрібнення є переведення олії, що міститься в клітинах насіння, у форму доступну для подальших технологічних впливів.

Необхідний ступінь подрібнення сировини досягається механізмами, які виконують подрібнювальну, роздавлювальну або стиральну дію на насіння або ядра.

Одержаний після подрібнення матеріал називається **м'яткою** і відрізняється дуже великою питомою поверхнею. Крім руйнування клітинних оболонок при подрібнюванні порушується також структура, що утримує олію у частині клітини, значна частка олії вивільняється й адсорбується на поверхні часток м'ятки.

Добре подрібнена м'ятка повинна складатися з однорідних за розмірами часток, не містити цілих, незруйнованих клітинок, а кількість дуже дрібних (борошнистих) часток повинно бути невеликим.

Для одержання м'ятки застосовують вальцьові верстати типу ВР. Ці верстати відрізняються кількістю і взаємним розміщенням основного працюючого органа – валків. Застосовують верстати з горизонтальним, вертикальним та діагональним розміщенням валків.

Процес подрібнення в таких верстатах розділяють на **три етапи**:

– пружна деформація, що протікає від початку прикладання зусиль до матеріалу, що подрібнюється, до появи перших тріщин;

– пластична деформація, коли елементи матеріалу, що подрібнюються, починають переміщатися один відносно іншого. При цьому матеріал ущільнюється та плющиться;

– руйнування матеріалу з утворенням вільної поверхні часточок.

Вальцеві верстати складаються з чавунних валків із загартованою зовнішньою поверхнею. Чавун обирають тому, що в процесі роботи він не полірується і зберігає шорсткувату поверхню, необхідну для затягування ядра і його плющення. Валки виготовляють рифлени-

ми і гладкими. Рифлення виконують по гвинтовій лінії з метою забезпечення рівномірного обертання (без ривків) валків.

Використовують наступні види вальцьових верстатів:

– однопарний плющильний вальцьовий верстат (рис 9, а);

– двопарний вальцьовий верстат, у якому верхня пара валків рифлена, нижня – гладка (рис 9, б);

– п'ятивальцьовий верстат ВР – 5 (рис 9, в).

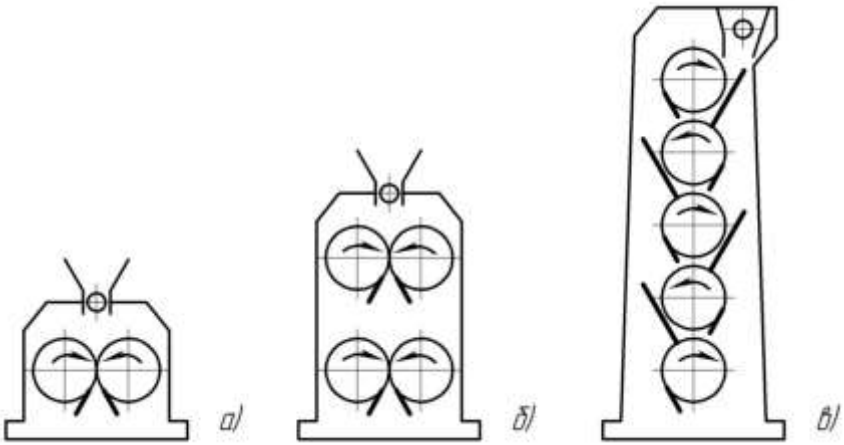


Рисунок 9 – Схеми конструкцій вальцьових верстатів: а) – однопарний; б) – двопарний; в) – п'ятивальцьовий: 1 – станина; 2 – валець; 3 – бункер завантажувальний; 4 – живильний валик.

Процес подрібнення матеріалу може здійснюватися за один або ж за два рази – попередньо й остаточно. Вибір одноразового або дворазового подрібнення визначається як розмірами продукту, що подрібнюється, так і його твердістю (міцністю).

Для попереднього, грубого подрібнення застосовують однопарні рифлені вальцеві верстати з горизонтально розміщеними валками (рис. 9, а). Опора одного з валків є нерухомою. Опора іншого може переміщатися для регулювання зазору між валками. Над робочими валками встановлений завантажувальний бункер з живильним валиком та регулювальним шибером.

Для подрібнення жмихової черепашки перед плющенням застосовують двопарний вальцьовий верстат (рис 9, б). У верстаті є дві пари горизонтально розташованих вальців, встановлених один над ін-

шим. Верхня пара валків складається з зубцюватих дисків, нижня – з рифлених валків.

Найбільш поширеними є вальцьові верстати з вертикальним розміщенням вальців, в основному п'ятивальцьові верстати типу ВР – 5 (рис 9, в).

Основні робочі органи верстата ВР-5 (рис 10) п'ять вальців 3 з вибіленого чавуна діаметром 400 та довжиною 1250 мм.

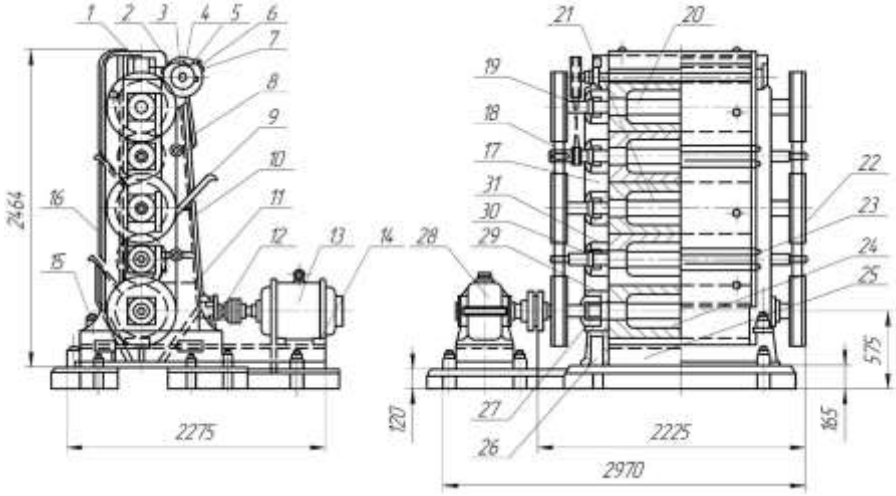


Рисунок 10 – Схема п'ятивальцевого верстата ВР-5:

1 – вставки; 2 – задня стінка живильного бункера; 3 – живильний валик; 4 – регулятор; 5 – пальці; 6 – передня стінка; 7 – регулювальний гвинт; 8 – важільний механізм; 9 – щит для напрямку руху матеріалу; 10 – щит корпуса; 11, 16 – ліві колони; 12 – пружна муфта; 13 – електродвигун; 14 – кріпильні болти; 15 – стяжний болт; 17, 26 – праві колони; 18, 22 – плоскі паси; 19 – пас; 20 – верхні валки; 23 – тиски; 21, 24 – нижні валки; 25 – фундаментна рама; 27 – роликовий підшипник; 28 – редуктор; 29 – корпус роликового підшипника; 30 – кульковий підшипник; 31 – корпус кулькового підшипника.

Кожен валок являє собою пустотілий циліндр, по осі якого запресовується сталевий вал. Надійність з'єднання чавунного валка і сталевого вала, що виключає можливе їхнє провертання один відносно іншого, забезпечується додатковою установкою шпонкового з'єднання на валу. На обох кінцях вала встановлені підшипники качання. Вибір

підшипників (дворядних сферичних на конічній у втулці) обґрунтований умовами роботи. Під час роботи валки лежать один на іншому вільно, а при проходженні матеріалу в зазорі між ними відбувається розсовування валків. Можливим також є відхилення осі ціпка від строго горизонтального положення. Положення нижнього ціпка (приводного) фіксоване. Кожен валок сприймає масу усіх вище лежачих валків, і найбільш навантажених нижніх ціпків. Тому його осі встановлені в дворядних роликових підшипниках.

Корпуси підшипників 1, називаються буксами та мають форму торця, близького до квадратного. Бічними поверхнями корпуса підшипники входять у направляючі вертикальних стійок 6 верстата. Чотири чавунні стійки кріпляться болтами по масивній чавунній плиті Таким чином, рухливість осей верхніх чотирьох валків у вертикальному напрямку забезпечується можливістю ковзання корпусів підшипників у направляючих стійок. Особливістю установки валків є розташування центрів їхніх осей не строго по одній вертикалі, а зі зміщенням убік на невелику величину (10-12 мм). Для цього з однієї сторони букси знімають шар металу, а на іншу сторону накладають пластину відповідної товщини. Напрямок зміщення для кожного валка змінюють послідовно. Така установка валків забезпечує більш плавну їх роботу і покращує захоплення валками подрібнювальних часток.

Звичайно верхні два валки роблять рифленими, а інші три нижніх – гладкими. Рифлі мають глибину 1,5 мм при восьми нитках на один дюйм і при куті стосовно утворюючої хитка 9 . Рифлені ділянки поверхні валка чергують із гладкими, і це дозволяє виключити вібрації рифленої пари при роботі. При експлуатації варто приділяти особливу увагу станові поверхні валків. Для цього валки раз у 2-4 місяці піддають шліфуванню на спеціальному верстаті. При цьому треба досягти строго циліндричної форми валків, так щоб у верстаті в зібраному виді місцевий зазор між суміжними валками не перевищував 0,06-0,09 мм.

Обертання валкам передається від індивідуального електродвигуна через муфту і двоступінчастий редуктор 4 з передаточним числом 6,4. Обертання від редуктора через муфту передається на нижній валок і від нього за допомогою плоскопасової передачі обертання передається третьому (середньому) і п'ятому (верхньому) валкам. Другий та четвертий валки обертаються за рахунок тертя з примусово обертовим першим, третім і п'ятим валками. При цьому частота обертання першого, третього і п'ятого валків складає 150 об/хв, а не при-

водні валки – другий і четвертий – за рахунок прослизання обертаються на 3 5 об/хв повільніше.

На валу четвертого валка мається шків, від якого за допомогою перехресної пасової передачі обертання передається на вісь живильного валика 5. Включення обертання валика виробляється за допомогою підйомного механізму, що приводить у зачеплення кулачкову муфту.

Живильний валик — одна з основних частин живильного пристрою, розташованого у верхній частині верстата. Чотири стійки верстата у верхній частині кріпляться між собою. Праві стійки з'єднані з лівими стійками у верхній, середній і нижній частинах стяжними болтами. Передні стійки з'єднані з задніми за допомогою вставок 2. Живильний бункер, що складається з передньої і задньої стінок, змонтований у верхній частині передніх стійок. Бічними стінками живильного бункера є верхні частини передніх стійок. Усередині живильного бункера розташовані живильний валик, установлений на шарикопідшипниках з регульованим гвинтами шибером. Ширина щілини між живильним валиком і шибером регулюється двома гвинтами, що може привести до перекосу шибера і відповідно до нерівномірної подачі матеріалу і зниженню якості помелу на верстаті.

В даний час замість п’ятивальцевого верстату ВР-5 стали випускати вальцьовий верстат Б6-МВА.

У конструкції верстата (рис 11) можна виділити наступні основні складові частини:

- станину, що складається з плити-основи *8* та колон *1* і *4*, призначену для установлення основних вузлів верстата;

- живильник *3*, що призначений для подавання й рівномірного-розподілення по всій довжині першого міжвальцьового проходу ядра

олійного насіння, яке подається на подрібнювання;

- механізми робочих органів, які призначені для подрібнювання ядра олійного насіння. Вони складаються з чотирьох розташованих один під одним вальців *11* діаметром 400 мм і робочою довжиною 1250 мм із підшипниками, що спрямовують листи *5*, шкребків *10*, механізму регулювання міжвальцьового зазору *6*, пружинного пристрою *2*;

- привод, що складається з двох електродвигунів *12* (лівого і правого), натяжний пристрій *7* і поліклинові паси *9*.

Передачі й обертові вальці закривають огородженнями, що є елементом техніки безпеки роботи на верстаті.

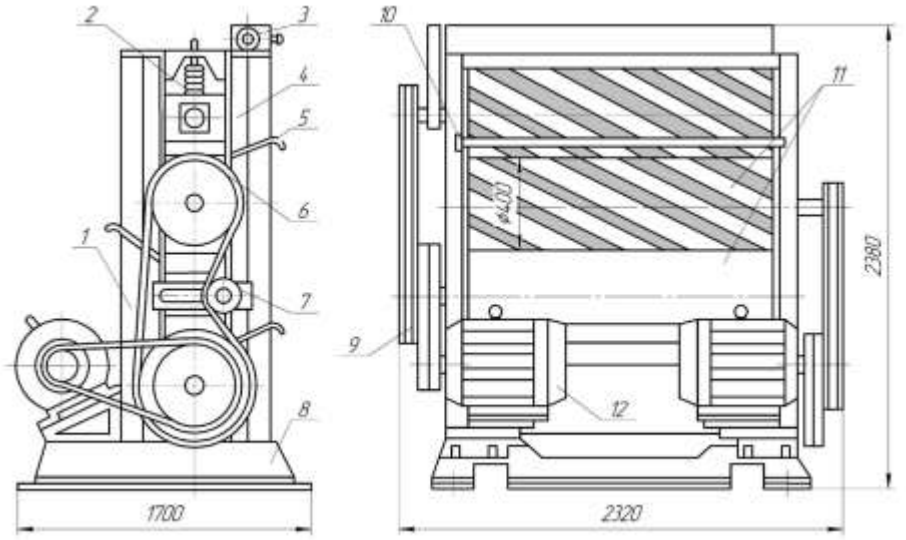


Рисунок 11 – Вальцьовий верстат Б6-МВА:

1,4 − колони; 2 − пружинний пристрій; 3 − живильник; 5 – листи; 6 – міжвальцевий зазор; 7 – натяжний пристрій; 8 – плита-основа; 9 – поліклинові паси; 10 – шкребок; 11 – вальці; 12 – електродвигуни.

Принцип роботи вальцьового верстату полягає в наступному. Олійний матеріал, що подається на подрібнення валковим живильником діаметром 120 і довжиною 1230 мм, який обертається з частотою 68,7 об/хв, розподіляється на направляючий лист першого міжвальцевого проходу.

Перша (верхня) пара валків виконана рифленою і має диференціал частоти обертання валків (1-й верхній валок 229 об/хв, 2-й валок - 239 об/хв), що дозволяє ефективно проводити попереднє подрібнення вихідного олійного матеріалу.

Подальше подрібнення проводиться при проходженні матеріалом послідовно міжвалкових зазорів другого і третього проходів. Нижні два валки гладкі, обертаються з однаковою частотою (244 об/хв.). Робочі міжвальцеві зазори можна регулювати за допомогою клинового механізму, який розташований між корпусами підшипників валків.

Прийнято послідовно зменшувати величину міжвальцевого зазору по ходу руху матеріалу у верстаті.

Продукт, що налипає на валки, зчищають спеціальними шкребками. Подрібнений продукт (**м'ятку**) після останнього (третього) проходу за допомогою двох направляючих щитків виводять з верстата.

Особливості експлуатації верстата полягають у наступному.

Для керування верстатом мається спеціальний пульт. При пуску верстата послідовно виключають живлення пульта керування, потім включають електродвигуни верстата і після цього включають подачу насіння, відрегулювавши за допомогою живильника надходження їх з бункера рівномірним потоком по всій довжині валка. Зупинку верстата роблять у зворотному порядку.

Обов'язковим при роботі верстата є наявність кріплення огороджень, що знаходяться в належному технічному стані.

6.3 Технологічне обладнання для витягування олії

Витягування олії з м'ятки здійснюється методами пресування, екстракції або їхнім сполученням, у залежності від обсягу виробництва і складу технологічної лінії.

На сучасних малих підприємствах найчастіше використовується метод пресування з одержанням підсмаженої або сиродавленої олії. Метод екстракції через свою високу вартість економічно вигідний тільки на великих виробництвах.

6.3.1 Технологічне обладнання для попереднього витягування олії

У деяких технологічних лініях передбачене попереднє подрібнення м'ятки перед процесом її обсмажування. Це здійснюється в апаратах, які мають назву **форшнеки**

Форшнек КЯ (рис 12) складаєься із труби, у якій розміщений шнек. Шнек складається з двох частин: транспортувальної (цілі витки) пресувальної (з розривними витками і з вирізами на витках). Транспортувальний шнек заповнюється м'яткою цілком. У процесі переміщення м'ятки по шнеку вона обробляється парою, яка подається через форсунки у верхній частині транспортувального шнека. Зволожена і підігріта м'ятка надходить у пресувальну частину шнека, де піддається пресуванню під невеликим **тиском (0,1…0,2МПа)** та інтенсивному

перемішуванню завдяки переходу часток м’ятки через вирізи у витках шнека. Олія протікає через зеєри та видаляється з преса шнеком. Даним апаратом досягається витягувати до **70%** олії.

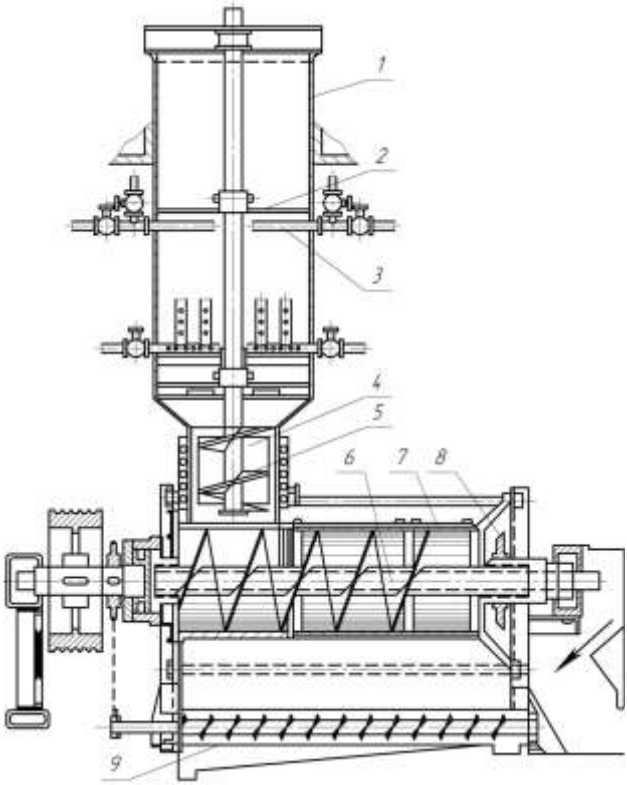


Рисунок 12 – Схема форшнека КЯ:

1 – бункер; 2 – форсунки подачі пари; 3 – ножі-мішалки; 4 – патрубок; 5 – шнек-живильник; 6 – вал шнековий; 7 – зеєрний циліндр; 8 – регулюючий конус; 9 – шнек для видалення олії.

6.3.2 Обладнання для теплової обробки м’ятки

Олія, адсорбована у виді тонких плівок на поверхні часточок здрібненого ядра, утримується значними поверхневими силами. Для ефективного витягу олії необхідно цей зв'язок послабити. Для цієї мети служить гідротермічна (волого-теплова) обробка м’ятки – приготування **мезги** або **обсмажування**. При зволоженні і наступній тепловій обробці м’ятки слабшає зв'язок ліпідів з не ліпідною частиною насіння

– з білками і вуглеводами, і олія переходить у відносно вільний стан, його в'язкість помітно знижується. Потім м’ятку нагрівають до більш високої температури, її вологість при цьому знижується, і одночасно відбувається часткова денатурація білків, що змінює пластичні властивості м’ятки. Так під дією вологи і тепла м’ятка змінює свої фізико-хімічні властивості і перетворюється в мезгу.

У виробничих умовах процес готування мезги складається з наступних операцій:

– зволоження м’ятки і підігрівання її до температури 60^0С. Вологість м’ятки після зволоження (для соняшника) повинна бути не вище 8…9%;

– нагрівання до 105^0С та висушування м’ятки. Кінцева вологість готової мезги (для соняшника) досягає *5…6%*

Мезга з такими характеристиками забезпечує ефективний попереднє віджимання олії. Для остаточного віджимання параметри мезги повинні бути іншими (кінцева вологість *3…4%,* температура *110…120^{0}С).*

Для приготування мезги застосують жаровні – чанні, барабанні та шнекові. На даний час найбільш поширеними є чанні жаровні, які можуть складатися з 6 або 5 чанів.

За конструктивними ознаками жаровні можна поділити на три групи:

– жаровні з підігріванням тільки днищ;

– жаровні з підігріванням днищ і внутрішнього парового кільця у верхньому чані:

– жаровні з підігріванням днищ і бічних стінок.

Щоб забезпечети безперервну роботу чанної жаровні обсмажування м’ятки розбивається на декілька етапів, кожний з яких здійснюється в окремому чані. Для цього і використовують багаточанові жаровні, типу Ж – 68.

Жаровні мають вертикальний ряд чанів з паровою сорочкою і єдиним залом з мішалками (рис. 13). Пара подається в парову сорочку чанів під тиском до 0,7 МПа.

До жаровень безперервної дії відносять барабанні жаровні.

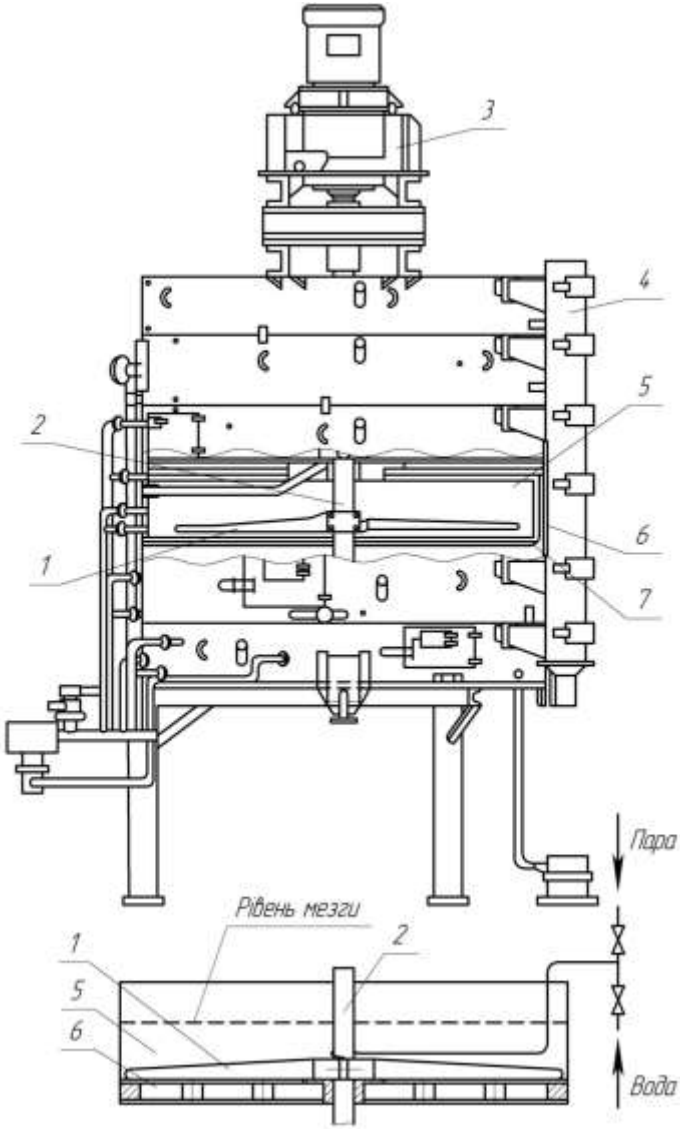


Рисунок 13 – Жаровня Ж – 68:

1 – лопата ножа мішалки; 2 – вал жаровні; 3 – привід жаровні; 4 – аспіраційна трубка; 5 – днище чана; 6 – чан; 7 – парова сорочка днища і стінок чана.

6.3.3 Шнекові преси для витягування олії

Шнековий прес (рис.14) складається з рознімного східчастого циліндра 2 і шнекового вала 3. Стінки циліндра виконані зі сталевих пластин, покладених у каркасі циліндра так, що між пластинками маються вузькі щілини для виходу відпресованої олії. Шнековий вал складається з окремих гвинтових ланок, за довжиною розділених проміжними циліндричними або конічними кільцями. Мезга надходить у приймальну частину східчастого циліндра через живильник 1, захоплюється там витками шнека 4 і переміщається уздовж його до вихідного отвору.

Максимальний тиск, що розвивається шнековим пресом, досягає 30 МПа**,** ступінь ущільнення (стиску) мезги зростає в 2,8…4,4 рази**,** тривалість перебування мезги в шнековому каналі під тиском залежить від типу преса і коливається в межах від 78…225с**.**

Шнекові преси поділяються на три групи:

– преси для попереднього витягування олії (форпреси) ФП, МП;

– преси для остаточного витягу олії (експелери) ЕП, МД, МПЕ;

– преси подвійної дії (попереднє і остаточне витягування олії здійснюється в одній машині) МПЕ – 2, МП – 21.

Олійний прес МП-68 – шнековий прес, що має геометричні розміри робочих органів (шнекового вала і зеєрного циліндра), що збігаються з аналогічними розмірами преса ФП.

Прес МП-68 (рис.14) складається з наступних вузлів.

Станина 14 виконана литою; її опорні стійки з'єднані між собою звареними трубами і двома швелерами. На станині з боку виходу макухи укріплений корпус завзятого підшипника шнекового вала.

Шнековий вал. Дев'ять окремих шнекових витків 6 і перехідних кілець 8, зібраних на осі вала і стягнутих кінцевою гайкою та зеєрний циліндр 9 не відрізняються від аналогічних вузлів преса ФП. Вісь шнекового вала спирається на радіальні сферичні дворядні підшипники 16, що змонтовані на станині. Обертання шнековому валу передається від вала редуктора за допомогою запобіжної хрестової муфти 3, одна з напівмуфт якої встановлена на осі шнекового вала. Запобігання преса від поломок при перевантаженнях відбувається шляхом зрізання штифтів муфти. Поруч з напівмуфтою на осі шнекового вала закріплена зірочка 4 ланцюгової передачі привода обертової тічки живильника 5 преса.

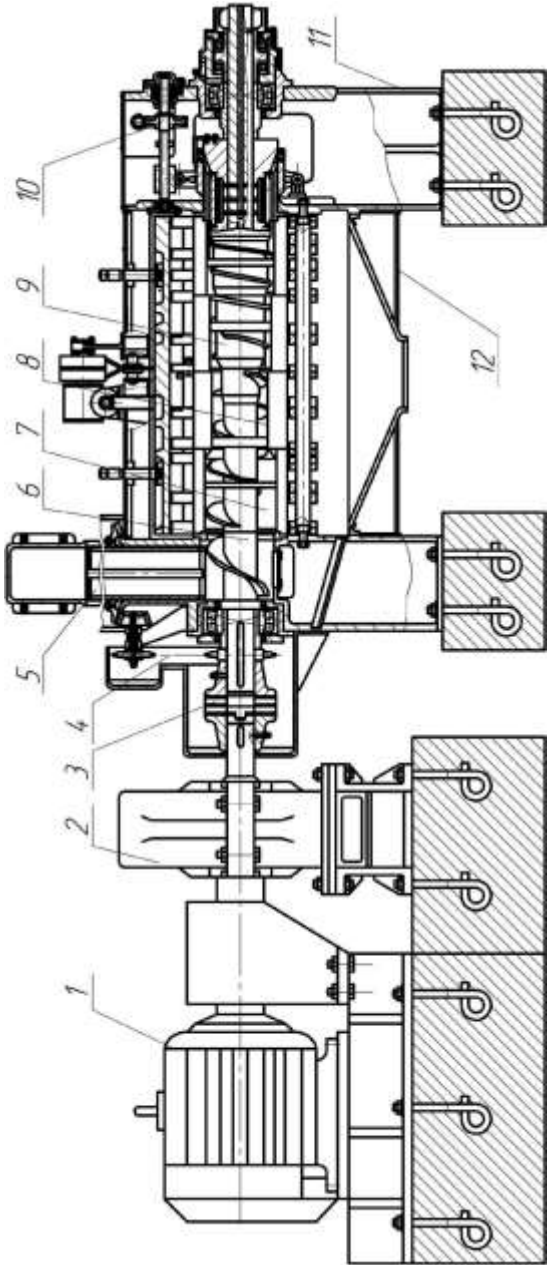


Рисунок 14 – Олійний прес МІІ-68

Зеєрна камера. Зеєрна камера 9 складається з двох половин, що мають вертикальне рознімання, шарнірне з'єднання знизу і клинове з'єднання зверху. Це разом з лебідкою полегшує розкриття і закриття зеєрної камери. Усередині камери є спеціальні ножі з виступами, що перешкоджають провертанню мезги разом зі шнековим валом.

Живильник. Живильник 5 являє собою обертову трубу з нерухомими шкребками, що очищають стінки від налиплого матеріалу. Зверху корпус живильника закріплений до нижнього чана жаровні. Обертання трубі передається через ланцюгову передачу і пару конічних шестірень, одна з яких насаджена на обертову тічку.

Механізм для зміни товщини макухи на виході з преса. Механізм 10 розміщений у корпусі станини. Для зміни величини зазору для виходу переміщається кільце підоймовою системою, що через черв'ячну передачу приводиться в рух штурвалом, винесеним на зовнішню сторону преса. Мається спеціальний покажчик зі стрілкою для встановлення необхідного зазору між кільцем і конусом.

Пристрій для збору олії 15 складається зі зливального листа і збірника олії і закріплений між передньою і задньою стійками станини на швелерах.

Привод олійного пресу. Цей привід включає електродвигун 1 і редуктор 2, що з'єднані муфтою 3. Електродвигун трьохшвидкісний; змінюючи число його полюсів, можна одержати різну частоту обертання.

Олійний прес ЕТП-20 виготовляється фірмою СКЕТ (ФРН). Цей олійний прес є шнековим пресом і здатний працювати, як у режимі форпресування, так і в режимі однократного остаточного пресування. Це забезпечується зміною геометрії шнекового вала шляхом зміни комплекту шнекових витків (при цьому змінюються зазори між зеєрними пластинками), а також зміною частоти обертання шнекового вала від 25-32 до 5-9 об/хв шляхом заміни шестірень редуктора. Особливістю преса ЕТП-20 є подовжений зеєр (до 1800 мм), що має два діаметри (на живильній стадії 250 мм і 200 мм на інших чотирьох стадіях). Шнековий вал можна підігрівати або охолоджувати шляхом подачі відповідного агента (пари або води) у наявний у ньому канал. Ширина вихідної щілини преса регулюється конусом, що переміщається від механічної передачі, що зв'язується зі шнековим валом. Для подачі мезги в прес мається шнековий живильник із самостійним приводом через варіатор.

Прес ЕТП-20 йде в комплекті із шестичанною жаровнею Ж-230/6.

Олійний прес РЗ-МОА входить до складу олієвіджимного агрегату РЗ-МОА, що включає один прес, семичанну жаровню з діаметром чанів 3000 мм і кран-укосину. Високопродуктивний олієвіджимний агрегат має підвищені габаритні розміри 8330 х 5400 х 3910 мм, а також масу 38 т. Олійний прес має габаритні розміри 1420 х 5400 х 1470 мм і масу 8,2 т. Велика маса вузлів і деталей олієвіджимного агрегату, потребує проведення демонтажу (монтажу) при технічному обслуговуванні і ремонтах послужили підставою для включення до складу агрегату крапу-укосини. Особливості олійного пресу РЗ-МОА: застосування шнекового живильника з приводним електродвигуном 10 кВт; здійснення нового технічного рішення механізму регулювання товщини макухи (цей механізм універсальний – він може бути змінений на матрицю і забезпечувати гранулювання макухи). Олійний прес обладнаний збірним шнеком олії і зеєрною камерою, що приводиться в дію від шнекового вала.

Розбирання напівциліндрів зеерної камери механізовані і виконуються двома робітниками за 20 хв.

Високопродуктивний олійний прес РЗ-МОА перевершує прес МП-68 за питомими показниками:

– продуктивністю на одиницю площі цеху в 1,87 рази;

– споживання електроенергії на 1 т переробленого насіння у 1,24 рази;

– металоємність на 1 т переробленого насіння у 1,74 рази;

– технічна продуктивність на 1 працюючого в 2 рази.

Для сучасного малого виробництва з одержанням сиродавленої рослинної олії при порівняно невеликих енерговитратах (100…150 Вт/кг) і високому відсотку виходу готового продукту (40... 42% при вихідної олійної сировини 47... 49%)можна використовувати технологічну лінію виробництва рослинної олії з продуктивністю по насінню соняшника до 190кг/год із займаною площею до 80м^2 .

Насіння соняшника з автотранспорту надходять у приймальний бункер (рис.15). За допомогою норії 2 сировина засипається в інший бункер 3, звідкіля через дозатор 4, транспортером направляється в сепаратор з магнітною пасткою 5, де насіння очищається від бур'янистих домішок і витягаються металеві предмети. Далі сировину подають

на сорочку 6 для обрушення насіння і повторного очищення їх від домішок у сепараторі.

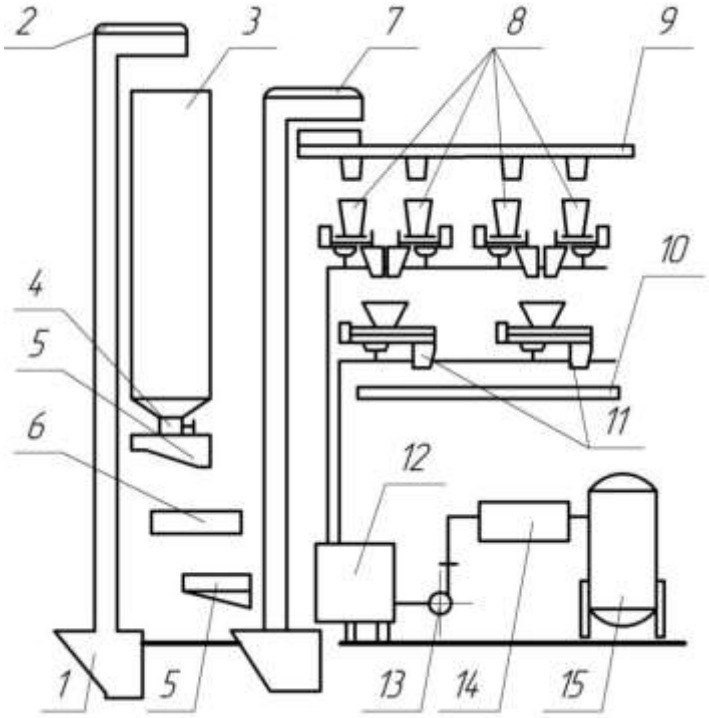


Рисунок 15 – Схема лінії виробництва сиродавленої олії:

1 – приймальний бункер; 2, 7 – норії; 3 – бункер місткістю 25м^3; 4 – дозатор; 5 – сепаратор з магнітною пасткою; 6 – насіннєрушка; 8 – екструдери первинного віджиму; 9 – роздавальний шнек; 10 – транспортер для видалення гранул; 11 – преси остаточного віджиму; 12 – бак-нагромаджувач; 13 – насосна установка; 14 – фільтр; 15 – бак-відстійник.

Очищена сировина за допомогою норії 7 надходить на шнековий роздавальник 9 для транспортування до чотирьох екструдерам 8 первинного віджимання. На кінці роздавального шнека мається спеціальний отвір, через яке надлишки сировини по жолобу повертаються до норії 7. Олія одержувана в екструдерах первинного віджимання, по трубопроводу направляється в бак-нагромаджувач (збірник олії) 12, а

кормові гранули – на преси остаточного віджимання 11 для витягу з них залишків олії, що потім надходить також у збірник олії. Рівень олії в ньому регулюється автоматично за допомогою спеціального датчика і насоса. По мірі наповнення збірника олії, олія, проходячи через фільтр, перекачується в баки-відстійники 15, обладнані для прискорення процесу відстоювання пристроєм для підігріву з автоматичним регулюванням температури. Після відстоювання готовий продукт зливається в ємність для відвантаження споживачам. При необхідності відстоювання можна піддати вторинній переробці в екструдерах первинного віджимання. Обслуговують лінію шість чоловік.

ЛЕКЦІЯ 7
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ХЛІБОПЕКАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

7.1 Класифікація машин та обладнання даної групи машин.
7.2 Механізація підготовки сировини до виробництва.
7.3 Технологічне обладнання для приготування тіста.
7.4 Тістоділильні машини.
7.5 Обладнання для формування тіста.
7.6 Обладнання для вистоювання тіста і хлібопекарські печі.

7.1 Класифікація машин та обладнання даної групи машин

Хліб – продукт повсюдного і повсякденного споживання. Історія його виробництва налічує тисячоліття. У Швейцарському музеї в Цюріху зберігається круглий хлібець, знайдений археологами при розкопках. Його вік більше ніж 6000 років.

Хлібопекарське виробництво розвивалося від простих прісних коржиків, ремісничою хліботехнікою до індустріального виробництва. Нині хлібопекарське виробництво є одним з найбільш розвиненої галузі харчової промисловості.

Хлібозаводи оснащені новою, досконалою технікою, з високим ступенем механізації і автоматизації технологічних процесів. Широко впроваджуються потокові лінії по виробництву хлібобулочних, бубличних, борошняних кондитерських і інших виробів.

Механізовані засоби хлібопекарського виробництва можна розділити на наступні групи:

1) Технологічне обладнання для транспортування і зберігання сировини.
2) Обладнання для підготовки і формування сировини (сита, дозатори, фільтри, просіювачі).
3) Технологічне обладнання для приготування тіста (тістомісильні машини).
4) Технологічне обладнання для обробки тіста:
   - тістоділильні машини;
   - тістоокруглювальні машини;
   - тістозакачувальні машини.
5) Технологічне обладнання для вистоювання тіста:
   - попереднє вистоювання;
   - остаточне вистоювання.

6) Технологічне обладнання для випікання хліба (хлібопекарські печі).

Сучасне виробництво хлібобулочних виробів може бути представлене схемою рис. 1.

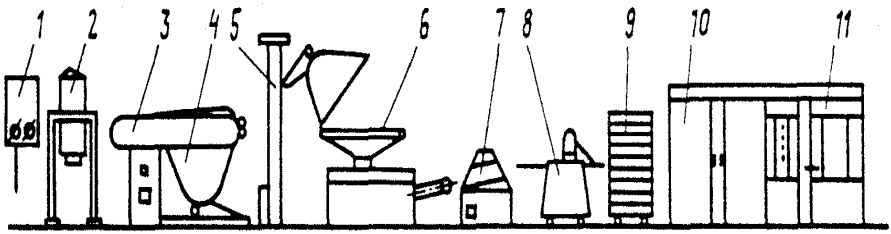


Рисунок 1 – Схема лінії виробництва хліба:

1 – дозатор-регулятор температури води; 2 – просіювач борошна; 3 – тістомісильна машина; 4 – три підкатні діжі; 5 – діжевивантажувач; 6 – тістоділильна машина; 7 – тістоокруглювальна машина; 8 – формувальна машина; 9 – контейнер з комплектом з чотирьох листів; 10 – шафа для вистоювання тіста; 11 – конвекційна піч.

Технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів передбачає в цілому виконання наступних операцій:

1. Транспортування та зберігання зерна.
2. Підготовка сировини до виробництва:

2.1 підготовка борошна (просіювання, змішування, аерація, фільтрація);

2.2 підготовка води (нагріваючи, фільтрація);

2.3 приготування розчинів (сольовий, дріжджовий, цукровий, жировий і др);

2.4 дозування компонентів (дозатори для рідких і сипких компонентів).

3. Заміс тіста:

3.1 приготування тіста (опари);

3.2 бродіння тіста.

4. Приготування (оброблення) тіста:

4.1 тістоділильні машини;

4.2 тістоформувальні машини (тістоокруглювальні і тістозакачувальні).

5. Вистоювання тіста:

5.1 підготовка форм (подів) і укладання тіста у форми (на під);

5.2 завантаження в вистоювальні шафи та вистоювання.

6. Випічка хлібобулочних виробів:

6.1 підготовка хлібобулочних виробів до випічки (змазування, надрізка тощо);

6.2 завантаження в піч та випічка;

6.3 виймання готової продукції з печі.

7. Експедиція:

7.1 охолодження випечених хлібобулочних виробів;

7.2 фасування та укладання на лотки (у контейнери);

7.3 дозрівання хліба;

7.4 транспортування на реалізацію.

Всі перераховані операції випікання хлібобулочних виробів мають однаково важливе значення для отримання високоякісної продукції.

7.2 Механізація підготовки сировини до виробництва

Підготовка сировини до виробництва.

Для приготування якісного тіста необхідно належним образом підготувати сировину (борошно, воду, дріжджі, сіль, цукор, жири).

Борошно підігрівають, просівають та змішують в певних співвідношеннях згідно рецептурі.

Вода: її підігрівають **27…30 ^{0}С** згідно рецепту. Змішують з борошном.

Дріжджі: перед внесенням розводять у воді і додають *до* **2,5%** від маси борошна.

Сіль: заздалегідь розчиняють у воді, фільтрують, відстоюють і дозують за об'ємом в кількості *до* **1,5 %** від маси муки.

Цукор: розчиняють у воді, фільтрують і вносять в дозі до **20%** до маси тіста.

Жири: фільтрують і дозують до **13%** до маси борошна.

7.2.1 Зберігання і транспортування борошна

В даний час в хлібопекарському виробництві застосовують два способи зберігання і транспортування борошна: тарний (у мішках) і без тарний (насипом).

Безтарний спосіб застосовується на хлібопекарських підприємствах середньої і великої потужності.

Для безтарного зберігання муки використовують склади закритого і відкритого типу. У першому випадку ємкості для зберігання борошна встановлюють в закритому приміщенні, в другому – під легким навісом на відкритому повітрі. Рекомендується використовувати закриті склади.

Тарний спосіб застосовується на малих і середніх хлібопекарських підприємствах. Зберігають мішки з борошном в штабелях, кожна партія (сорт) окремо у міру надходження при висоті укладання не більше 8 – 12 мішків.

Для транспортування борошна використовують різні механізми залежно від способу зберігання борошна та обладнання, що використовується.

Рисунок 2 – Класифікація устаткування для транспортування борошна.

Механічне транспортування борошна базується на використанні ланцюгових і гвинтових транспортерів, норій, стрічкових транспортерів, візків і ін. механізмів і застосовується при відносно невеликих відстанях між машинами.

До недоліків механічного транспортування відносяться складність конструкції і монтажу устаткування, їх очищення і вірогідність появи шкідників.

Найбільш прогресивним способом транспортування борошна є використання пневмотранспорта, який характеризується герметичніс-

тю, можливістю переміщення сировини по складній траєкторії і здібністю до повної автоматизації процесу.

Основними елементами аерозольно-транспортних установок (рис. 3) є живильник, продуктопровід, віддільники, перемикачі (заслінки, засувки), повітрянонагнітальна машина (компресор). Транспортуюча можливість таких установок досягає **200кг борошна на 1кг повітря**.

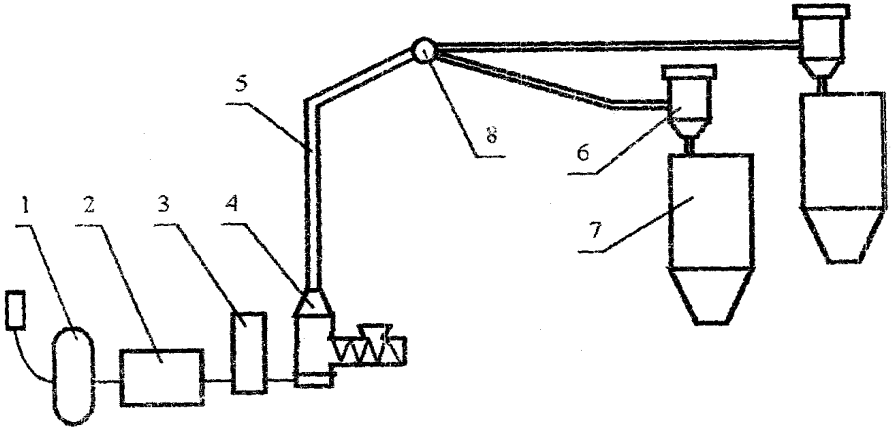


Рисунок 3 – Схема аерозольно-транспортної установки:

1 – компресор; 2 – ресивер; 3 – оліє-водовідділювач; 4 – живильник; 5 – продуктопровід; 6 – відділювач; 7 – бункер; 8 – перемикач.

Для зберігання борошна на складах безтарного зберігання застосовують сталеві ємкості (бункери), які відрізняються формою, розмірами і ємкістю.

Бункери можуть бути прямокутними і циліндричними. Найбільшого поширення набули циліндричні бункери (рис. 4), що складаються з циліндричної і конічної частин з листової сталі. Конусна частина бункера нахилена під кутом $\mathbf{60^0}$ до горизонту. Для створення змішувача борошна і повітря необхідної концентрації і подальшого транспортування в аерозольних транспортних установках використовують живильники: шлюзові (роторні) (рис. 5) і шнекові (рис. 6).

Шлюзові живильники відносно прості по конструкції, мало габаритні і мають невелику масу. Основною перевагою шлюзових живильників є малі витрати енергії на привід.

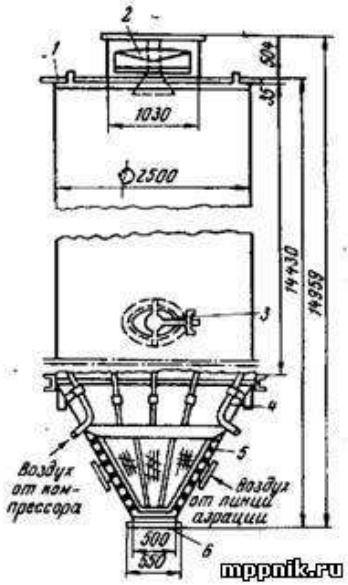


Рисунок 4 – Схема циліндрового бункера ХЕ – 160:

1 – загрузочний патрубок 2 – фільтр; 3 – люк; 4 – труби для подачі стислого повітря; 5 – пористе днище; 6 – випускний патрубок

Основним недоліком – великі втрати стислого повітря через нещільність.

Шнекові живильники мають відносно низькі втрати повітря *(**до 10 – 15%**)*. Основним недоліком шнекових живильників є висока енергоємність.

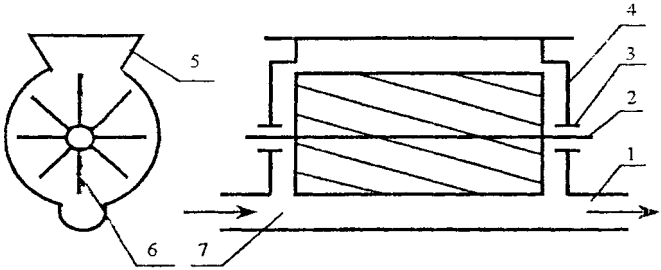


Рисунок 5 – Схема шлюзового живильника:

1 – патрубок виходу суміші; 2 – вал; 3 – підшипники; 4 – торцева кришка; 5 – завантажувальна горловина; 6 – лопастний ротор; 7 – патрубок підведення повітря.

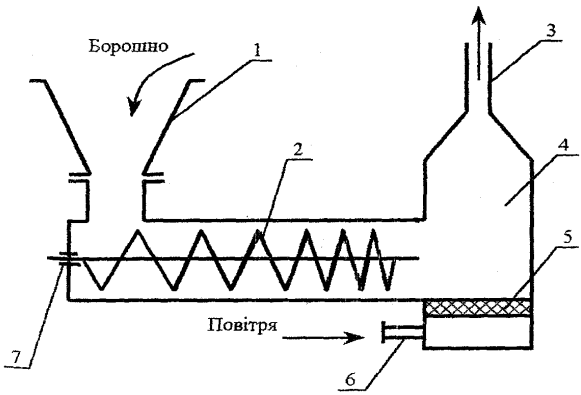


Рисунок 6 – Схема шнекового живильника:

1 – завантажувальна горловина; 2 – шнек; 3 – вихідний патрубок; 4 – камера змішування; 5 – пориста перегородка; 6 – патрубок подачі повітря; 7 – підшипникова опора; 8 – електродвигун.

7.2.2 Технологічне обладнання для змішування і просіювання борошна

На хлібопекарські підприємства борошно поступає різної якості. Не завжди доцільно пускати у виробництво кожну партію борошна окремо. Наприклад, з пшеничного борошна з дуже слабкою клейковиною при звичайному веденні її в технологічний процес неможливо отримати тісто і хліб хорошої якості. Тісто виходить розпливчатим, хліб погано пропікається. Із борошна з міцною клейковиною виходить щільний хліб, малого об'єму, з поганою пористістю. Щоб поліпшити хлібопекарські якості слабкого борошна, його змішують з борошном, що має сильну клейковину.

При використанні аерозольного транспорту, борошно змішується під час транспортування. При тарному зберіганні борошна застосовують борошнозмішувачі – дозатори та борошнозмішувачі.

Борошнозмішувачі – дозатори здійснюють два процеси: дозування борошна різних партій або сортів і змішування отриманих доз. Борошнозмішувачі – дозатори є машинами безперервної дії.

Борошнозмішувачі здійснюють лише один процес – змішування заздалегідь зважених окремих порцій борошна, що володіють різними

хлібопекарськими якостями. Ці машини бувають тільки періодичної дії.

На рис. 7 представлена класифікація обладнання для змішування борошна.

Рисунок 7 – Класифікація машин для змішування борошна.

Просіювальні машини призначені для очищення борошна від сторонніх домішок (обривків шпагату або ниток, волокон від мішків, грудок борошна тощо).

Одночасно з просіюванням борошна відбуваються його розпушування та аерація, що сприяє кращому поглинанню вологи при замісі, покращує умови бродіння тіста та робить хороший вплив на вихід і якість хліба. При просіюванні борошно подається на рухоме сито, ковзає по ситовому полотну і проходить крізь його отвори; при цьому крупніші домішки залишаються на ньому і потім виводяться назовні. Частинки продукту, які не пройшли через отвори сита, називаються **сходом**, а які пройшли – **проходом**.

Таким чином, процес просіювання – це механічне розділення продукту за допомогою сита на дві частини, основне призначення якого – відділення сторонніх домішок з борошна. Просіювання борошна проводять за допомогою рухомих плоских, барабанних або циліндрових сит, що обертаються, або нерухомих.

Малогабаритні просіювачі для борошна барабанного типу, виготовляють в двох варіантах:

– з горизонтальним розміщенням ситового барабана;

– з вертикальним розміщенням ситового барабана.

Для нормальної роботи просіювальних машин необхідно дотримуватись наступних умов:

– подавати борошно на сито рівномірно;

– очищати сита не менше одного разу за зміну;

– стежити за станом сит і при виявленні пошкодження або ослаблення натяжки замінювати їх справними;

– стежити за щільним приляганням до корпусу знімних щитків щоб уникнути розпилювання борошна;

– очищати внутрішню поверхню машини від борошняного пилу не рідше за один раз на тиждень.

Загальні вимоги, що пред'являються до конструкції просіювача, зводиться до наступного. Конструкція машини повинна забезпечувати зручність обслуговування, легкість знімання сит, герметичність корпусу, легкість розбирання при ремонті і безпеку роботи обслуговуючого персоналу.

7.2.3 Машини і устаткування для дозування компонентів

Основне призначення дозаторів – забезпечення відмірювання заданої кількості матеріалу (або підтримка заданої витрати компоненту) з відповідною точністю.

До дозаторів пред'являють наступні вимоги:

– задана точність дозування компонентів;
– висока продуктивність;
– висока надійність роботи;
– можливість регулювання дозування компонентів.

У хлібопекарському виробництві, де використовується дозування декількох різних видів сировини, раціональніше застосовувати багатокомпонентні пристрої дозувань.

Багатокомпонентне дозування можна здійснювати по наступних схемах:

– послідовне дозування компонентів в одному загальному дозаторі;

– паралельне дозування кожного компоненту в окремому спеціальному дозаторі (станції дозувань).

– комбіноване дозування.

Вибір схеми дозування залежить від умов і розмірів виробництва. По структурі робочого циклу дозування буває безперервним і порційним (дискретним), а за способом дозування – об'ємним і ваговим.

Класифікація дозаторів по структурі робочого циклу і конструктивним параметрам приведена на рис. 8.

Рисунок 8 – Класифікація дозаторів сипких і рідких компонентів

По рівню автоматизації дозатори бувають:

– з ручним управлінням;
– автоматизовані;
– автоматичні.

У автоматизованих і напівавтоматизованих дозаторах частина роботи оператора виконується за допомогою механізмів (автоматизовано). Автоматичні дозатори можуть працювати без втручання оператора як з розірваним так і з замкнутим контуром.

Об'ємні дозатори для сипких компонентів діляться (рис. 9) на: барабанні, тарілчасті, шнекові, стрічкові, вібраційні.

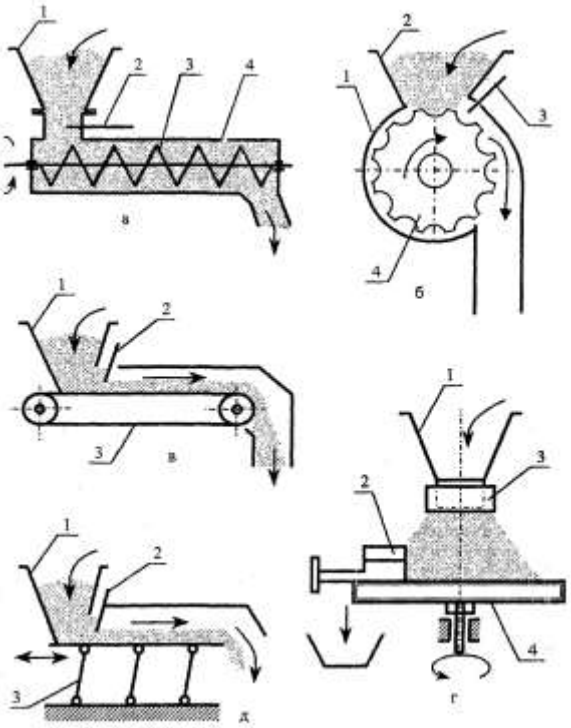


Рисунок 9 – Системи дозаторів об'ємного типу для сипучих компонентів:

а-шнековий: 1–бункер; 2 – дозуюча заслінка; 3–шнек; 4–корпус;

б-барабанний: 1–корпус; 2–бункер; 3– дозуюча заслінка; 4–барабан;

в-стрічковий: 1–бункер; 2– дозуюча заслінка; 3–стрічка;

г-тарілчастий: 1–бункер; 2–шкребок; 3–регулююча манжета; 4–тарілка;

д-вібраційний: 1–бункер; 2–регулююча заслінка; 3–гнучка опора.

Об'ємні дозатори для рідких компонентів можна поділити (рис. 10) на дросельні, барабанні, поплавкові, черпачкові, фіксованого рівня, електродні, стаканчикові, насос-дозатори (шестеренні, лопатеві, поршневі тощо).

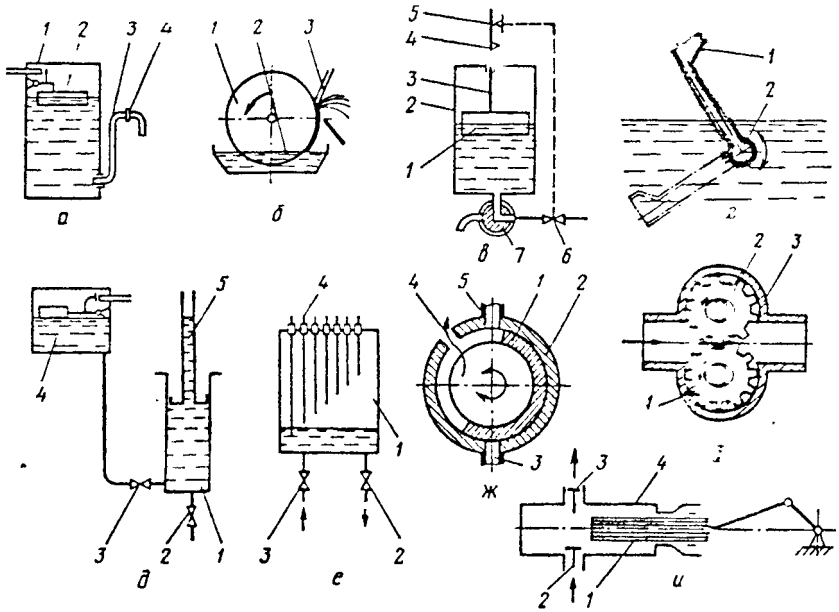


Рисунок 10 – Схеми дозаторів об'ємного типу для рідких компонентів:

а) – дросельний: 1 – ємність; 2 – поплавець; 3 – трубка; 4 – дросель;

б) – барабанний: 1 – барабан; 2 – ємність; 3 – шкребок;

в) – поплавковий: 1 – поплавець; 2 – ємність; 3 – стрижень; 4 – контакт рухливий; 5 – контакт нерухомий; 6 – електромагнітний клапан; 7 – триходовий клапан;

г) – ковшовий: 1 – ківш; 2 – трубка;

д) – фіксованого рівня: 1 – ємність; 2 – випускний клапан; 3 – впускний клапан; 4 – бачок постійного рівня; 5 – регулююча трубка;

е) – електродний: 1 – ємність; 2,3 – електромагнітний клапан; 4 – електроди;

ж) – стаканчиковий: 1 – обертовий стакан; 2 – корпус; 3,4,5 – отвори;

з) – шестеренний: 1,2 – шестірні; 3 – корпус;

і) – поршневий: 1 – поршень; 2 – усмоктувальний клапан; 3 – нагнітальний клапан

Об'ємні дозатори конструктивно найбільш прості, надійніші в роботі і тому набули найбільшого поширення в хлібопекарському виробництві.

7.3 Технологічне обладнання для приготування тіста

При приготуванні тіста розрізняють декілька фаз: заміс опари або закваски, їх бродіння, заміс тіста і його бродіння.

7.3.1 Класифікація способів приготування тіста

Спосіб приготування тіста вибирають залежно від вигляду і сорту борошна, що переробляється, її хлібопекарських властивостей, методу розпушування і вживаного устаткування.

1) Залежно від вигляду борошна розрізняють приготування тіста з **пшеничного** або **житнього** борошна.

2) Залежно від вигляду закваски розрізняють способи приготування тіста з **пшеничного борошна:**

- безопарний;
- опарний;

з житнього борошна:

- приготування тіста на головках;
- на квасах;
- на рідких заквасках.

Безопарний спосіб: всі інгредієнти, згідно рецептурі тіста, вносять одночасно при замісі.

Опарний спосіб: передбачає приготування тіста в дві фази: приготування опари і приготування тіста.

Головковий спосіб: головки – один з видів закваски з вологістю *48%,* яку вводять при замісі тіста.

Квасний спосіб: готують закваску, що називають квасом з вологістю **53...55%**. Дві третини квасу йде на заміс, а одна третина на отримання нового квасу.

Рідкі закваски. Тісто готують в дві фази: закваска тіста, закваска – це суміш борошняної закваски, борошна, води і молочнокислих бактерій – штамів.

3) Залежно від виду машин, які використовуються приготування тіста буває:

- порційним;
- безперервним (потоковим).

7.3.2 Класифікація тістомісильних машин

Для замісу тіста застосовують тістомісильні машини:

- періодичної дії;
- безперервної дії;
- тістоприготувальні агрегати.

Тістомісильні машини періодичної дії:

- зі стаціонарними діжами;
- з підкатними діжами.

Тістомісильні машини зі стаціонарними діжами – це машини, які мають конструкцію, подібну фаршемішалкам (рис. 11).

Діжа – це корито, дно якого має два напівциліндри. Заміс проводиться Z – образними лопатями, що обертаються в протилежні сторони. Лопаті можуть мати і іншу конфігурацію (парусообразні, пропелерні, якірні та ін.).

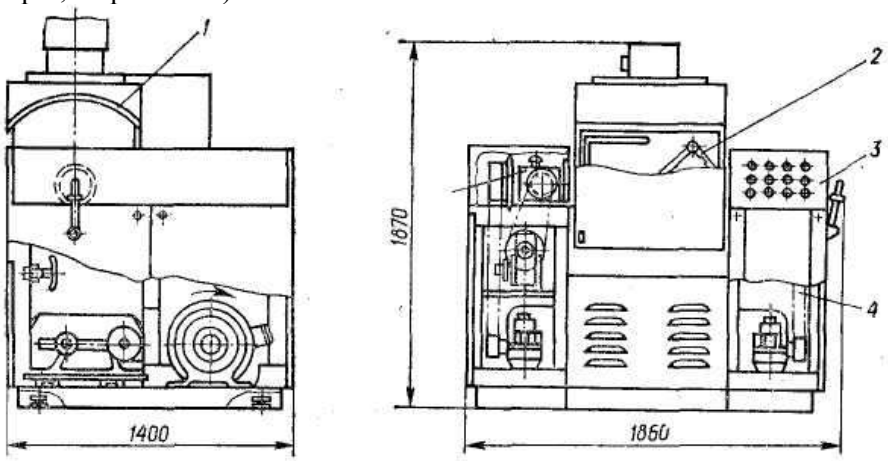


Рисунок 11 – Машина тістомісильна зі стаціонарною діжею:

1 – кришка; 2 – місильна ємність; 3 – пульт управління; 4 – тумба правого приводу органу мішалки; 5 – тумба лівого приводу органу мішалки і приводу повороту ємності.

Тістомісильна машина з підкатною діжою (рис. 12) складаються з приводу, місильного важеля (зігнутий вал з лопаттю) і діжі (чан на триколісному візку (330 л.)).

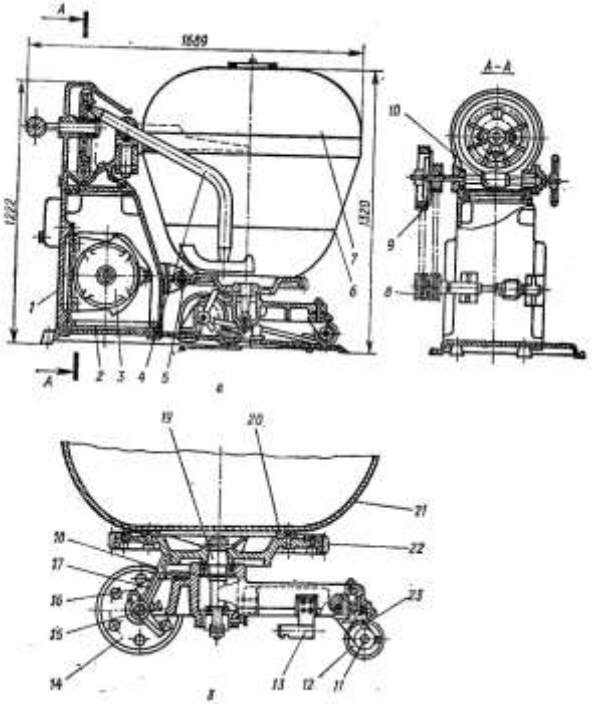


Рисунок 12 – Машина тістомісильна «Стандарт» (а – загальний вигляд; б – діжа):

1 – корпус машини; 2 – фундаментна плита; 3 – електродвигун; 4 – важіль мішалки; 5 – черв'ячний вал; 6 – діжа; 7 – кришка; 8 – клинопасова передача; 9 – фрикційна муфта; 10 – редуктор; 11 – вісь напрямного колеса; 12 – напрямне колесо; 13 – палець; 14 – ходові колеса; 15 – вісь ходових коліс; 16 – корпус візка; 17 – клямка важеля; 18 – пружина клямки; 19 – цапфа центральна; 20 – фланець чана; 21 – чан; 22 – черв'ячне колесо; 23 – кронштейн напрямного колеса.

Тістомісильна машина безперервної дії (рис. 13) є місильною камерою циліндрової форми з лопатевою мішалкою, в яку подають борошно, дріжджі, воду, сіль і інші компоненти. На виході внизу ка-

мера має вивантажний шнек для подачі тіста на тістоділильну машину.

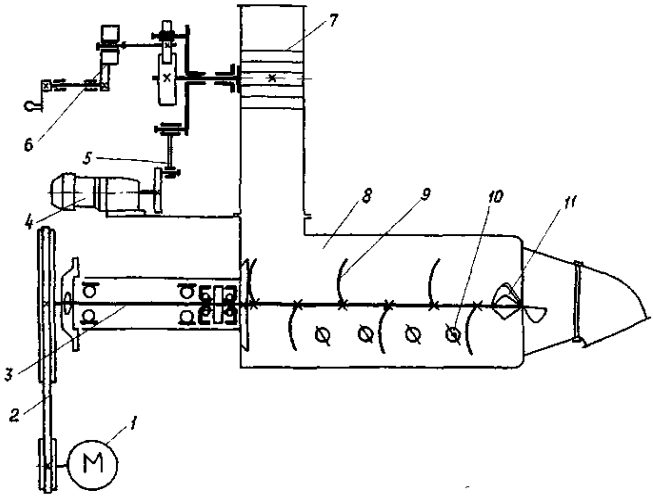


Рисунок 13 – Схема тістомісильної машини безперервної дії:
1 – електродвигун; 2 – клинопасова передача; 3 – місильний вал з лопатями; 4 – редуктор, 5 – шатун, 6 – механізм регулювання продуктивності, 7 – роторний дозатор борошна, 8 – місильна камера, 9 – лопать; 10 – гальмівна лопать, 11 – пластифікатор

Тістоприготувальні агрегати: складаються з 1 – дозаторів муки, води, дріжджів, 2 – опарної машини, 3 – тістомісильної машини.

7.3.3 Устаткування для бродіння тіста

Після замісу опара або тісто піддаються бродінню.

Всі пристрої для бродіння розділяються на дві групи:

1) пристрої для безперервного бродіння;
2) пристрої для порційного бродіння.

У пристроях першого типу при бродінні напівфабрикати перемішуються в ємкостях під дією маси або механічного збудника (мішалки). Для підтримки оптимальних параметрів ці ємності забезпечені кришками і водяними сорочками.

Пристрої для порційного бродіння виконуються у вигляді бункера, діжі з підігрівом.

7.4 Тістоділильні машини

Приготовлене тісто для подальших операцій технологічного процесу виробництва хліба і хлібобулочних виробів розділяють на шматки певної маси. Для розділення тіста на шматки однакових порцій застосовують тістоділильні машини.

7.4.1 Класифікація тістоділильних машин

У тістоділильних машинах закладений принцип **об'ємного дозування** (рис 14).

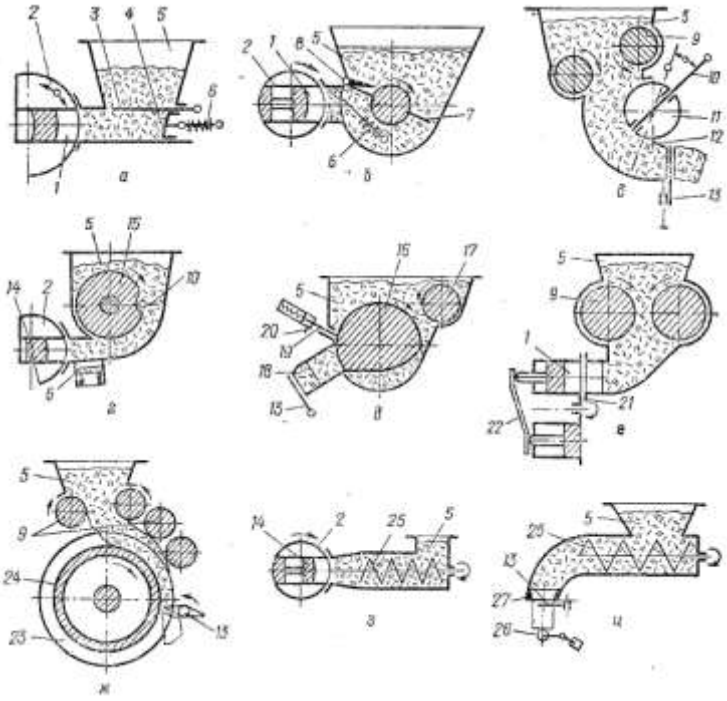


Рисунок 14 – Принципова схема тістоділильних машин:

а – з поршневим нагнітачем; б – лопатевим нагнітачем (мертво закріплена лопать) і ділильною головкою; в – з лопатевим нагнітачем (поворотна лопать коливається) і ділильною головкою; д – машина з роторним нагнітачем без ділильної головки; е – з валковим нагнітачем і ділильною головкою; ж – з валковим нагнітачем і прокочувальним пристроєм без ділильної голівки; з – з шнековим нагнітачем і ділильною головкою; и – з шнековим нагнітачем без ділильної головки.

1 – мірна камера; 2 – ділильна головка; 3 – заслінка; 4 – нагнітаючий поршень; 5 – приймальна воронка; 6 – стабілізатор тиску; 7 – нагнітаюча лопать; 8 – відсікаюча демпферна заслінка; 9 – нагнітаюча лопать; 10 – коливальна лопать; 11 – поворотний барабан; 12 - мундштук; 13 – відсікаючий ніж; 14 – нижній поршень; 15 – обертаючий барабан; 16 – роторний нагнітач; 17 – живлячий валик; 18 – буферна камера; 19 – підкручена відсікаюча заслінка; 20 – гранична заслінка; 21 – ділильна головка; 22 – механізм регулювання хода поршня; 23 – реборда барабана; 24 – формуючий барабан; 25 – нагнітаючий шнек; 26 – ролик включання приводу ножа; 27 – мундштук.

Тістоділильні машини класифікують:

1) За способом відмірювання об'єму тіста:
   - машини, які відсікають шматки тіста (а, д, ж,е, і);
   - машини, що ділять тісто на шматки ділильною головкою (а, б, и, г, е, з);
   - штампуючі шматки тіста (к).
2) За способом нагнітання тіста:
   - машини з шнековим нагнітачем;
   - валковим;
   - поршневим;
   - лопатевим;
   - пневматичним;
   - роторним.
3) За функціональними принципами:
   - тістоділильні – обладнання для поділу тіста на шматки рівної маси;
   - ділильно-формувальні машини – обладнання, що суміщає виконання операцій ділення і формування тістових заготовок;
   - ділильно-укладочні машини – обладнання, що суміщає виконання операцій ділення і укладання тістових заготовок.

По конструктивним ознакам тістоділильні машини поділяються на десять груп.

7.4.2 Вимоги до тістоділильних машин

1. Тістоділильні машини повинні забезпечувати поділ тіста на шматки заданої маси. Допустиме відхилення маси шматків тіста **не більше ±2…5%** від заданої маси шматків даної партії.

2. Тістоділильні машини повинні забезпечувати поділ тіста на шматки постійного об'єму із заданим ступенем ущільнення.

3. Конструкція тістоділильних машин повинна забезпечувати можливість регулювання маси шматка тіста, що відміряється, в заданих межах залежно від сорту, складу і консистенції тіста.

4. Забезпечувати повне заповнення тістом заданого об'єму мірної камери ділильної головки або постійну швидкість випресовування джгута.

5. Забезпечувати безперервність потоку тіста від входу в машину до повного його виходу з неї.

7.5 Обладнання для формування тіста

Для надання тісту необхідної форми застосовують тістоформувальні машини. Формувальні машини, надають шматкам тіста кулясту, циліндричну і спеціальну форму. Надання шматкам тіста кулястої форми проводиться **округлювальними машинами**, циліндричної форми – **закочувальними машинами** і спеціальної форми – **спеціальними формувальними машинами**.

Всі тістоформувальні машини залежно від способу надання форми шматкам тіста розділяють на чотири групи:

- машини для формування тістових заготовок методом прокатування, до яких відносяться округлювальні, закочувальні і рогаликові пристрої;

- машини для формування тістових заготовок методом штампування – більшість пристроїв для виробництва дрібноштучних булочних виробів;

- машини для формування тістових заготовок методом екструзії – пристрою для виробництва пампушок, пиріжків, соломки, хлібних паличок;

- комбіновані машини, що включають прокатувальні, штампувальні та інші формувальні пристрої.

Найбільшого поширення набули машини першої групи. У цих машинах тістові заготовки зазвичай піддаються дії з боку двох поверхонь робочих органів машин. Поверхня, яка забезпечує переміщення тістових заготовок, називається несучою, а поверхня, що надає заготівці певну форму в результаті зміни напряму її руху, – формуючою. Залежно від форми, яку додає машина тістовій заготівці, машини ді-

ляться на округлювальні, що формують кулясті заготовки і закочувальні, що формують подовжені циліндричні або еліпсоїдні заготовки.

7.5.1 Тістоокруглювальні машини

Класифікація тістоокруглювальних машин (рис 15).

1. По конструкції несучої поверхні:
   - циліндричні: а) з вертикальною віссю обертання;
     б) з горизонтальною віссю обертання;
     в) барабанні;
   - конусоподібні: а) з повним конусом;
     б) з усіченим конусом;
   - стрічкові;
   - чашоподібні: а) з повним конусом;
     б) з усіченим конусом;
   - барабанні (з осередками (малюнок е)).
2. По конструкції формуючої поверхні:
   - жолобкові: а) одноканальні;
     б) багатоканальні;
   - стрічкові;
   - площинні;
   - колпакообразні;
   - дискові.
3. По характеру руху несучої поверхні:
   - обертальні;
   - прямолінійні;
   - плоско-паралельні.
4. По характеру руху формуючої поверхні:
   - нерухомі;
   - прямолінійні;
   - обертальні (круг).

5. По взаємозв'язуванню рухів несучих та формуючих поверхонь, тістоокруглювальні машини можна розділити на три основні групи:

1) тістоокруглювальні машини з обертальним несучим органом, та нерухомою формувальною поверхнею (а, б, в);

2) тістоокруглювальні машини з прямолінійно рухомим несучим органом, та нерухомою або рухомою формувальною поверхнею (г);

3) тістоокруглювальні машини з плоскопаралельним та круговим рухом несучих та формувальних поверхонь (д, е).

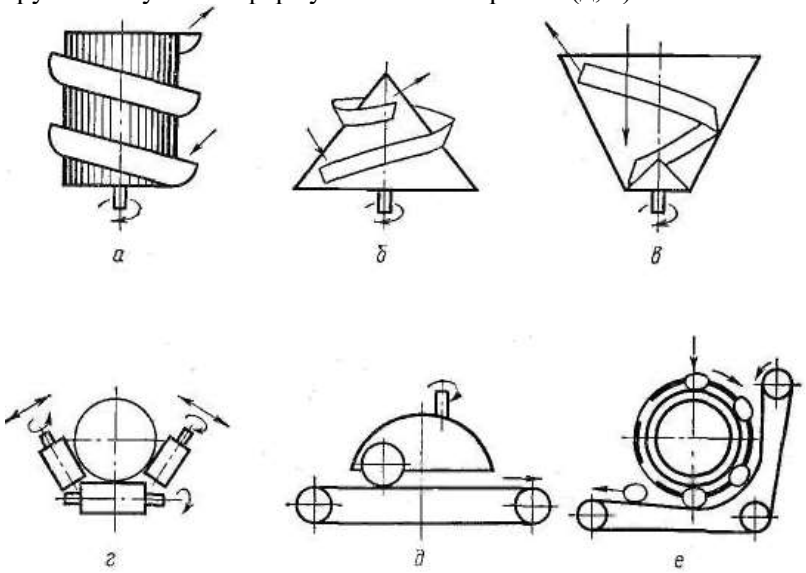


Рисунок 15 – Схеми тістоокруглювальних машин.

7.5.2 Тістозакатувальні машини

Загортання шматків тіста в тістозакатувальній машині здійснюється в зазорі між рухомою стрічкою (1) і нерухомою дошкою (2) (а) або між двома нескінченними стрічками (3) (б) що переміщаються одна щодо іншої. Використовують в основному стрічкові і барабанні закатувальні машини (рис 16).

У барабанній закатувальній машині в якості несучого робочого органу, застосовують циліндри, що обертаються навколо горизонтальної осі (рис. 17), формуючим органом в цих машинах є нерухомий кожух, що охоплює барабан. Процес формування тіста в закатувальних машинах можна розділити на три операції: 1) розкочування шматка тіста в пласт (I), загортання тістового пласта в рулон (II), прокатування рулону в тістову заготовку необхідної форми (III).

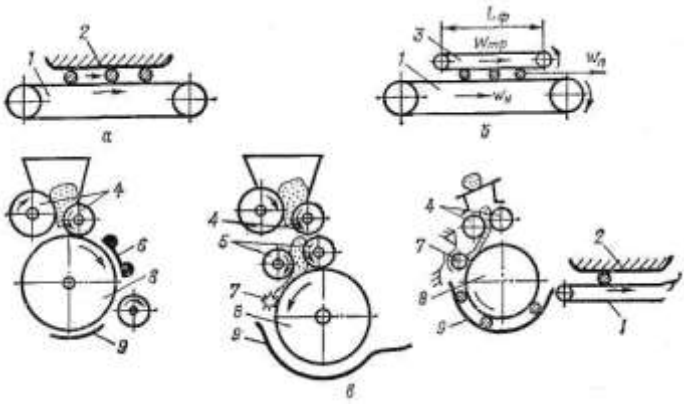


Рисунок 16 – Схема тістозакатувальних машин:

а – схема формування між нерухомою дошкою і рухомою стрічкою; б – схема формування між двома рухомими стрічками; в – схема роботи закатувальних машин;

1 – рухома стрічка; 2 – привід машини; 3 – боковини; 4,10 – розкачувальні валки; 5 – закатувальний пристрій; 6 – фартух тканинний з вагами; 7 – рифлений захоплюючий валок; 8 – закатувальний барабан; 9 – формуючий нерухомий кожух.

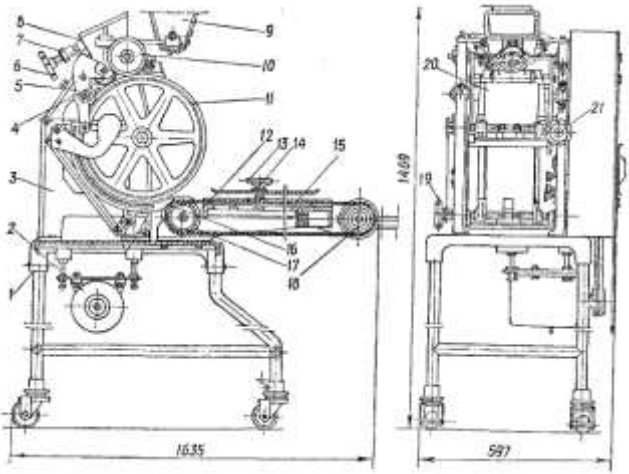


Рисунок 17 – Тістозакатувальна машина МЗЛ-51:

1 – станина; 2 – привід машини; 3 – боковини; 4,10 – розкочувальні валки; 5 – закатувальний пристрій; 6 – регулятор товщини розко-

чування; 7 – стопорна гайка; 8 – прийомна лійка; 9 – борошнопосипач; 11 – закатувальний барабан; 12 – стрічковий конвеєр; 13 – регулятор прижимної плити; 14 – притискна плита (подовжувач); 15 – стіл; 16 – торцеві обмежувачі довжини заготовки; 17 – привідний барабан; 18 – натяжний барабан; 19 – регулятор довжини заготовки; 20 – формуючий кожух; 21 – регулятор установки зазору між формуючим кожухом і барабаном

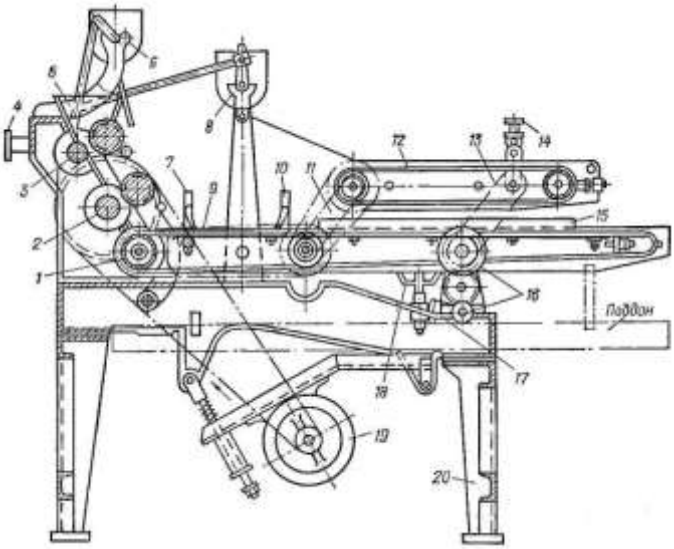


Рисунок 18 – Тістозакатувальна машина СЗК-Р:

1 – несучий стрічковий конвеєр; 2,3 – розкочувальні валки; 4 – штурвал регулювання відстані між розкочувальними валками; 5 – приймальна лійка; 6,8 – борошнопосипач; 9 – панцирна сітка; 10,7 – стояки підвіски панцирної сітки; 11,13 – шарнірні стояки кріплення верхнього завертального транспортера; 12 – завертальний транспортер; 14 – гвинтовий регулятор; 15 – нерухомі напрямні; 16 – зубчасті колеса; 17 – черв'ячний сектор; 18 – штурвал регулювання відстані між гілками верхнього і нижнього конвеєра; 19 – привід; 20 – рама машини.

7.5.3 Вимоги до тістоформувальних машин.

1) Шматки тіста слід подавати рівномірно в центр приймальної воронки.

2) Не допускати набігання одного шматка тіста на інший.

3) Забезпечити вільний прохід шматків тіста по робочих органах машини (без налипання).

4) Забезпечити формування шматків тіста правильної (заданою) форми.

5) Всі робочі органи повинні бути постійно чистими, легко очищатися від налипання тіста.

6) Після закінчення роботи обов'язково ретельне очищення всіх робочих органів тістоформувальної машини від налиплого тіста.

7) У округлювальних машинах слід стежити за мінімальним зазором між несучим органом і жолобом для уникнення затягування і затискання шматків тіста.

8) У закатувальних машинах необхідно контролювати зазор між валками і відстань між поверхнями, які забезпечують формування шматків заданої маси.

7.6 Обладнання для вистоювання тіста і хлібопекарські печі

7.6.1 Обладнання для вистоювання тіста

Для відновлення структури тіста після дії на нього робочих органів формуючих машин застосовується вистоювання. Для пшеничного тіста з сортового борошна передбачається два вистоювання: попереднє – безпосередньо після округлювальної машини і остаточне – після загортання. Попереднє вистоювання проходить **5…10 хв** – остаточне **30…60 хв** залежно від розміру шматків і параметрів повітряного середовища (**t = 35…40°C, W=80…85%**). Для вистоювання застосовують камерні і конвеєрні шафи. Оскільки вистоювання є тривалим процесом, то для скорочення довжини конвеєрів вистоювання проводиться в багатомісних люльках (касетах) (рис. 18).

Шафи бувають з вертикальною і горизонтальною подачею. Конвеєрні шафи підрозділяються на: шафи з ручним та машинним укладанням тістових заготовок в люльки. Конвеєрні шафи для остаточного вистоювання встановлюють безпосередньо перед печами. Ці шафи обладнані пристроями для механізованого завантаження тістових заготовок в люльки, вивантаження і пересадки їх в печі.

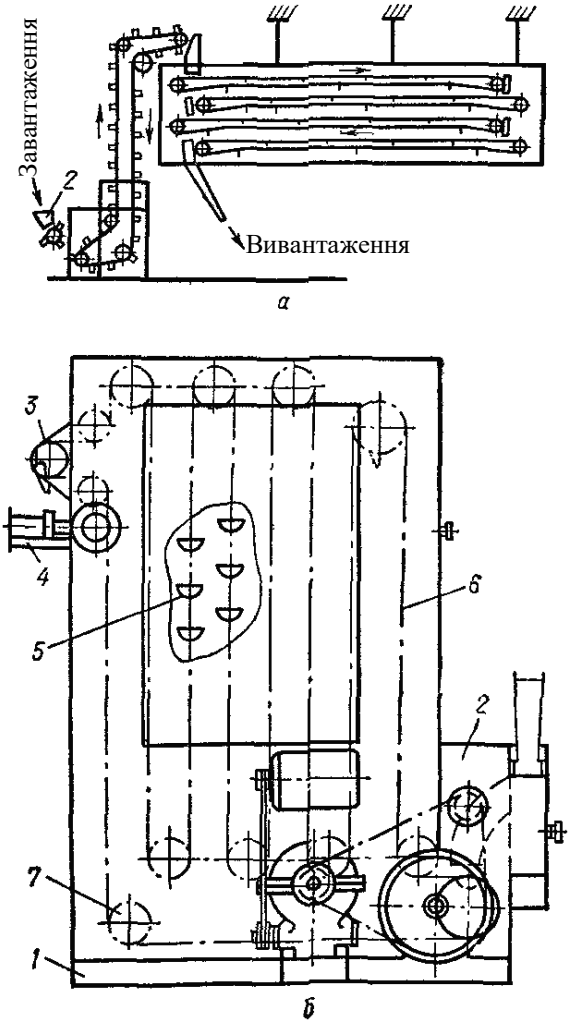


Рисунок 18 – Шафи попереднього вистоювання:

а – стрічкова; б – колискова шафа;

1 – каркас; 2 – живильник; 3 – розвантажувальні зірочки; 4 – розвантажувальний поперечний конвеєр; 5 – колиски; 6 – ланцюговий конвеєр; 7 – зірочка.

7.6.2 Хлібопекарські печі

Класифікація хлібопекарських печей і вимоги, що пред'являються до них.

У хлібопекарській промисловості застосовуються самі різні хлібопекарські печі, але в кожній з них є загальні елементи: каркас і обмуровка (теплоізоляція), пекарна камера, генератори тепла, теплообмінні пристрої, конвеєри, допоміжні пристрої і пристосування.

Печі класифікуються по ряду ознак:

1. Технологічний, який визначає асортимент виробів, що виробляються (спеціалізовані лінії);
2. Теплотехнічний, що характеризує:

2.1. Спосіб генерації тепла:

-індивідуальний (одна або декілька топок для кожної печі);

- центральний (газовий, електричний, тощо).

2.2. Спосіб обігріву пекарної камери. За цією ознакою печі ділять на:

-жарові або з регенеративним обігрівом, в них паливо спалюється в топковій камері, що є одночасно і пекарною камерою;

-канальні, в яких тепло передається через робочі стінки каналів;

-пароводяні, передача тепла з нагрівальних трубок;

-печі з паровим обігрівом;

-із змішаним обігрівом (парою і нагрівальними трубками);

-печі з циклотермічним обігрівом, для зниження t°С частина відпрацьованих газів змішується з продуктами згорання на виході з печі;

-печі з конвективним обігрівом, в яких нагріте повітря циркулює в пекарній камері;

-печі з газовим обігрівом, газ спалюється безпосередньо в пекарній камері;

-печі з електричним обігрівом;

-печі з інфрачервоними випромінювачами;

-інші.

3. Ступінь механізації пічної установки – тип конвеєра та поду і наявність в пічній установці вистоювального конвеєра.

Поди бувають:

-нерухомі (стаціонарні);

-механічні: висувні;

дискові, що обертаються;

роторні;

- з ручним приводом;
- конвеєрні з електроприводом.

Конвеєрні поди бувають:

- ланцюгові;
- пластинчасті;
- ланцюгові люлькові;
- стрічкові;
- сітчасті;
- кільця : суцільні або секційні;
- карусельні: суцільні, секційні, ланцюгові, роторні, люлькові.

4. Тип пекарної камери:

- тупикові: у яких через одне вікно проводиться посадка тістових заготовок і вивантаження готової продукції;
- тунельні – посадка з одного кінця печі, а вивантаження з іншого.

5. Залежно від площі поду розрізняють печі:

- малої продуктивності (з площею поду до 16 $м^2$);
- середньої 16…25 $м^2$;
- великої > 25 $м^2$.

7.6.3 Вимоги до хлібопекарських печей:

1) Печі повинні відповідати розмірам і параметричним рядам по ГОСТ 8032-56 «Переважних чисел і ряди переважних чисел» з відхиленнями не більш ± 15%;

2) Печі повинні виготовлятися в каркасного виконання, що забезпечує транспортабельність і герметичні з'єднання;

3) В якості поду печі можуть бути використані сітчасті, пластинчасті і люлькові конвеєри;

4) Температура зовнішньої поверхні облицювання печі не повинна перевищувати 45°С. Температура підшипникових вузлів не більше 60°С.

5) У системі приводу конвеєра печі, повинен бути передбачений ручний (аварійний) привід із зусиллям не більше 15 кг.

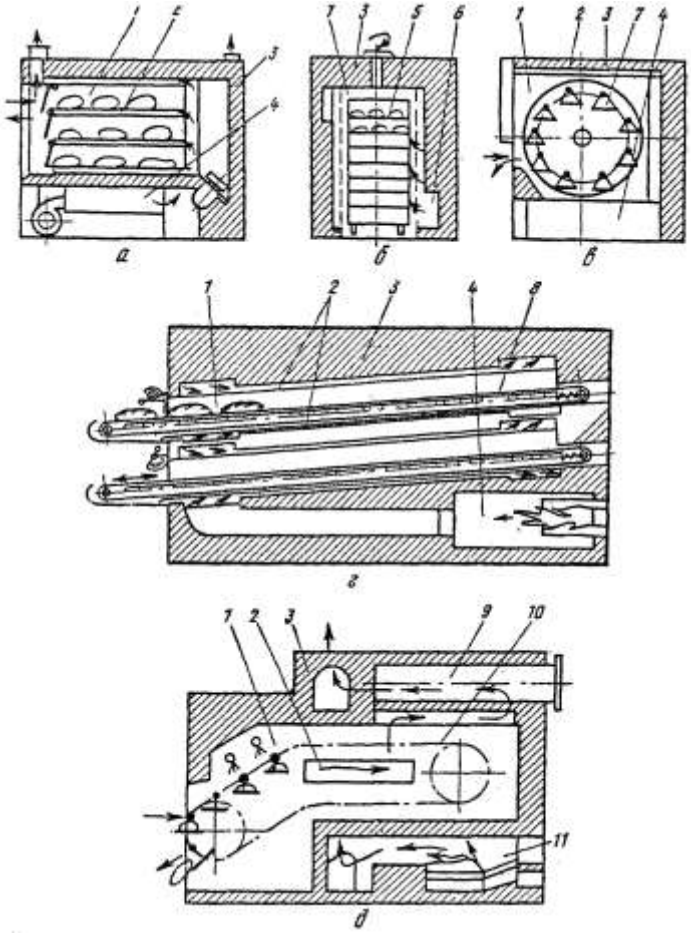


Рисунок 19 – Принципові схеми тупикових печей:

а – багатоярусна шафова з канальним рециркуляційним обігрівом; б – етажеркова з конвективним обігрівом; в – барабанна з канальним обігрівом; г – двоярусна з ситовими конвеєрами і канальним рециркуляційним обігрівом; д – тупикова з канальним обігрівом і люльково-ланцюговим конвеєром:

1 – пекарна камера; 2 – под; 3 – теплоізоляція; 4 – газохід; 5 – етажерка; 6 – канал; 7 – люлька барабана; 8 – пластинчатий конвеєр; 9 – регенератор тепла; 10 – ланцюговий конвеєр.

7.6.4 Механізовані печі для виробництва хліба і хлібобулочних виробів

Тістороздільювальні лінії складаються з ряду машин, за допомогою яких можна виконувати наступні операції: поділ, округлення, попереднє вистоювання, закатування, остаточне вистоювання, надрізку тістових заготовок і автоматичну посадку їх в піч. Перераховані машини зв'язані транспортерами та утворюють потокові лінії для виготовлення формових та подових виробів.

Тістороздільювальна лінія для житнього тіста складається з тістоділильної машини, транспортерів, закатувальної машини для житнього хліба, конвеєрної шафи для вистоювання і машини для змащування форми.

Тістороздільювальна лінія для пшеничного тіста включає тістоділильну машину для пшеничного тіста, округлювальну машину, шафу для попереднього вистоювання, тістозакатувальну машину, шафу для остаточного вистоювання і механізми для посадки та надрізання шматків тіста.

ЛЕКЦІЯ 8
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

8.1 Технологічне обладнання для виробництва печива.

8.2 Обладнання для виробництва бубличних виробів.

8.3 Технологічне обладнання для виробництва сухарних виробів.

8.4 Обладнання для виробництва хлібних паличок і соломки.

8.1 Технологічне обладнання для виробництва печива

Лекція присвячена вивченню особливостей застосування устаткування для виробництва:

1) печива;
2) бубличних виробів;
3) сухарних виробів;
4) пряників;
5) соломки і хлібних паличок.

В основному для виробництва борошняних кондитерських виробів застосовується обладнання хлібопекарського і макаронного виробництва, яке вже розглядалося в попередніх лекціях. Проте є і специфічні машини, яким ми і приділимо основну увагу.

8.1.1 Технологічне обладнання для виробництва печива

Печиво підрозділяється на цукрове, здобне та затяжне. Цукрове печиво виготовляється з жирного високопластичного тіста. Затяжне – з пружно-еластичного тіста. Здобне – з пісочного (багато цукру і жир); збивного (що має жирну консистенцію; білкового (що має багато білків і отримуваного збиттям)) та ін.

Технологічний процес виробництва печива складається з наступних стадій:

1) підготовка сировини;
2) приготування, обробки та формування тіста;
3) випічки;
4) охолоджування, розфасовки та упаковки.

Підготовка сировини проводиться по загальноприйнятій схемі підготовки сировини для хліба і макаронних виробів.

Приготування тіста для різних видів печива здійснюється порізному.

При замісі тіста для печива використовується емульсія, яка виготовляється з води і добавок. При замісі емульсія і суміш борошна з крохмалем подається двома потоками, що полегшує роботу тістоприготувальних машин.

Збивання емульсії проводять у відцентровому емульсаторі. Конструкція емульсатора аналогічна відцентровому насосу, в корпусі якого обертаються два диски, розгороджених нерухомим диском і кільцем. Суміш при обертанні дисків розбивається на найдрібніші частинки, утворюючи емульсію.

Збивання емульсії можна проводити також і в горизонтальному лопатевому емульсаторі. **Емульсатор** (рис. 1) представляє собою горизонтальний циліндр 5 з валом 2, на якому укріплено дві перемішуючі лопаті 10 Т – образної форми і чотири лопаті 3 прямокутних форми. Всі лопаті повернені по відношенню до осі валу на кут ***35…40^0*.**

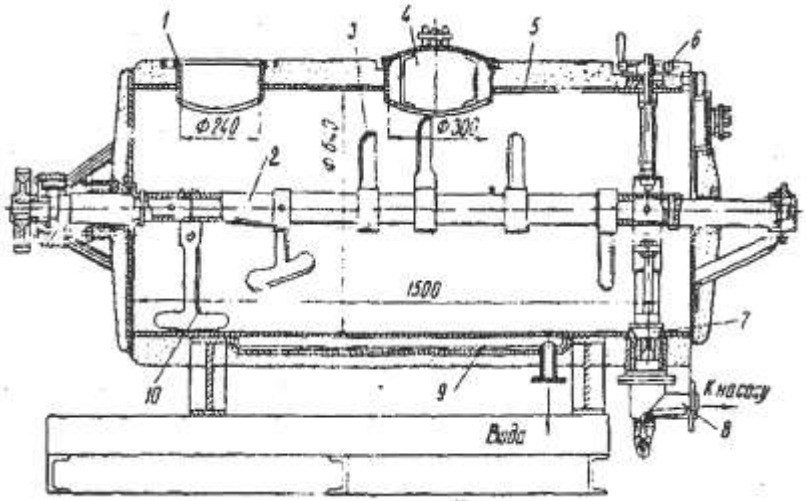


Рисунок 1 – Горизонтальний лопатевий збивач (емульгатор):
1 – патрубок; 2 – вал; 3 – лопать прямокутної форми; 4 – люк; 5 – циліндр; 6 – штурвал; 7 – клапан; 8 – патрубок; 9 – водяна сорочка; 10 – Т-подібна лопать.

Циліндр забезпечений патрубком 1 для завантаження сировини і оглядовим люком 4. Готова суміш випускається з циліндра через патрубок 8, що перекривається клапаном 7. Клапан піднімається за допомогою штурвалу 6 або автоматично за допомогою електромагніту.

Для підтримки необхідної температури змішувальний циліндр забезпечений водяною сорочкою 9.

Компоненти емульсії завантажуються в емульсатор, де вони перемішуються протягом декількох хвилин. Після цього суміш за допомогою насоса подається в тістомісильну машину.

Для замісу тіста і опари використовують тістомісильні машини, причому для замісу затяжного тіста застосовують машини періодичної дії, а цукрового тіста – безперервної дії. В основному застосовують машини хлібопекарського виробництва.

Для дозування сипких компонентів борошна, цукру-піску та ін. при замісі тіста на печиво при використанні ПТЛ застосовують **стрічковий дозатор безперервного типу ШД – 1М.**

Дозатор (рис. 2) складається з вертикальної шахти 7 і горизонтального стрічкового конвеєра 5.

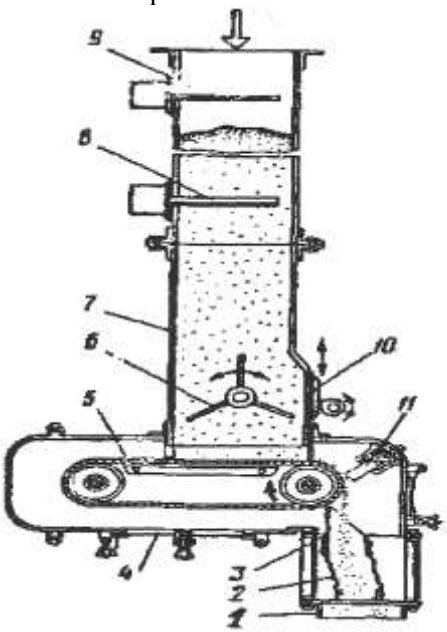


Рисунок 2 – Стрічковий дозатор муки ШД – 1М безперервної дії:

1 – патрубок; 2 – продукт; 3 – течія; 4 – вікно; 5 – конвеєр; 6 – зворошувач; 7 – шахта; 8, 9 – сигналізатор; 10 – заслінка; 11 – магніт.

Дозатор працює наступним чином. Продукт поступає у вертикальну шахту 7. Стабільне дозування забезпечується за умови, якщо рівень продукту в шахті буде відносно постійним. Постійність рівня підтримується сигналізаторами рівня: сигналізатор 9 верхнього рівня посилає імпульс про необхідність припинення подачі продукту, а сигналізатор 8 нижнього рівня – про необхідність заповнення шахти новою порцією. Зворошувач 6, здійснюючи коливальний рух, перешкоджає утворенню грудок. Дном шахти служить стрічка конвеєра 5, яка відносить з шахти шар продукту, товщина якого, а отже, і продуктивність дозатора регулюється підйомом або опусканням вертикальної заслінки 10. Регулювати продуктивність при постійній втраті заслінки можна також шляхом зміни частоти обертання валу електродвигуна постійного струму, збільшуючи або зменшуючи при цьому швидкість стрічки конвеєра 5.

Шар продукту, зсипаючись з конвеєра 5, проходить під постійними магнітами 11, які затримують ферродомішки. По течії 3 і гнучкому рукаву 2 продукт поступає в приймальний патрубок 1 машини. Вікно 4 служить для очищення конвеєра 5 від продукту.

Погрішність дозування складає ***±1,5%.*** Продуктивність стрічкового дозатора до ***1100 кг/ч.***

8.1.2 Обладнання для прокатки і шарування тіста

Затяжне тісто після замісу піддають багатократному плющенню, внаслідок чого безформні шматки тіста перетворюються на тістову стрічку. Цю операцію в основному виконують на двохвалковій машині. Після плющення тісто піддають відлежуванню на столах (при порційному плющенні) або поволі рухомих транспортерах (при безперервному плющенні). Для отримання виробів з жировим або іншим прошарком застосовують тістовальцювальні машини – **ламінатори**.

Тістовальцювальна машина. У машині (рис. 3) є два горизонтальні циліндричні валки 1 і 3, що розташовані один над іншим. Валки обертаються, захоплюють шматки тіста, обжимають їх і видають у вигляді тістової стрічки, товщина якої приблизно рівна зазору між валками. Нижній валок 1 обертається в підшипниках, нерухомо закріплених в станині машини, верхній валок 3 – в підшипниках, які пересуваються у вертикальних направляючих станини за допомогою штурвалу 5 і механізму переміщення 4. При зміні висоти верхнього валка відповідно змінюється зазор між валками а, отже, товщина тістової

стрічки. По обидві сторони розкочувальних валків, розташовані столи із стрічковими транспортерами 2, один з яких подає тісто на валки, а інший приймає його.

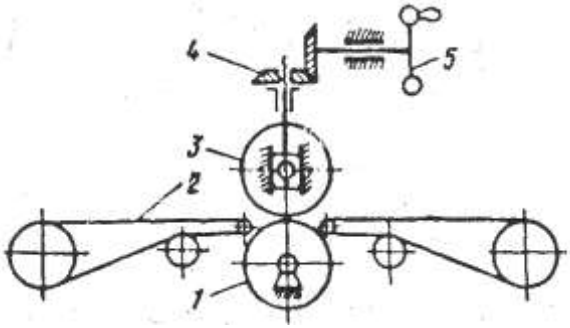


Рис. 3 – Тістовальцювальна машина (ламінатор):
1, 3 – циліндричні валки; 2 – транспортер; 4 – механізм переміщення; 5 – штурвал.

Для зміни напряму руху всіх робочих органів машина забезпечена реверсивним приводом.

Шматок тісту ***(20…30 кг)*** укладають спочатку на один транспортер, наприклад, на лівий, який подає тісто на валки, а правий транспортер приймає. Отриману товсту тістову стрічку складають в декілька шарів і багатошаровий шматок тіста повертають на транспортері на кут 90^0. Після цього опускають верхній валок, зменшуючи зазор між валками, і дають машині зворотній – реверсивний хід. Правий транспортер в цьому випадку подає тісто до валків, а лівий приймає прокатану тістову стрічку. Цю операцію повторюють кілька разів, послідовно зменшуючи товщину тістової стрічки, внаслідок чого в кінці процесу виходить тонка стрічка шаруватої структури.

8.1.3 Обладнання для формування тістових заготовок печива

Залежно від виду тіста, тістові заготовки формують на штампувальних машинах ударної дії, ротаційних та отсаджувальних машинах. Штампувальні машини ударної дії застосовуються для формування заготовок затяжного печива, крекера та галет. Тісто прокатується на вальцювальних машинах і у вигляді безперервної рухомої стрічки подається під штамп, який при кожному опусканні висікає в ній один ряд заготовок печива.

Затяжне тісто володіє пружністю і еластичністю в сильному ступені. Внаслідок цього нанесення малюнка на поверхню стрічки затяжного тіста неможливе, оскільки відштампований малюнок швидко затягується і зникає. Тому обмежуються лише висіканням з тістової стрічки заготовок певної форми і нанесенням на її поверхню малюнка у вигляді штрихів або написів за допомогою гострих виступаючих частин штампу. Велике поверхневе натягнення затяжного тіста затруднює вихід з неї газів, що утворюються при випічці внаслідок розкладання хімічних розпушувачів. Тому перед випічкою заготовки проколюють шпильками.

Штампувально – різальний агрегат. Для формування виробів певної конфігурації із стрічки тіста застосовують штампувально-ріжучі агрегати (рис. 4).

Штампувально-різальні агрегати мають чотири типи штампуючих машин – машини легкого типу (з однією провідною ланкою в штампуючому механізмі) з рівномірним і періодичним рухом транспортерів; машини важкого типу (з двома провідними ланками в штампуючому механізмі); з рівномірним і періодичним рухом транспортерів. Відповідно до цього в штампуючих механізмах агрегатів застосовуються штампи легкого і важкого типів.

Принципова схема роботи штампувально-різального агрегату представлена на рис. 4. Тісто конвеєром 2 подається в ламінатор 1, де воно піддається попередньому плющенню і шаруванню.

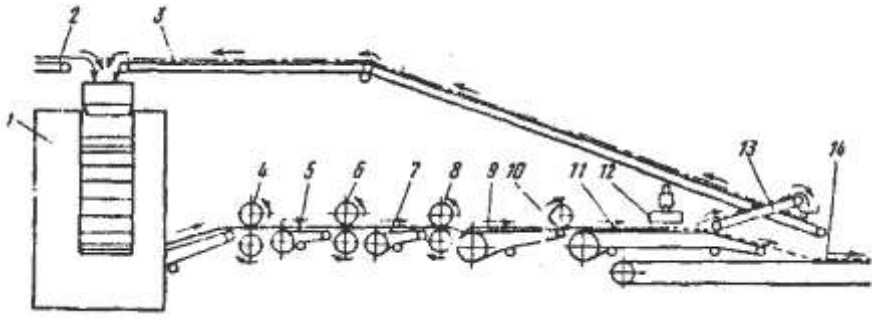


Рисунок 4 – Штампувально-різальний агрегат:

1 – ламінатор; 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14 – конвеєр; 4, 6, 8 – тістовальцювальна машина; 10 – щітка; 11 – штамп.

Тістовальцююча машина 4 прокатує тісто в стрічку завтовшки **6…7мм.**

Отримана стрічка тіста, конвеєром 5 прямує до тістовальцювальної машини 6, а потім конвеєром 7 – до тістовальцювальної машини 8, валки якої прокачують стрічку до товщини, в два рази меншої товщини готового виробу (**3,5…4мм** для печива та **2…3мм** для крекера). Гладка шліфована поверхня валків тістовальцювальної машини 8 додає стрічці тісту глянець.

В результаті вальцювання тісто деформується. При виході тіста із зазору між валками ця деформація частково зникає. Для зникнення еластичної деформації потрібний час, тому тісто поступає на конвеєр 9, довжина якого підбирається залежно від фізичних властивостей тіста.

Для усунення прилипання тіста до валків, на верхню поверхню тіста наносять деяку кількість борошна, яка змахується циліндричною щіткою 10. Конвеєр 11 подає очищену стрічку під штамп 12. Після формування заготовок з тістової стрічки на конвеєрі 11 знаходяться як тістові заготовки, так і обрізання. Останні відділяються від заготовок, поступають на конвеєр 13 і прямують до машини 1 конвеєром 3, а тістові заготовки сходять на конвеєр 14, який найчастіше є сітчастим конвеєром – подом печі. Узгоджена робота машин агрегату досягається наявністю загального приводу від одного електродвигуна.

В даний час замість штампів почали широко застосуються роторні ріжучі пристрої. Вони включають два ротори: на першому розташовані шпильки для проколювання стрічки тіста, а на другому – ножі, що вирізають тістові заготовки. В цьому випадку необхідність в штампах і штампувальних механізмах відпадає.

Ротаційна машина РМП. Призначена для формування цукрового печива з укладанням тістових заготовок на дека. Принципова схема машини представлена на рис. 5. Тісто, завантажене у воронку 1, захоплюється рифленим валком 2 і бронзовим формувальним ротором 7. Ротор має на поверхні поглиблення, виконані за формою печива. Дно поглиблення має граювання або залите оловом і має малюнок, зворотний малюнку, що зображений на поверхні печива. На багатьох фабриках дно осередку виконують з пластмаси з відштампованим рисунком.

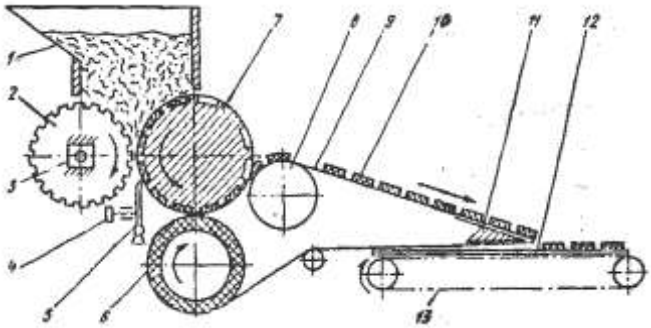


Рисунок 5 – Схема ротаційної формуючої машини РМП:
1 – воронка; 2 – валок; 3 – підшипник; 4 – гвинт; 5 – ніж; 6 – барабан; 7 – ротор; 8 – ролик; 9 – стрічка; 10 – печиво; 11 – пластина-ніж; 12 – трафаретний лист; 13 – ланцюговий конвеєр.

Тісто, захоплене рифленим валком і ротором, запресовується в поглиблення ротора. Ніж 5, притиснутий до поверхні ротора регулюючим гвинтом 4, очищає його поверхню від тіста так, що воно залишається тільки в поглибленнях. Надлишки тіста, зняті з поверхні ротора, залишаються на поверхні валка 2 у вигляді тістової сорочки.

Для регулювання інтенсивності запресовування тіста в осередки формувального ротора, використовують рухомі підшипники 3 рифлені барабани 2. При пересуванні підшипників змінюється зазор між барабаном 2 і ротором 7, внаслідок чого змінюється ступінь стиснення тіста.

Стрічка 9 конвеєра огинає привідний формуючий барабан 6, ротор 7, направляючий ролик 8 і нерухому пластину – ніж 11. Привідний барабан 6 обтягнутий гумою, яка притискує стрічку до поверхні тіста, запресованого в поглиблення формуючого ротора.

Сили прилипання тіста до стрічки більше, ніж до денець поглиблень ротора, тому при відході стрічки від поверхні ротора до направляючого ролика 8 тістових заготовок печива 10 відлипають від ротора і залишаються на стрічці 9. При обгинанні нерухомого ножа 11 заготовка переходить на деко – трафаретні листи 12, які заздалегідь укладають вручну на ланцюговий конвеєр 13 з упорами. Конвеєр рухається з швидкістю, близькою до швидкості стрічки 9.

Тістові заготовки здобного печива, пряників, тістечок формують методом відсадження. Осадочні машини дозволяють формувати заго-

товки з пластичного і рідкого тіста. Осадження виробів полягає в тому, що в робочій камері створюється тиск, в результаті якого визначена по масі і формі порція тіста видавлюється через насадки на приймальну поверхню. Тиск в робочій камері створюється валками, що обертаються, шнеками або поршнями, що рухаються у зворотно-поступальний в горизонтальній або вертикальній площині.

Валкова осаджувальна машина ФПЛ – 1. Застосовується для формування заготовок з тіста для отримання цукрового печива і пряників.

Машина (рис. 6, а) складається з механізму осадження, струнного відсікача, приймального конвеєра і приводу.

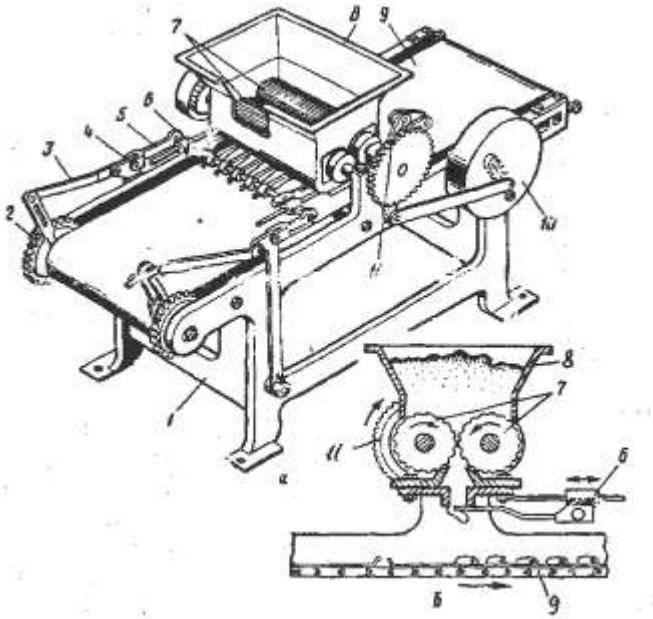


Рисунок 6 – Валкова осаджувальна машина ФПЛ – 1:

а) – загальний вигляд; б) – схема формування виробів і укладання їх на конвеєр: 1 – станина; 2, 11 – храповий механізм; 3, 4, 5 – важіль; 6 – струнотримач; 7 – валок; 8 – воронка; 9 – конвеєр; 10 – маховик.

На станині 1 рамного типу встановлена воронка 8, в нижній частині якої періодично обертаються два горизонтальні нагнітальні валки

7. Періодичний рух валки отримують від маховика 10 через систему важелів і храповий механізм 11. Під тиском, що створюється валками, тісто продавлюється через матрицю з отворами різної конфігурації. Жгути тіста, що виходять з матриці, розрізають на заготовки рухомою струною, яка кріпиться струнотримачем 6. Останній здійснює зворотно-поступальний рух від електродвигуна, редуктора, важелів 4 і 5. Від важеля 4 переривистий рух передається важелю 3 і храповому механізму 2, який переміщає конвеєр 9. Відформовані заготовки поступають на трафаретні листи, укладені на конвеєрі 9.

На рис. 6, б показана схема формування виробів і укладання їх на конвеєр.

Випікають печиво в основному в газових печах, застосовують також і електропечі. На малих і середніх підприємствах використовують електропекарні шафи і печі. На середніх і крупних підприємствах в потоково-механізованих лініях застосовують електро – або газові стрічкові, роторні і тунельні печі.

Після випічки, печиво піддають охолоджуванню в люлькових шафах, конвеєрах або камерах охолоджування. Вироби охолоджують повітрям, яких обдуває печиво, що знаходиться в люльках або на конвеєрі.

Потоково-механізована лінія виробництва цукрового печива представлена на рис. 7.

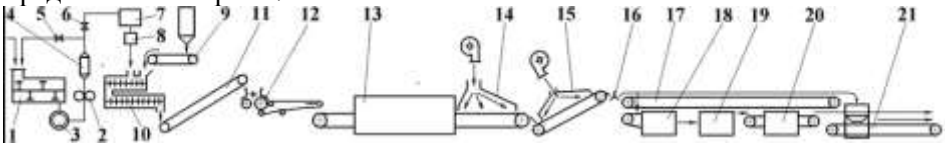


Рисунок 7 – Потоково-механізована лінія виробництва цукрового печива:

1 – змішувач-емульсатор; 2 – насос; 3 – контрольний фільтр; 4 – гідродинамічний перетворювач; 5, 6 – крани; 7 – витратний бак; 8, 9 – дозатори; 10 – тістомісильна машина безперервної дії; 11 – транспортер; 12 – штампувальна машина; 13 – піч; 14 – камера попереднього охолодження; 15 – камера кінцевого охолодження; 16 – стекер; 17 – транспортер; 18 – загортальний автомат; 19 – пакувальний автомат; 20 – етикетувальний автомат; 21 – ваги.

Борошно і емульсія для приготування цукрового печива подаються дозаторами 8 і 9 в тістомісильну машину 10 з лопатевими ро-

торами безперервної дії. Тісто у вигляді грудок пластичної маси подається транспортером 11 в ротаційну штампувальна машину 12. Відштамповані заготовки випікаються в печі 13, а печиво охолоджується в камерах попереднього 14 і кінцевого 15 охолодження, стекером 16 укладається на ребро і транспортером 17 подається в загортальний автомат 18 для загортання в пакети, або у ваги 21 для фасування в картонні короби. Пакети з автомата 18 подаються в автомат 19 для пакування в картонні короби, які закриваються і обклеюються бандероллю в автоматі 20. Емульсію готують з цукру, жиру, меланжу, інвертного сиропу, води і інших компонентів, які подаються в змішувач–емульсатор 1. Груба емульсія проходить крізь контрольний фільтр 3 і насосом 2 прокачується крізь гідродинамічний перетворювач 4, де кульки жиру і меланжу подрібнюються до розміру 75 мкм. Якщо потрібна більш тонка емульсія, процес повторюють, відкривши кран 5 і закривши кран 6. Після цього кран 5 закривають, а кран 6 відкривають і готова емульсія подається у витратний бак 7.

8.2 Обладнання для виробництва бубличних виробів

Бубличні вироби мають форму кільця або овалу і крупний перетин. До бубличних виробів відносяться сушки, баранки та бублики.

Бубличні вироби готують з крутого тіста, що має відповідну відносно низьку вологість.

Зважаючи на малий вміст води, процес приготування тіста складається з двох операцій: замісу в тістомісильній машині, конструктивно розрахованій на заміс крутого тіста, і додаткової механічної обробки на натиральній машині для забезпечення однорідності структури і властивостей тіста.

Після натирання тісто повинне мати період відлежування – бродіння ***(30…60 хв)***. Потім тісто поступає на ділильно-закатувальну машину, з якої виходять сформовані тістові заготовки.

Створені спеціалізовані ділильно-закатувальні машини: для сушок, баранок і бубликів і універсальна ділильно-закатувальна машина з комплектами змінних робочих органів, що дозволяють виробляти на ній всі три види бубличних виробів.

Сформованим тістовим заготовкам дають необхідний час ***(при машинному формуванні від 30 до 90 хв)*** для вистоювання, після чого слідує обварювання в киплячій воді або обшпарювання у відповідних парових камерах. В результаті прогрівання при обварюванні в тісто-

вих заготовках починаються процеси клейстеризації крохмалю і денатурації білків, що особливо інтенсивно відбуваються в поверхневому шарі тіста. В результаті цього поверхня виробу після випічки стає блискучою, глянцевою.

Бубличні вироби випікають в конвеєрних люлькових або стрічкових печах. Випічка триває залежно від вигляду, сорту і маси виробів зазвичай ***від 10 до 20 хв.***

Ущільнення крутого тіста для бубличних виробів після замісу проводиться в натиральних машинах.

У промисловості застосовуються натиральні машини **Н – 3, Н – 4М,** і багатовалкова машина для утворення ущільненого пласта тіста в потокових лініях **ХЛБ – 3.**

Натиральна машина **Н – 4М** (рис. 8) складається із станини, стрічкового конвеєра, прокачувальних валків, – верхнього рифленого і нижнього гладкого, поміщеного під стрічкою конвеєра, і боковин. На боковинах закріплені приводний і натяжний барабани стрічкового конвеєра.

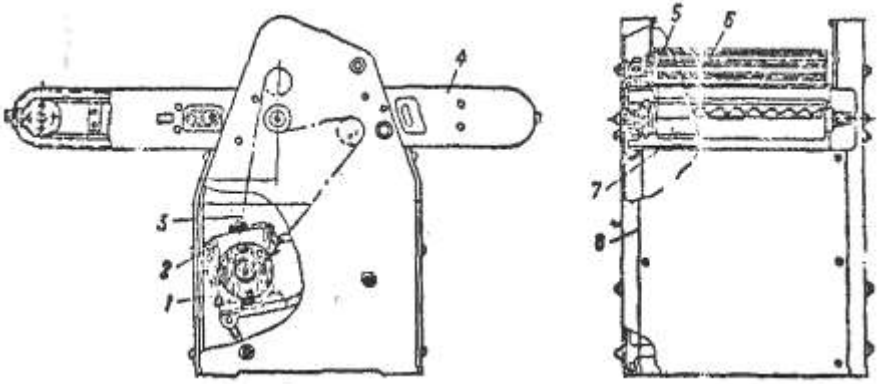


Рисунок 8 – Натиральна машина Н – 4М:

1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – ланцюгова передача; 4 – боковини; 5 – верхній рифлений валок; 6 – нижній гладкий валок; 7 – стрічковий конвеєр; 8 – станина.

Прокачувальні валки і конвеєр приводяться в обертання від двигуна через редуктор за допомогою ланцюгових передач. Зазор між прокачувальними валками регулюється вручну маховичком.

При плющенні, тісто окремими шматками поміщають на стрічку конвеєра і пропускають кілька разів вперед і назад між валками. Після кожного проходу тіста пласт складається. При цьому тісто ущільнюється. Напрям руху стрічки конвеєра і валків змінюється за допомогою реверсивного магнітного пускача, що перемикає двигун на прямій і зворотних хід.

На рис. 9 представлена потоково-технологічна лінія виробництва бубличних виробів.

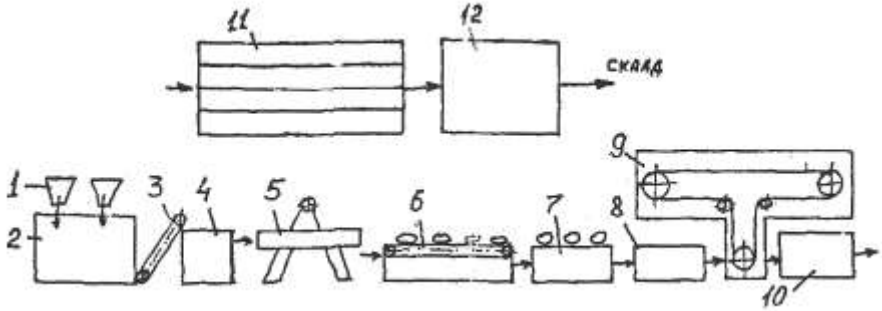


Рисунок 9 – Схема потоково-технологічної лінії виробництва бубличних виробів:

1 – дозатори; 2 – місильна машина; 3 – транспортер; 4 – обробний стіл; 5 – натиральна машина; 6 – транспортер для відлежування; 7 – стіл для відлежування; 8 – ділильно- закачувальна машина; 9 – конвеєрна шафа; 10 – машина для обварювання; 11 – піч; 12 – нанизувальна машина.

8.3 Технологічне обладнання для виробництва сухарних виробів

Сухарний хліб витримують **12…36год** на полицях вагонеток 1 (рис. 10) при **t=10…12^{0}C.** Потім розрізається хліборізальною машиною 2 і укладається на стіл 3 в пакети 4, які розміщують на полицях вагонеток 5. Касети 4 укладають на полиці конвеєрної сушарки 6 і сушать **6…8годин.** Після сушки касети укладають на полиці вагонетки 7 і потім на вибраковочний стіл 8 і далі на фасування 9 в крафт – мішки 10.

При виробленні здобних сухарів заготовки сухарних плит формуються в машині, яка ділить їх на дрібні часточки, розкачує та укладає в ряди на листах.

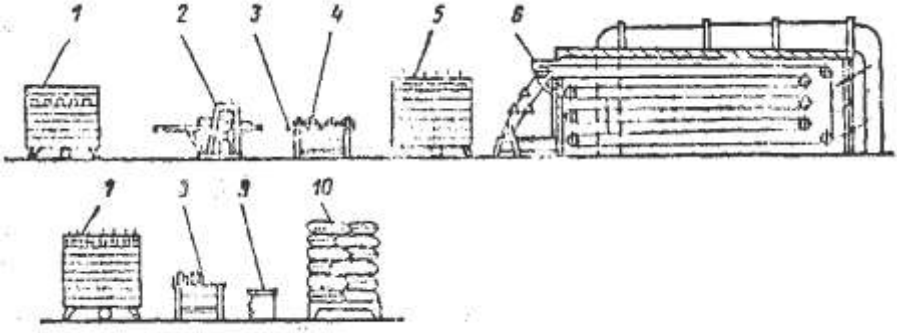


Рисунок 10 – Схема ПТЛ виробництва сухарних виробів:

1, 5, 7 – вагонетка; 2 – хліборізальна машина; 3 – стіл; 4 – пакети; 6 – сушарка; 8 – вибраковочний стіл; 9 – фасовка; 10 – крафт-мішки.

8.4 Обладнання для виробництва хлібних паличок і соломки

Хлібні палички готуються з пшеничного борошна вищого та І-го гатунків. Розміри їх: товщина **8…12мм,** довжина **150...200мм.**

По фізичних властивостях і можливості тривалого зберігання, палички можна віднести до сухарних виробів.

На рис. 11 представлена схема лінії для виробництва хлібних паличок.

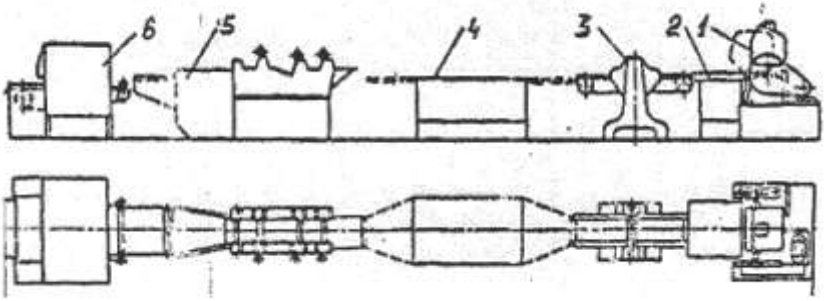


Рисунок 11 – Лінія виробництва хлібних паличок:

1 – тістомісильна машина; 2 – стіл для тіста; 3 – натиральна машина; 4 – стіл для відлежування тіста; 5 – тістоформувальна машина; 6 – піч.

Тісто замішують в тістомісильній машині періодичної дії 1, після чого його залишають на бродіння.

Після бродіння тісто ущільнюють, пропускаючи через натиральну машину 3, потім витримують протягом **15…20 хв.**

Тісто обробляють на спеціальній жгуторізальній формувальній машині 5. Сформовані тістові заготовки перед випічкою піддають гідротермічній обробці.

Хлібні палички випікають в тунельних печах 6 протягом **9…12 хв** при температурі **200…250^{0}С.**

Процес виробництва солоної і солодкої соломки складається з приготування тіста, пресування з нього джгутів, обварювання в слабкому лужному розчині і випічки.

На рис. 12 представлена механізована лінія для виробництва соломки.

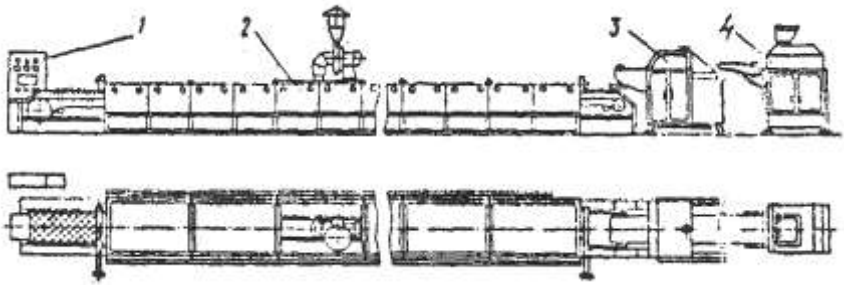


Рисунок 12 – Механізована лінія для виробництва соломки:

1 – щит управління; 2 – електрична піч; 3 – варильний агрегат; 4 – прес для витискування жгутів тіста.

Приготовлене тісто завантажується в приймальний бункер преса 4 і видавлюється з нього у вигляді джгутів, які стрічковим конвеєром подаються у варильний агрегат 3. Варильний агрегат – ванна з сітчастим конвеєром. Випічка соломки відбувається в тунельній електропечі 2 на сітчастому поду.

ЛЕКЦІЯ 9
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МИТТЯ, ІНСПЕКТУВАННЯ, СОРТУВАННЯ І КАЛІБРУВАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

9.1 Коротка характеристика консервної промисловості і класифікація машин та обладнання.

9.2 Транспортні пристрої.

9.3 Технологічне обладнання для миття сировини, тари та обладнання.

9.4 Обладнання для інспектування, сортування і калібрування.

9.1 Коротка характеристика консервної промисловості і класифікація машин та обладнання

В даний час виробництво плодоовочевої консервної продукції сконцентрована на крупних овочепереробних заводах з потужністю 20-30 і більш МУБ в рік. Проте необхідна значна реконструкція плодо-овочевої переробної промисловості. Основні виробничі фонди малопродуктивні, багато з них матеріально і морально застаріли. Для їх оновлення необхідні час і головне – значні капіталовкладення, унаслідок чого рішення задачі повного забезпечення населення плодоовочевою консервною продукцією в найближчому майбутньому вельми скрутно. Проблему швидкого насичення плодоовочевими консервами в значній мірі можна вирішити створенням малих переробних підприємств, які доцільно розміщувати безпосередньо в місцях вирощування плодів і овочів. Об'єм виробництва продукції в таких підприємствах обумовлений можливими об'ємами використовуваної плодоовочевої сировини регіону, а асортимент продукції – спеціалізацією господарства на вирощуванні тих або інших видів плодів і овочів.

У плодоовочевій консервній промисловості застосовують сотні видів машин та обладнання, які можна класифікувати по 3 основним напрямам:

1. Механічне обладнання.
2. Теплове обладнання.
3. Сховища і холодильники.

МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ.

У плодоовочевій консервній промисловості застосовують сотні найменувань машин та обладнання для механічної обробки плодів і

овочів. До них відносяться машини для транспортування і миття сировини і тари, подрібнення сировини, очищення і освітлення рідких напівфабрикатів, а також дозатори наповнювачі, закаточні машини та інше обладнання.

Все різноманіття механічного обладнання плодоовочевого консервного виробництва можна класифікувати на наступні основні групи:

1) транспортні пристрої
2) машини для миття сировини, тари та обладнання
3) машини для інспекції, сортування і калібрування
4) машини для подрібнення і перемішування
5) машини та обладнання для оброблення сировини
6) обладнання для виробництва соків
7) машини для розфасовки, закупорювання і упаковки плодоовочевої продукції.

Розглянемо коротко призначення конструкції і принцип дії (основні вимоги) механічного обладнання згідно приведеної класифікації.

9.2 Транспортні пристрої

Численні транспортні пристрої і машини можна розділити на три види.

- зовнішній
- міжцеховий
- внутрішньоцеховий

До зовнішніх транспортних засобів відноситься:

-залізнодорожний
-водний
-автомобільний

Міжцеховий транспорт забезпечує перевезення основних і допоміжних матеріалів зі складських приміщень в цехи і на склади готової продукції. Найбільшого поширення набули безрейкові пристрої:

- електрокари
- електро штабелеукладальники
- автотранспорт

Внутрішньоцеховий транспорт служить для переміщення плодоовочевої сировини послідовно від машини до машини в ПТЛ консервного виробництва.

Таким чином транспортні засоби грають важливу роль в роботі консервних заводів і цехів, виконуючи не тільки транспортні функції, але і у багатьох випадках чисто технологічні функції.

Класифікація транспортних пристроїв:

1. Транспортні пристрої з тяговим органом.
2. Транспортні пристрої без тягового органу.
3. Монорельсові пристрої.
4. Безрейкові пристрої
5. Насоси.

1. **Транспортні пристрої з тяговим органом**:
   - стрічкові транспортери
   - пластинчасті транспортери
   - скребкові транспортери
   - елеватори

2.Транспортні пристрої без тягового органу:

   - гідравлічні транспортери
   - пневматичні транспортери
   - шнекові транспортер
   - гравітаційні транспортери

9.3 Технологічне обладнання для миття сировини, тари та обладнання

Миття – один з основних процесів консервного виробництва, який впливає на якість кінцевого продукту. Мета миття – видалити з поверхні сировини, тари, обладнання, інвентарю та приміщень забруднення, у тому числі і мікроорганізми.

Режими миття залежать від видів її об’єктів. Наприклад, для сировини різної консистенції застосовують неоднакові режими миття (жорсткий або м’який); для тари, обладнання, інвентарю та інших об’єктів режим миття вибирають по виду забруднення.

Поверхня сировини, тари, інвентарю, обладнання та виробничих приміщень може бути забруднена частинками як мінерального, так і органічного походження.

Сировина зазвичай забруднена частинками грунту, піску, а також соком пошкодженої сировини, причому в кабачках, огірках і інших овочах пісок може знаходитися навіть у підшкірному шарі.

Тара зазвичай забруднена частинками мінерального походження, пилом, в тому числі і скляною. Поверхня жерстяної тари, як правило, покрита пилом і мінеральними маслами.

На поверхні оборотної скляної тари зазвичай знаходяться складні забруднення, що складаються з рідкої і твердої фаз: частки консервованого продукту, жири (частіше олія), які внаслідок тривалого зберігання і висихання утворюють міцну плівку. Окремі компоненти рідкої фази забруднень, що містить, наприклад, вуглеводи і жири, адсорбуються входить до забруднення твердою фазою.

Складною за складом може бути і тверда фаза забруднення, що включає в себе частки кварцу, оксиду заліза, вугілля або плодів, овочів, тварин тканин тощо. Тверда фаза забруднення зазвичай має різну дисперсність, що впливає на адгезійну силу зчеплення частинок забруднення з відмивати поверхнею.

Склад забруднень обумовлює різноманітність їх механічних властивостей, розходження в силі зчеплення з тарою і, отже, у швидкості руйнування мийним розчином і неоднаковий вплив на ці властивості хімічного, механічного і фізичного впливів.

Важливе значення має співвідношення рідкої і твердої фаз забруднення. Якщо відносна кількість рідкої фази мало, остання може міцно адсорбуватися на твердих частках і утворився комплекс буде вести себе подібно однорідним твердим забруднень. В іншому випадку обидві фази забруднення існують незалежно одна від іншої, незважаючи на те, що знаходяться в суміші.

Забруднення будь-якого складу – як мінеральні, так і органічні й комбіновані – завжди містять мікроорганізми, у тому числі і хвороботворні. Наявність у забрудненнях білків і вологи сприяє швидкому розмноженню і розвитку мікроорганізмів, тому всю тару перед наповненням консервованим продуктом, а також сировина перед технологічною обробкою миють. Інвентар, обладнання та приміщення після миття дезінфікують для придушення життєдіяльності мікроорганізмів. Сукупність процесів миття та дезінфекції називають санітарною обробкою.

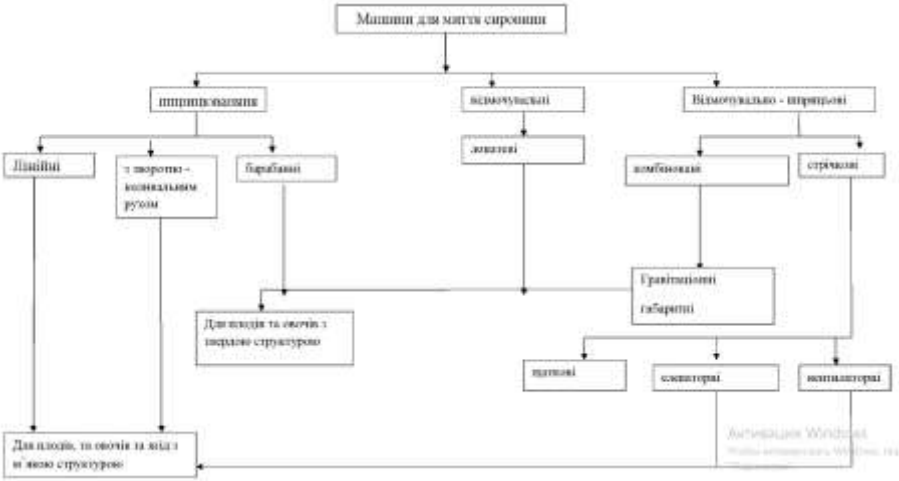


Рисунок 1 – Класифікація машин для миття сировини

9.3.1 Машини для миття сировини

Плоди, які поступають на переробку, і овочі піддаються миттю для видалення залишків землі, отрутохімікатів і інших забруднень. Для переробки різних видів рослинної сировини необхідно використовувати в консервних цехах різні типи мийних машин. Типи мийних машин залежать від сировини, ступеня забруднення і методу їх переробки.

Залежно від механічних властивостей плодів і овочів мийні машини ділять на дві групи:

- з м'яким режимом миття;
- з жорстким режимом миття.

Залежно від типу робочого органу машини для миття сировини класифікуються:

– елеваторні;
– вентиляторні;
– щіткові;
– барабанні;
– лопатеві;
– вібраційні.

Елеваторні – в обладнанні даного типу відбувається нетривале відмочування сировини у ванні з турбулізацією від насоса або ком-

пресора. Потім сировина подається транспортером(елеватором), де зрошується душовим пристроєм і вивантажується.

Вентиляторні (рис.2) – вода у ванні піддається турбулізації стислим повітрям від вентилятора (компресора).

Переваги – інтенсивна турбулізація води приводить до якісного видалення забруднень.

Недоліки – на поверхні води утворюється шар брудної піни і при виході з води чисті плоди забруднюються і вимагають обполіскування.

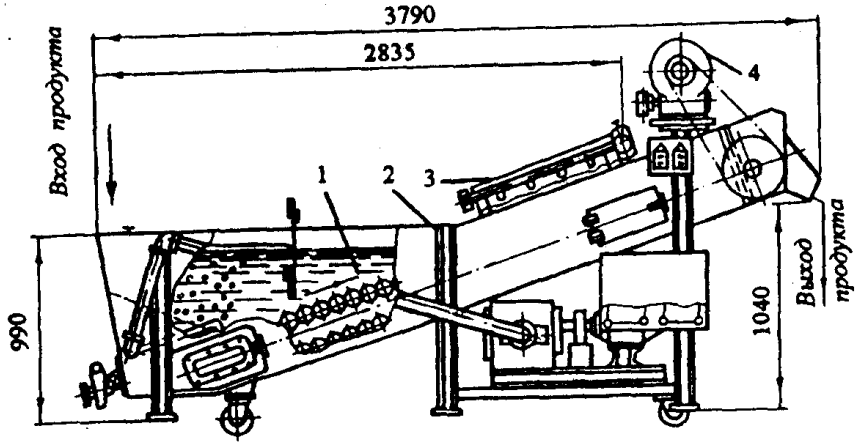


Рисунок 2 – Вентиляторна мийна машина:
1 – ванна, 2 – похилий транспортер, 3 – душовий пристрій.

Щіткові машини – в них застосовують щітковий пристрій для індивідуальної дії на забруднену сировину при русі його по транспортеру.

Щітково-мийна машина Т1-КУМ-3 – призначена для миття огірків, баклажанів, кабачків та інших відносно твердих плодів і овочів (рис. 3). Основою машини служить ванна 7, виготовлена з кутового і листового прокату.

Ванна прикріплена до чотирьох стійок з швелерів. Для зручної і швидкої санітарної обробки машини, дно ванни виконано у вигляді двох трапецевидних частин.

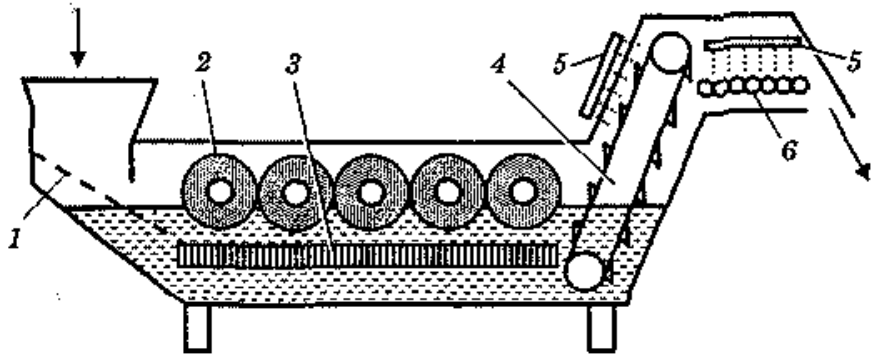


Рисунок 3 – Щіткова мийна машина Т1-КУМ-3:

1 – похила решітка; 2 – щіткові барабани; 3 – щітковий піддон; 4 – елеватор; 5 – душовий колектор; 6 – роликовий конвеєр

Барабанні мийні машини – призначені для миття твердих плодів і овочів, їх використовуються у лінії виробництва овочевих закусочних консервів. Машини складаються з перфорованого барабану з транспортуючим шнеком, що обертається, який поміщений у ванну з водою (рис.4).

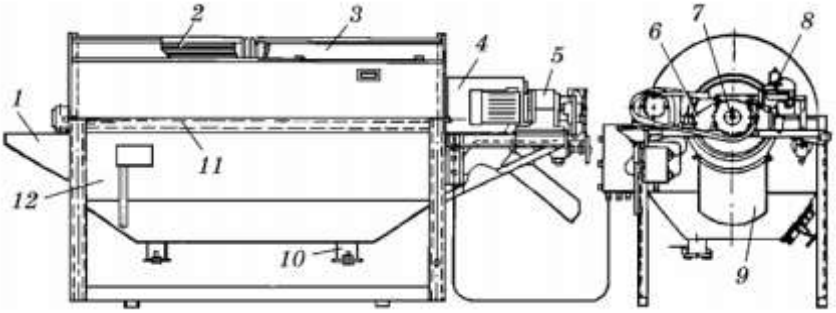


Рисунок 4 – Барабанна мийна машина:

1 – приймальний лоток, 2,3,4 – барабани, 5 – двигун-редуктор, 6 – ланцюгова передача, 7 – вал, 8 – магнітний вентиль, 9 – лоток, 10 – люк, 11 – зварний каркас, 12 – ванна.

Машина змонтована на зварному каркасі з фасонного сталевого прокату. На каркасі закріплена ванна, розділена перегородкою на дві частини, у кожній із яких розміщені барабани відповідно, рівні за до-

вжиною і діаметром. За барабаном розташований третій барабан. Усі три барабани установлені на загальному валу і здійснюють обертальний рух. Вал змонтований на каркасі в підшипниках кочення.

Перші два барабани призначені для відмокання та відділення забруднень. Поверхня барабанів виконана з фасонних зігнутих смуг. Між ними є щілини, через які забруднення проходять у ванну і осідають на днище, у якому є люки для видалення забруднень під час санітарної обробки машини. Третій барабан призначений для чистого ополіскування проточною водою, для цього він забезпечений душовим пристроєм, а поверхня його перфорована.

Для подачі сировини в машину служить приймальний лоток, а для передачі відмитої сировини на наступну операцію – лоток. Привід машини здійснюється від мотор – редуктора через ланцюгову передачу. Вода в душовий пристрій подається через запірний магнітний вентиль 8, зблокований з приводним електродвигуном. Сировина з лотка надходить у барабан, потім лопатями перекидається в барабан, а з нього спеціальним ковшем – у барабан. Промиту сировину направляють у лоток і потім на наступну операцію.

Лопатеві мийні машини призначені для миття сильно забруднених коренеплодів. Ванна з лопатевим шнеком. Основа машини (рис. 5) – рама з листового прокату. Складовими частинами рами є загрузочний бункер і ванна з трьома відсіками. Перший відсік служить для первинного миття, у результаті якого відмочуються забруднення. Другий відсік барабан з перфорацією в нижній частині. У ньому відбуваються основне миття сировини і відділення від нього забруднень. Барабан кріпиться на валу, його положення фіксується двома фіксаторами. Під час санітарної обробки барабан можна повертати щодо вала.

Барабан розміщений у ванній. Через перфоровані отвори забруднення з барабана переходять у ванну, яка має два люки і вентиль 11. Через вентиль видаляється вода, а через люки – забруднення під час санітарної обробки. У третьому відсіку сировина ополіскується. Частина днища цього відсіку має перфорацію для стоку води і забруднень в основну ванну. У кінці першого і третього відсіків маються колектори з отворами для подачі води. Надлишок її видаляється з ванної через переливну кишеню. На трубопроводі, що підводить воду до колекторів, встановлений запірний магнітний вентиль, зблокований з приводом машини і перекриває подачу води в колектори при її зупинці. Люки відкриваються за допомогою системи важеля. На валу, що прохо-

дить через всі три відсіки, укріплені лопаті, якими сировина перемішується і просувається уздовж відсіків. Вал приводиться в рух від мотор-редуктора через ланцюгову передачу і обертається з частотою 25 хв-1. Всі три відсіки закриті знімними кришками.

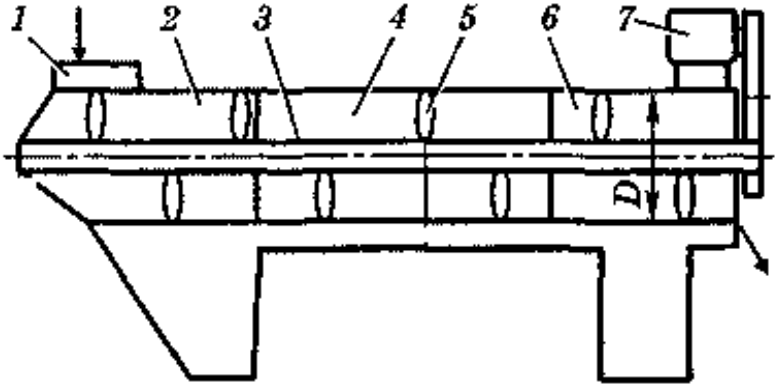


Рисунок 5 – Лопатева мийна машина:

1 – завантажувальна горловина; 2 – перший відсік; 3 – вал; 4 – другий відсік; 5 – лопаті; 6 – третій відсік; 7 – електродвигун

9.3 Технологічне обладнання для миття сировини, тари та обладнання

Жерстяну і скляну тару перед укладанням у неї харчових продуктів миють. Мийні цехи і машини розміщують на зручній відстані від технологічних цехів.

Сучасні машини для миття тари (рис. 6) мають високу продуктивність і витрачають велику кількість води й електроенергії. Якість миття консервної тари значною мірою залежить від температурного режиму миття, складу мийних розчинів і рівня забруднення тари. Для зменшення витрат мийної рідини її повторно використовують у мийних машинах, пропускаючи крізь фільтри. Миють також консервну тару з продуктом після стерилізації.

9.3.1 Технологічне обладнання для миття жерстяної тари

Металеву тару миють перед наповненням консервною масою і укупорену, наповнену масою, перед стерилізацією та після неї.

Пуста тара відносно чиста, на її поверхні є залишки мінерального масла і пил. Тому пристрої для її миття прості за конструкцією і

зручні в експлуатації. Для миття жерстяної тари перед її наповненням використовують гравітаційні лінійні самоплинні мийні пристрої.

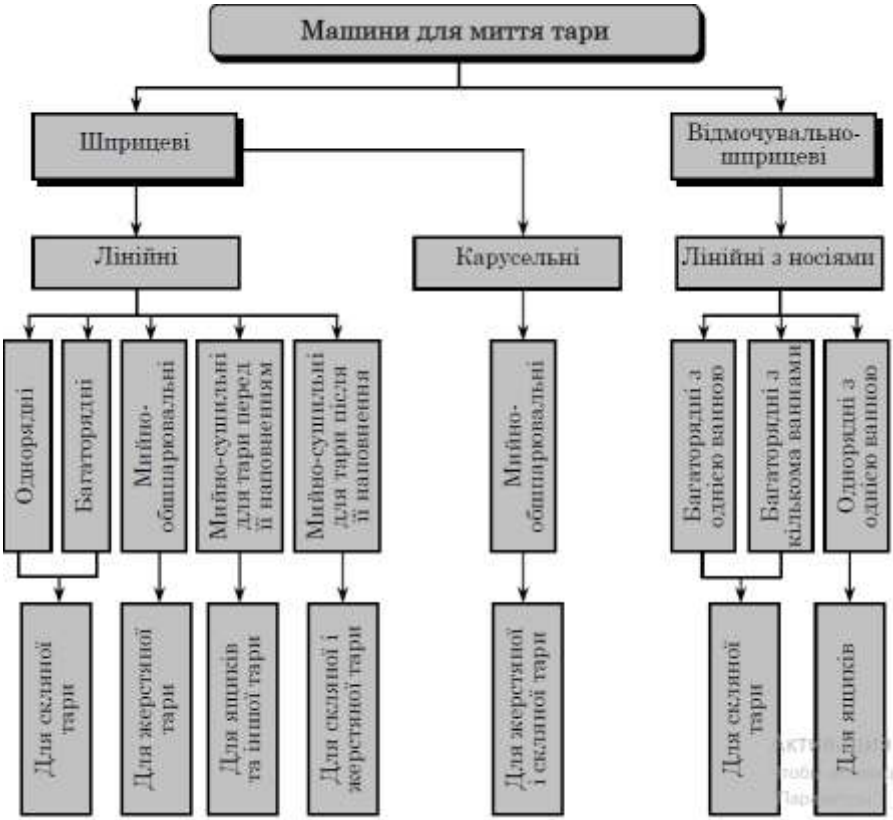


Рисунок 6 – Класифікація машин для миття тари

Наповнена тара до стерилізації і після неї забруднюється масою, що консервується, у складі якої можуть бути жири, через те миття такої тари більш складне, пов'язане з використанням мийних засобів і мийних машин відповідних конструкцій. Для миття жерстяних банок призначені машини А9-КМ1-125 (для миття пустих банок), А9-КМ2-125 і А9-КМ3-250 (для миття наповнених банок).

Мийна машина А9-КМ1-125 (рис. 7) призначена для санітарної обробки металевих консервних банок місткістю 54 – 889 мл перед наповненням їх продуктом. Вона має мийну камеру 1, станину 4, паро-

водяну комунікацію 3, приводну станцію 6, енергоустаткування 2, огородження 5. Всередині мийної камери 1, що складається із зварного корпусу і відкидних кришок, є ланцюговий конвеєр з носіями, на яких рухаються банки днищем догори вздовж камери, де вони послідовно обмиваються струменями гарячої води, пропарюються і виходять з машини.

Вал конвеєра приводиться в обертання ланцюговою передачею від приводної станції 6. Для орієнтування банок під час переміщення їх на конвеєрі слугують бічні напрямні і розміщений зверху рольганг; положення їх регулюється залежно від розмірів банок.

До дна корпусу приварений колектор, у який вставлені дві труби з отворами. На станині 4 кріпляться мийна камера, приводна станція 6 і пароводяна комунікація 3.

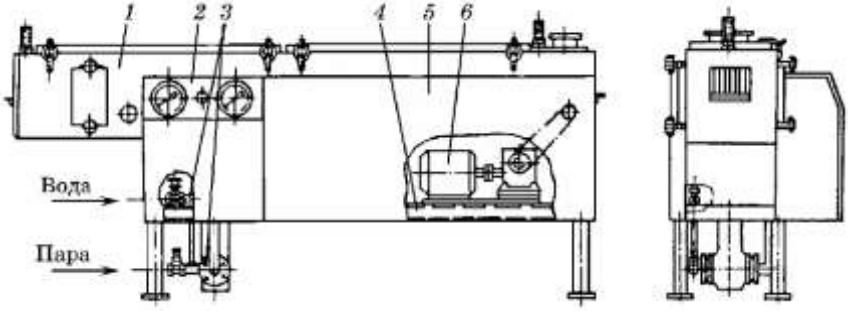


Рисунок 7 – Мийна машина А9-КМ1-125:

1 – мийна камера; 2 – енергоустаткування; 3 – водяна комунікація; 4 – станина; 5 – огородження; 6 – приводна станція.

Мийна машина А9-КМЗ-250 (рис. 8). Призначена для миття наповнених металевих банок. Складається з ванни 1, що має три секції, і мийних камер 12. Секція 8 служить для збору відпрацьованої води, яка зливається через патрубок 7, секція 6 –для збору основного мийного розчину, секція 5 з барботером 4 і трубчастим теплообмінником 2 – для обполіскувальної води, яка зливається через патрубок 3. Всередині мийної машини є ланцюговий конвеєр 11 з напрямними 10 для банок, колектор 15 з трубами 14 для мийного розчину і колектор 16 з трубами 17 для води. До мийної камери кріпляться лотки 9 і 19 для завантажування і вивантажування сировини, а також місткість 20 з кон-

центрованим розчином. На бічній стінці мийної камери змонтований щиток 13 з приладами контролю і керування машиною.

Ланцюговий конвеєр приводиться в дію від двигуна-редуктора 18 через ланцюгову передачу. Мийний розчин і вода подаються у відповідні колектори з секцій ванни насосами 21 і 22. У ванні підтримується температура 70 – 80 °С. При пуску машини вода підігрівається за допомогою барботера, а при сталому режимі — теплообмінником. За достатньої кількості гарячої води на підприємстві колектор її приєднується безпосередньо до мережі гарячої води.

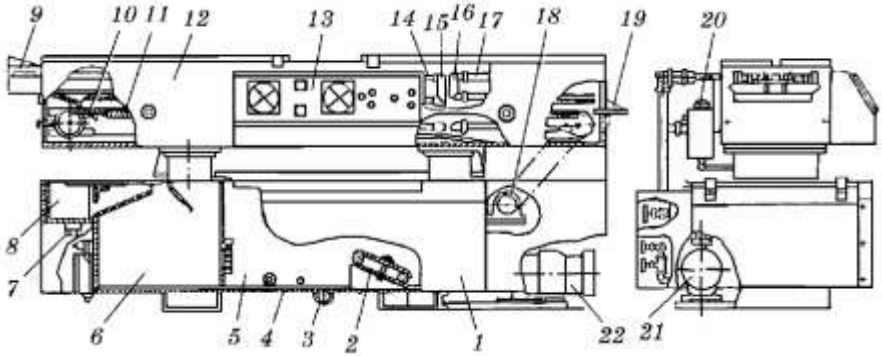


Рисунок 8 – Мийна машина А9-КМЗ-250:

1 – ванна; 2 – теплообмінник; 3 – патрубок; 4 – барботер; 5 – секція; 6 – секція для збору основного мийного розчину; 7 – патрубок; 8 – секція для збору відпрацьованої води; 9, 19 – лотки для завантажування і вивантажування сировини; 10 – напрямні; 11 – ланцюговий конвеєр; 12 – мийні камери; 13 – щиток; 14 – труби для мийного розчину; 15 – колектор для мийного розчину; 16 – колектор для води; 17 – труби для води; 18 – двигун-редуктор; 20 – ємність з концентрованим розчином; 21, 22 – насоси.

9.3.2 Машини для миття скляної тари.

Скляна тара перед надходженням у виробничий цех проходить наступні операції: вибраковування (підготовка до миття), миття, дезинфекцію і ошпарення.

Ефективність роботи машини для миття скляної тари, призначеної для фасування харчовими продуктами оцінюється перш за все повнотою видалення забруднень як з внутрішньої так і з зовнішньої поверхні, а також зниженням мікробного обсемінення їх внутрішньої поверхні.

Якість миття банок залежить від наступних чинників :

1. Тривалість відмочування і шприцювання і їх співвідношення за часом.
2. Температури миючого розчину в різних зонах мийної машини.
3. Хімічні властивості і концентрації миючого розчину.
4. Тиск миючого розчину при шприцюванні.
5. Ступінь забруднення банок.
6. Витрати миючого розчину і схеми його підведення.

Майже всі мийні машини для скляної тари відносяться до відмочувально-шприцювального типу (рис.3.). У цих машинах тара занурюється в різні миючі засоби (вода, лужні розчини і ін.), а потім піддається багатократному шприцюванню та душуванню.

Розрізняють банкомийні машини для

- дрібної тари (0,2 – 1.0 л)
- крупної тари (0.3 – 10 л.)

Пляшкомийна машина (рис. 9) призначена для миття скляної тари і може знайти вживання в лініях розфасовки продуктів в пляшки, банки і подібну тару в харчовій, хіміко-фармацевтичній і інших галузях промисловості.

Машина працює таким чином. Подавальний транспортер 17 підводить пляшки до пристрою 11 для завантаження, за допомогою якого вони завантажуються в гнізда пляшконосіїв 13. За один кінематичний цикл прийнятий час проходження пляшконосіїв 13 відстані, рівної кроку *t*. За цей же час відбувається завантаження одного пляшконосія пляшками. Кривошип робить один оборот за половину кінематичного циклу. В цей же час пляшконосії 13 переміщаються на відстань, рівній *t /2*, і роблять один вистій. За наступний оборот кривошипа пляшконосіїв 13 переміщаються ще на відстань *t/2* і роблять ще один вистій.

Таким чином, за один кінематичний цикл пляшконосіїв 13 переміщаються в два етапи на крок *t,* роблячи два вистоя. В один з вистоїв пристрій 11 для завантаження завантажує в пляшконосій 13 партію пляшок, рівну числу гнізд в пляшконосіїв 13. Пляшки проходять послідовно ванни 2 і 3, де вони відмочуються спочатку у воді, а потім в лужному розчині, далі переміщаються до шприцювальних пристроїв 15. Під час кожного з вистоїв відбувається шприцювання пляшок, під час переміщення пляшконосіїв 13 відбувається спорожнення пляшок від води, що залишилася після шприцювання. Таким чином, за один

кінематичний цикл шприцювання здійснюється двічі. Вимиті пляшки за допомогою пристрою 12 для вивантаження встановлюються на відвідний транспортер 18 і поступають до подальшого устаткування лінії розлива.

З метою зменшення габаритів пляшкомийної машини, зниження енерговитрат і металоємності , кількість зубів храпового колеса виконано в ціле число раз більшим, ніж кількість зубів приводної зірочки транспортера пляшконосіїв, а труби шприцювальних пристроїв встановлені з кроком, в те ж ціле число раз меншим, ніж крок між пляшконосіям.

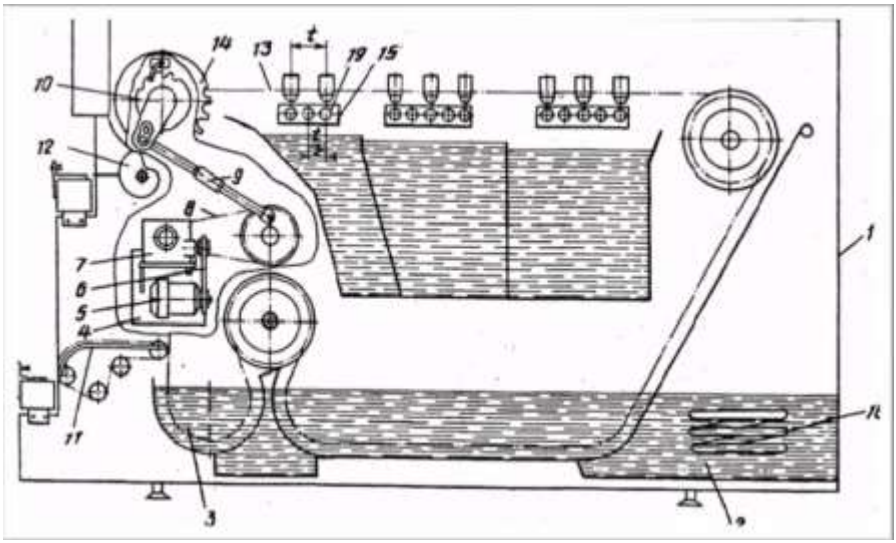


Рисунок 9 – Пляшкомийна машина:

1 – корпус; 2,3 – відмочувальні ванни; 4 – привід; 5 – електродвигун; 6 – варіатор; 7 – редуктор; 8 – ланцюгова передача, 9 – храповий механізм; 10 – храпове колесо, 11 – пристрої для завантаження пляшок; 12 – пристрої для вивантаження пляшок, 13 – транспортер пляшко носіїв; 14 – привідна зірочка; 15 – шприцювальний пристрій, 16 – підігрівач; 17 – подавальний транспортер; 18 – відвідний транспортер; 19 – форсунки

9.3.3 Миття обладнання

Усі харчові продукти, в тому числі й рослинні, є середовищем, у якому за відповідних температури і вологості розвиваються мікроби, в

тому числі й хвороботворні. Тому видалення залишків сировини з поверхні обладнання, приміщень і інвентарю — головна умова приготування якісних продуктів харчування. Санітарну обробку, переважно миттям, зазвичай проводять до закінчення кожної робочої зміни, а на вихідні дні поряд з миттям дезінфікують технологічне обладнання, інвентар і приміщення спеціальними розчинами.

При проектуванні сучасних підприємств консервного виробництва передбачають приміщення з резервуарами для приготування розчинів, насосними установками і системою трубопроводів для подачі мийного розчину та води для обполіскування у всі технологічні цехи. Безпосередньо в цехах встановлюють необхідну кількість розбірних кранів.

Технологічні трубопроводи обробляють способом так званого безрозбірного миття. При цьому мийний розчин циркулює по замкненому контуру трубопроводів впродовж 20 – 30 хв, після чого вони споліскуються чистою проточною водою до повного видалення мийних засобів з робочих поверхонь трубопроводів і зв'язаних з ними технологічного обладнання, апаратів та установок. Якщо на підприємствах немає спеціалізованих приміщень для приготування і подачі мийних і дезінфікуючих розчинів, використовують простий пристрій, змонтований на підлоговому візку. До його складу входять місткість для приготування робочого мийного розчину і спеціальна насадка для подачі мийного розчину на поверхню, що відмивається, води для обполіскування і дезінфікуючого розчину. Вода і пара підводяться до установки по гнучких шлангах і змішуються в ежекторі. Мийний розчин подається до місць використання також по гнучких шлангах з тиском на виході близько 0,4 МПа.

9.4 Обладнання для інспектування, сортування і калібрування

У виробництві консервованої продукції можна використовувати тільки сировину, яка відповідає стандартам технологічної інструкції. На консервних заводах є пристрої і машини для інспектування кондиційної і вибракування некондиційної продукції. З цією метою використовують різні обладнання і машини (рис. 10).

Інспектування – видалення непридатних для консервації плодів і овочів.

Рисунок 10 – Класифікація машин для інспектування, сортування та калібрування плодоовочевої сировини

Класифікується технологічне обладнання для інспектування наступним чином:

1. Стрічкові транспортери.
2. Роликові транспортери.
3. Вакуумні установки.

Стрічкові транспортери мають стрічку, на якій овочі і плоди оглядаються робочими та в разі необхідності видаляють непридатні.

Недолік стрічкових транспортерів – недостатність огляду нижніх частин продуктів, що лежать на стрічці. Для усунення цього недоліку застосовують **роликові транспортери** – в яких ролики обертаються та обертають овочі і плоди і дозволяють оглядати всю поверхню.

Вакуумна установка дозволяє полегшити інспекцію дрібної сировини (горошок, ягоди, квасоля і ін.) .Она складається з вакууму, шлангів і вакуум-пістолету і бачка для збору некондиційної сировини.

Інспекція може бути суміщена з сортуванням.

Конвеєр інспектувальний роликовий А9-КТ2-0 (рис. 11) призначений для інспектування і сполоскування овочів і фруктів. Складається він з каркаса 3, транспортного полотна 1, завантажувального бункера 2, карманів 4, приводу 5 і душового пристрою 6. На каркасі укріплені підшипники ведучого і натяжного валів із зірочками. Останні несуть

на собі тяговий ланцюг з конвеєрним полотном, яке виготовлене з дюралюмінієвих роликів діаметром 70 мм.

Під час руху полотна ролики перекочуються по гумових напрямних, примушуючи повертатися продукт, що знаходиться на них, і тим самим забезпечуються кращі умови інспекції. На полотно продукт потрапляє через завантажувальний бункер, у якому є заслінка, котрою регулюється товщина шару продукту. Для видалення відходів уздовж конвеєра з обох його сторін розміщені спеціальні збірники.

Продукт, що пройшов інспектування, обполіскується водою з душового пристрою, встановленого над похилою частиною конвеєра, і вивантажується через регульований за висотою лоток.

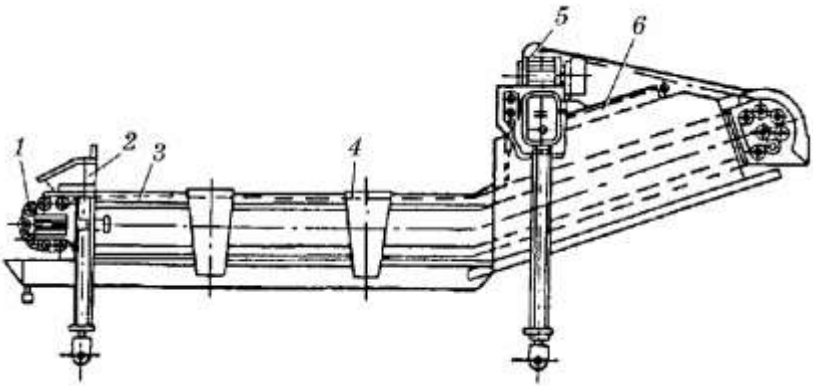


Рисунок 11 – Інспектувальний роликовий конвеєр А9-КТ2-0:
1 – транспортне полотно; 2 – завантажувальний бункер; 3 – каркас; 4 – кармани; 5 – привід; 6 – душовий пристрій.

Сортування – це розділення плодоовочевої сировини по сортах, по ступеню зрілості, кольору тощо, згідно стандартів на той або інший вид продукції.

Класифікація сортувальних пристроїв:

- Стрічкові транспортери.
- Роликові транспортери.
- Гідравлічні сортувачі.

Конвеєр сортувальний А9-К1 для ручного сортування (рис.12). Під час роботи конвеєра працівники розміщуються з обох його сторін. Каркас 1 конвеєра виготовлений із стальних труб, між якими натягнута прогумована стрічка 4, що підтримується знизу опорними роликами

5. Електродвигун 6 за допомогою черв'ячного редуктора 7 і пасової передачі приводить в обертання вал приводного барабана.

Сировина подається на завантажувальний лоток 8, звідки по трапляє на стрічку, яка перегородками 9 розділена на три частини. Сировина надходить у бічні відсіки стрічки. Працівники розділяють сировину на два сорти, вибираючи більші (або дрібніші) плоди із загального потоку і укладають їх на середню частину стрічки. У кінці конвеєра є три лотки 10 для відведення сировини за призначенням. Конвеєр складається із станини, приводної 2 і натяжної 3 станцій.

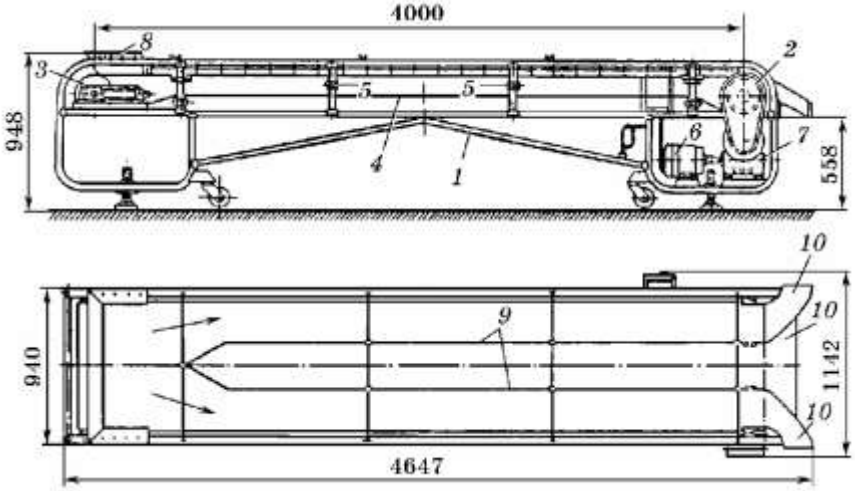


Рисунок 12 – Конвеєр сортувальний А9-К1 для ручного сортування:

1 – каркас; 2 – приводна станція; 3 – натяжна станція; 4 – прогумована стрічка; 5 – опорні ролики; 6 – електродвигун; 7 – черв'ячний редуктор; 8 – завантажувальний лоток; 9 – перегородки; 10 – лотки.

Гідравлічні сортувачі служать для розділення сировини (зелений горошок, томати, кукурудзяні зерна і ін.) по щільності. Доспілі плоди мають велику щільність, зелені або горошок молочної стиглості – меншу. Якщо їх опустити в судину з водою, то відбувається розділення на дві фракції, А якщо вода тече, то і відбувається відділення зерен горошку від перезрілого, зелених помідор від червоних.

Швидкість руху води у ванні 0,2 м/с. Довжина ванни повинна бути в стільки раз більше її висоти, в скільки разів швидкість змішай більше швидкості осадження

Швидкість осадження = 0,02-0,03 м/с. Тоді довжина ванни повинні бути 2,5-3,5 м.

Технологічне призначення калібрування полягає у виділенні і зборі однакових по розмірах плодів і ягід, що покращує товарний вид консервів (у скляній тарі) і запобігає розварюванню дрібних плодів, що піддаються тепловій обробці разом з великими.

Калібрування – це поділ продукту на групи з приблизно однаковими розмірами і масою. Сортування – це поділ продукту на групи приблизно однакової якості.

Стрічкові калібрувальні пристрої (рис13а)

а) являють собою послідовно змонтовані під нахилом стрічкові транспортери з отворами різних діаметрів (*d1, d2, d3*). Продукт, потрапляючи на стрічку транспортера в отвори свого діаметра, поділяється на три групи.

Замість стрічки можна використовувати вібраційні полотна або одне полотно, розподілене шириною на зони з різними отворами.

Вібраційні калібрувальні пристрої (рис. 13б) застосовують для калібрування картоплі та інших твердих плодів.

Барабанні калібрувальні пристрої (рис. 13в, г) – обертові барабани з отворами на поверхні. Поверхня розділена на зони з отворами зростаючих розмірів, що мають різну форму: круглу, овальну.

Різновидом барабанних калібрувальних пристроїв є паралельно змонтовані обертові перфоровані барабани 3, між якими є плоска похила поверхня (вулик) 2. Плід потрапляє в отвір барабана і падає в збірний лоток 1 всередині барабана, а потім відводиться на подальшу переробку. Більші плоди потрапляють на наступний барабан.

Дискові калібрувальні пристрої (рис. 13д) складаються з обертового корпусного диска 2 і продолговатих ребер 3 і 4, розташованих над диском так, що утворюють отвори діаметром d1, d2, d3. Розміри отвору можна регулювати зміною положення ребер над поверхнею диска.

Плоди 1, потрапляючи на поверхню диска гравітаційно і під дією відцентрової сили, що утворюється під час його обертання, виштовхуються в отвори між ребром і поверхнею диска.

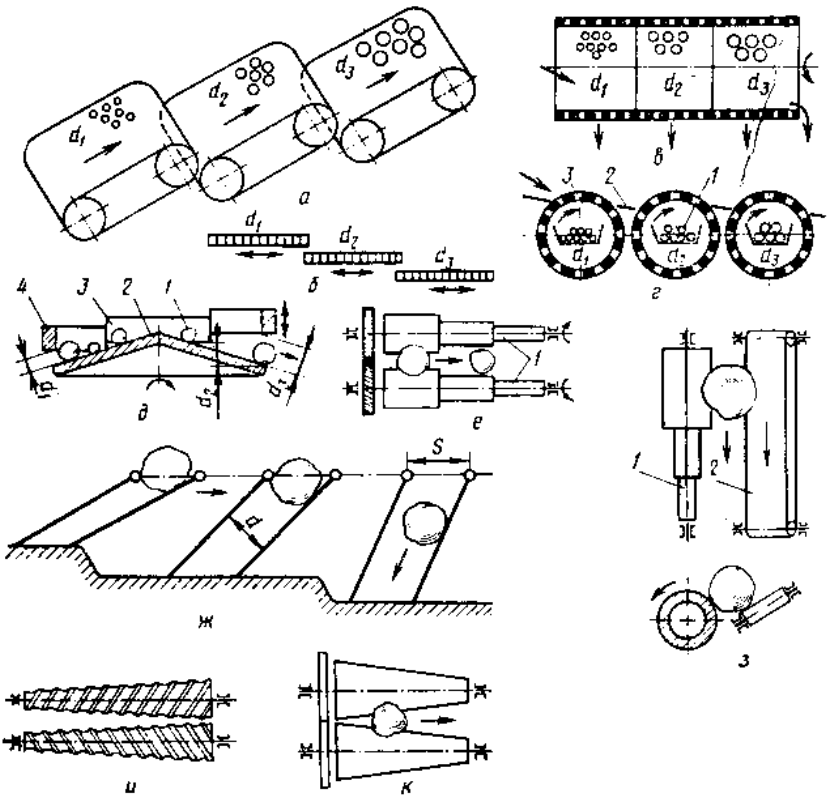


Рисунок 13 – Калібрувальні пристрої

У валикових калібрувальних (рис. 13е) і **валико-стрічкових** (рис. 13з) **пристроях** отвір утворюється відповідно між двома паралельно змонтованими обертовими ступінчастими валиками 1, між ступінчастим валиком 1 і похило змонтованим стрічковим транспортером 2.

Тросовий калібрований пристрій (рис. 13ж) складається з рухомих непаралельних розбіжних тросів. Зверху показано положення плоду, коли він лежить на рухомих тросах, відстань S між центрами яких менше діаметра d плода. Коли відстань між тросами перевищує діаметр плода, він падає до збірки.

Шнековий калібрувальний пристрій (рис. 13і) здійснює калібрування плодів кулястої форми двома обертовими в протилежні сторони шнеками з постійним шагом і діаметром, що зменшується.

Конусний калібрувальний пристрій (рис. 13к) влаштований аналогічно шнековому калібрувальним пристрою. Калібруючий ефект забезпечується двома конічними валиками, відстань між якими постійно збільшується.

Вагові калібрувальні пристрої придатні для калібрування плодів будь-якої геометричної форми: плоскої, округлої, кулястої та подовженої. Крім того, їх продуктивність теоретично не обмежена. Калібрувальний пристрій складається з ряду послідовно встановлених стаціонарних вагових пристроїв і рухомого чашкового транспортера з плодами; застосовують також вагові калібрувальні пристрої, які складаються з рухомих об'єднаних механізмів ваги – чаша.

Універсальна калібрувальна машина (рис. 14) зі змінними робочими органами призначена для калібрування майже всіх видів плодів і овочів. Продукт надходить в неї п'ятьма потоками, унаслідок чого значно підвищується продуктивність машини.

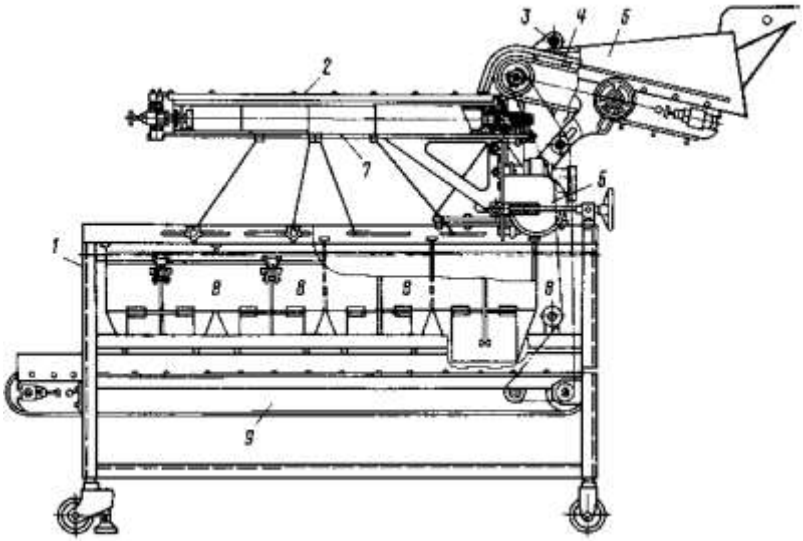


Рисунок 14 – Універсальна калібрувальна машина

1 – станина; 2 – калібрувальна головка; 3 – обертові скидачі; 4 – стрічкові транспортери; 5 – завантажувальний пристрій; 6 – привід; 7 – валики; 8 – збірники.

ЛЕКЦІЯ 10

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ, ЗМІШУВАННЯ І РОЗДІЛУ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

10.1 Технологічне обладнання для подрібнення плодів і овочів.

10.2 Технологічне обладнання для перемішування плодоовочевої сировини.

10.3 Технологічне обладнання для оброблення плодів і овочів.

10.1 Технологічне обладнання для подрібнення плодів і овочів

Рослинна сировина, що поступає на переробку, піддається подрібненню. Виняток становлять ягоди, деякі види плодів, призначені для виготовлення компотів, зелений горошок, дрібні томати і ін.

Подрібнення проводять різальними машинами, робочим органом яких служить ніж або дробарками перед пресуванням рослинної сировини для отримання соку. Для тонкого подрібнення (приготування пюре, соків з м'якоттю) застосовують гомогенізатори. З вище сказаного, все технологічне обладнання для подрібнення плодоовочевої сировини можна розділити на три групи:

1. Обладнання для подрібнення різанням.
2. Обладнання для подрібнення.
3. Гомогенізатори.

10.1.1 Обладнання для подрібнення різанням

Різанням називається обробка матеріалу шляхом його розділення з метою надання йому заданої форми, розмірів і якості поверхні. При різанні матеріали розділяються на частини в результаті руйнування граничного шару. Руйнуванню передує пружна і пластична деформація, на яких і витрачається в основному робота різання.

Класифікація пристроїв для різання.

1. **За призначенням** технологічне обладнання може бути для різання:

-крихких матеріалів;
-твердообразних;
-пружно-в'язко-пластичних;
-неоднорідних матеріалів.

2. **За принципом дії**
   -періодичного;
   -безперервного;
   -комбінованого.
3. **По характеру руху ріжучого інструменту:**
   -з обертальним рухом;
   -із зворотно-поступальним;
   -плоскопаралельним;
   -поворотним;
   -вібраційним.
4. **По характеру руху матеріалу** при різанні і по вигляду його кріплення.
5. **По виду ріжучого інструменту** (ножа):
   -пластинчасті (стрічкові);
   -дискові;
   -струнні;
   -гільйотини;
   -роторні;
   -струменеві (рідкі і пневматичні);
   -ультразвукові;
   -лазерні.
6. **За формою ножа:**
   -з прямим лезом;
   -з криволінійним;
   - лезо у формі диска.

При різанні має місце таке відносне переміщення ножа і продукту, при якому рух відбувається одночасно як перпендикулярно так і паралельно лезу.

На рис. 1 показана схема, яка пояснює процес різання продукту машинами з різними ножами.

Рухомий продукт зустрічає дисковий ніж 3, що обертається з певною кутовою швидкістю. Швидкості руху продукту вздовж леза $\mathbf{v_т}$ і перпендикулярно до леза $\mathbf{v_{пр}}$ геометрично складаються, і вплив на продукт зростає. Стрічковий ніж 2 забезпечує безперервний рух леза перпендикулярно до руху продукту зі швидкістю v_m; при цьому продукт розрізається.

Інший спосіб різання забезпечується зворотно-поступальним рухом ножа 1 з середньою швидкістю v_m. Різальні інструменти 1 і 3,

що діють роздільно або спільно, набули широкого поширення в тих випадках, коли необхідно нарізати шматочки у вигляді локшини (стовбців) або кубиків.

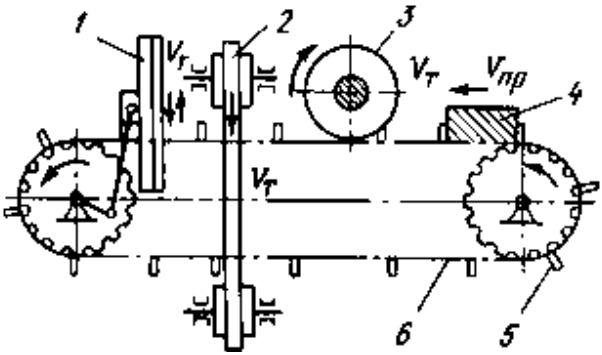


Рисунок 1 – Схема процесу різання продукту ножами

1 – ніж зворотно-поступального руху; 2 – стрічковий ніж; 3 – дисковий ніж; 4 – продукт; 5 – скребки; 6 – транспортер.

У деяких різальних машинах ніж не робить зворотно-поступального руху, тобто $v_m = 0$, тому продукт подрібнюється не різанням, а рубанням, що небажано, але виправдано завдяки конструктивному спрощенню різальних пристроїв. Щодо узагальненої схеми досить відключити ніж 1 від механізму, що приводить його в зворотно-поступальний рух, і замість різання відбувається рубання за $v_m = 0$.

Схеми механізмів з дисковими ножами, змонтованими на загальному валу, показані на рис. 2. Продукт лежить вільно на стрічковому транспортері або на підставці з опорами.

На рис. 2 *а, б* наведено комбінований різальний інструмент, що складається з горизонтального леза і гребінки з вертикально установленими тонкими лезами. Цим інструментом продукт розрізають відразу в двох площинах – горизонтальній і вертикальній. Нарізаний продукт має форму паралелепіпедів (стовпчиків), розміри яких залежать від висоти установки леза горизонтального ножа над диском і відстані між вертикальними лезами.

За умови, коли $v_m \geq v_{пр}$, різання супроводжується значною деформацією продукту. Якщо продукт закріплений (фіксується) нерухомо [$v_m > v_{пр}$; v_m =(20...30) $v_{пр}$], різання виходить набагато якісніше (див. рис. 2 *б*). Заміна дискового ножа, стрічковим краща під час різання

твердих матеріалів на великі шматки. Такий спосіб широко застосовують у консервній промисловості.

Різальний механізм із нерухомим плоским ножем 2 і гребневидною опорою 1 показаний на рис. 2 в.

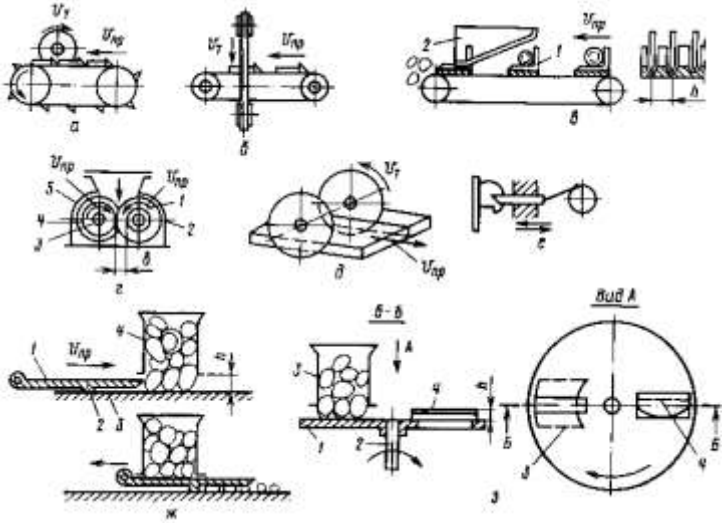


Рисунок 2 – Схеми механізмів із дисковими ножами

Різання відбувається, якщо ніж розташований похило до площини руху ($\mathbf{v_{пр}}$). Таке виконання просте і доцільне в разі різання великих плодів. Механізм із дисковими ножами і ротаційної подачею (рис. 2 г) складається з вала 2 з дисковими ножами 1, змонтованими на певній висоті h (рис. 2 в), вала 3 (рис. 2 г) з барабаном 4, установленими в кожусі 5. На поверхні барабана нарізані канали, у які заходять ножі, завдяки чому продукт повністю розрізається. Схема різання двома дисковими ножами показана на рис. 2 д. Механізм різання (перетину) плоским ножем, здійснюється зворотно-поступальним рухом за допомогою кривошипно-шатунного механізму, зображеного на рис. 2 е. У механізмі, показаному на рис. 2 ж, плоди засипають у бункер 4. Нижній край його знаходиться на відстані h від нерухомої площини 3. Кожух бункера служить опорою, завдяки якій під час руху ножа 1 відрізається шар продукту необхідної товщини, що виступає з бункера. Потім ніж виступом 2 виштовхує цей шар під бункер і повертається в початкове положення, далі процес повторюється. У механізмі з плоскими ножами (рис. 2 *з*) зворотно-поступальний рух ножа замінено обер-

тальним. Ніж 4 закріплений нерухомо на обертовому диску 1 так, щоб лезо його було розташоване вище від диска на величину h, і під час обертання вала 2 ніж зрізає шар продукту, що надходить з бункера 3, необхідної товщини.

На диску можна закріпити декілька ножів (звичайно 2–4). Залежно від частоти обертання диска змінюється продуктивність різального механізму.

Механізм різання в трьох взаємно перпендикулярних площинах (на кубики) показаний на рис. 3. У горизонтальному барабані 1 на горизонтальному валу обертається вертикальна шайба 2 з радіальними лопатками 8. Частина 10 барабана 1 вільно закріплена за підставу 9, а її положення регулюється і фіксується гвинтами 11. Продукт 6 надходить у барабан і притискається шайбою 2 до його стінок. Обертові лопатки 8 захоплюють продукт, подають його до нерухомих плоских ножах 7, які розрізають його на шари. Висота *h* пласта залежить від кута розташування частини 10 до барабана 1. Дисковий ніж 12 нарізає пласти на смужки, а плоскі ножі 4, вмонтовані на роторі 3, нарізають смужки на кубики шириною δ = 8 мм.

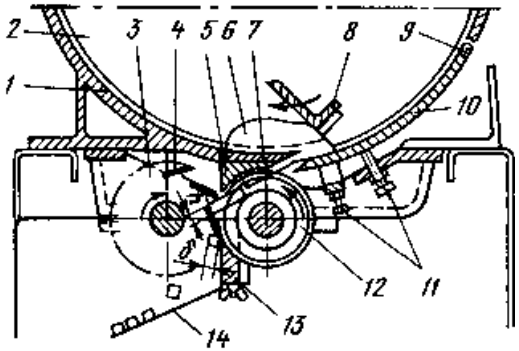


Рисунок 3 – Механізм різання в трьох взаємно перпендикулярних площинах

1 – барабан; 2 – шайба; 3 – ротор; 4 – ножі; 5 – опора; 6 – продукт; 7 – плоскі ножі; 8 – обертові лопатки; 9 – підстава; 10 – частина барабану; 11 – гвинти; 12 – дисковий ніж; 13 – гребені; 14 – жолоб.

Завдяки каналам на поверхні опори 5 і зубцям у заданій частині на відбиваємому гребені 13 можна повністю розрізати продукт. Отримані кубики відводяться по жолобу 14.

У різальному механізмі машини «Ритм» продукт завантажується в бункер і потім потрапляє в кишені живильника, що обертається з частотою 500 $хв^{-1}$.

Електродвигун приводить в обертання зубчастий редуктор, розташований у корпусі. Продукт, поданий живильником у зону різання, розрізається в трьох взаємно перпендикулярних площинах на кубики і за допомогою лотка виводиться з машини. Деталі й вузли змонтовані на зварній станині.

Використовуючи комплект ножів, які додаються до машини, можна нарізати кубики з розміром граней 5, 7 і 10 мм. Продуктивність машини «Ритм» складає 0,56 кг/с (2000 кг/год), потужність електродвигуна 1,7 кВт, маса 280 кг.

10.1.2 Обладнання для подрібнення

Подрібненням – називається обробка матеріалу шляхом його розділення, коли форма і розміри подрібненого продукту не обмовляються спеціальними вимогами.

Класифікація способів подрібнення:

1. **По характеру прикладених зусиль:**
   - подрібнення ударом;
   - розчавлюванням (стисненням);
   - розколюванням;
   - стиранням;
   - розривом.

На практиці часто комбінують різні дії, наприклад, стиснення і удар, удар і стирання і ін.

2. **За типом подрібнення** (розривом шматків):

Тип подрібнення	Розміри шматків матеріалів, мм	
	До подрібнення	Після подрібнення
Велике	1000 – 200	250 – 40
Середнє	250 – 25	40 – 10
Дрібне	50 – 25	10 – 1
Тонке	25 – 3	1 – 0,4
Колоїдний розмір	0,2 – 0,1	0,001

Таке розділення, хоча і умовне, але все таки допоможе класифікувати машини для подрібнення.

На відміну від різання, в якому робочим органом є ніж або комбінація ножів, в дробарках робочими органами є зуби, насаджені на барабан, що обертається, або відлиті разом з ним.

Поширення набули дво- або однобарабанні дробарки (рис. 4).

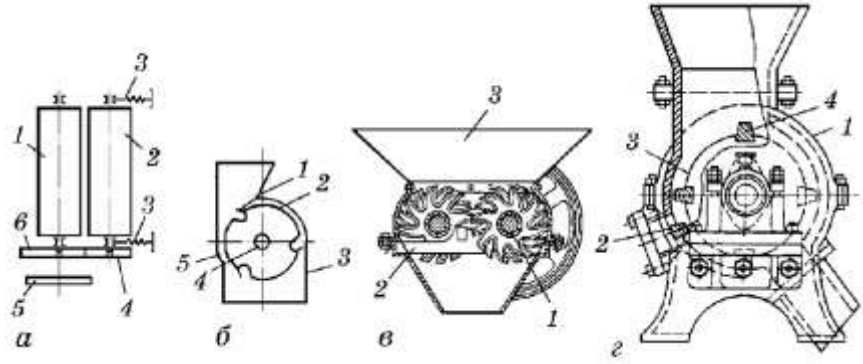


Рисунок 4 – Схеми подрібнювальних машин: а) двобарабанних; б) однобарабанних

1 – зубчаті диски; 2 – грати; 3 – бункер; 4 – нерухома рейка.

Двобарабанна дробарка використовується для подрібнення томатів і ін. продуктів з високим вмістом вологи. Складається із зубчатих дисків 1, гратів 2 та бункера 3. Зуби одного диска заходять між зубами іншого. Вали дисків обертаються з різною швидкістю. Нижче дисків є грати, де додатково продукт подрібнюється.

Однобарабанна дробарка має барабан 2 із зубчатими рейками 3, який встановлений в корпусі 1. На внутрішній частині корпусу встановлена нерухома рейка 4, між зубцями якої проходять зубці барабанних рейок.

Продукт поступає з бункера і потрапляє між рухомими і нерухомими рейками, дробиться зубами і падає вниз в збірку (бункер).

Застосовують також **валкові дробарки** для подрібнення винограду з гребенями, ягід, плодів і ін. Конструкцію і принцип їх дії ми розглянемо в наступній лекції, коли вивчатимемо устаткування для переробки винограду.

Для подрібнення картоплі, макухи, солоду та ін. використовують **ударні (молоткові) дробарки** (рис. 5). Їх конструкція аналогічна однобарабанній дробарці, тільки робочими органами тут є лопатки 1,

що вільно сидять на стрижнях 2. Під барабаном встановлено сито 3, величина отворів якого визначає розмір частинок дроблення.

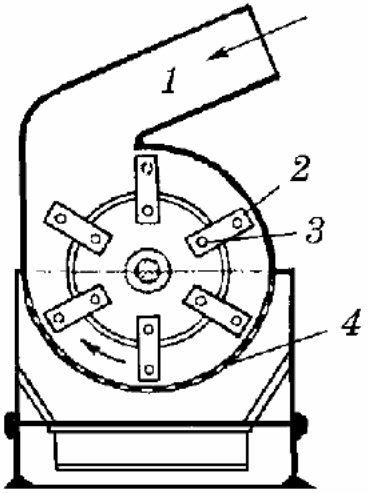


Рисунок 5 – Схема молоткової дробарки:
1 – живильник; 2 – молотки; 3 – стержні; 4 – сито.

10.1.3 Гомогенізатори

Гомогенізатори використовуються для тонкого подрібнення продукту (до розмірів 100.200 мкм), для отримання однорідної маси (гомогенної). Необхідність такого подрібнення виникла при виробництві соків з м'якоттю і консервів для дитячого харчування. При гомогенізації таких продуктів, як томатний сік, зменшується його розшаровування. Гомогенізація таких консервів, як овочеві і м’ясоовочеві супи, значно покращує їх якість.

Принцип роботи гомогенізатора полягає в продавлюванні продукту через вузьку щілину між сідлом і клапаном гомогенізуючої головки. Перед клапаном продукт має тиск 15…17 МПа, а після клапана – трохи більше атмосферного. При такій різкій зміні тиску відбувається тонке подрібнення м'якоті.

Для тонкого подрібнення овочевих соків використовують гомогенізатори, що використовують в молочній промисловості, конструк-

цію яких ми вже розглянули при вивченні машин і устаткування молочної промисловості.

В якості гомогенізуючого органу (рис. 6 а) використовують звичайний клапан, який притиснутий до сідла 2 з певною силою.

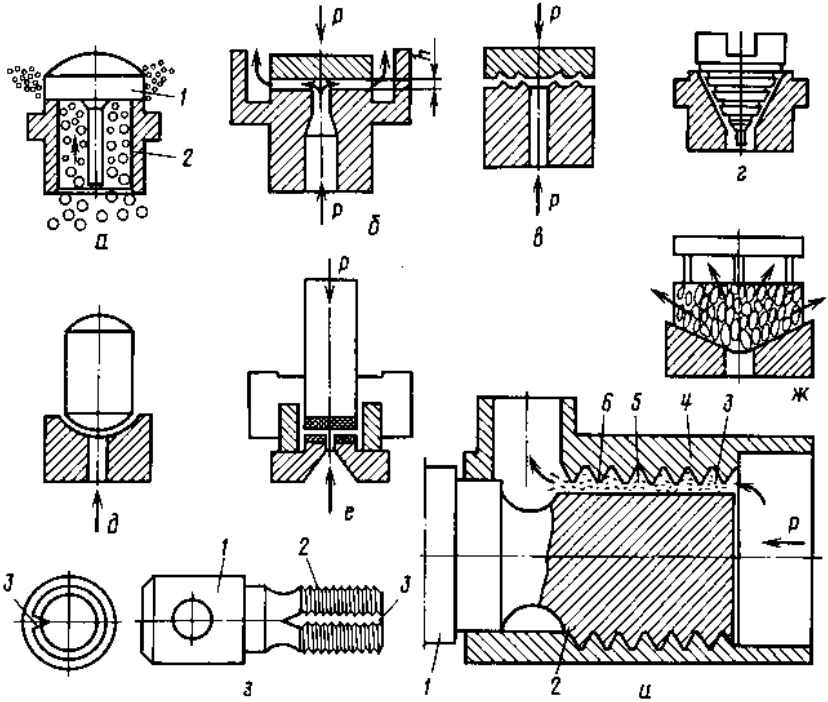


Рисунок 6 – Конструкції гомогенізуючих органів

1 – деталі; 2 – нарізка; 3 – трикутний перетин; 4 – край трубопроводу; 5 – канал розширеного перетину; 6 – канал вузького перетину.

У виконанні, представленому на рис. 6 б, клапан огороджений відбивними стінками. Вважається, що при цьому збільшується час витікання з високою швидкістю і поліпшується гомогенізація. Сила *P*, прикладена при подачі продукту, піднімає клапан, і між ним та сідлом утворюється вузький канал висотою *h*, через який протікає рідина.

Клапан залишається над сідлом у плаваючому стані, і внаслідок зміни гідродинамічних умов (тиску, вібрації) висота каналу постійно змінюється. Сила, із якою клапан притискається до сідла, створюється

часто пружиною, у деяких конструкціях тиском; цю силу можна регулювати.

Значення цього визначається тиском, з яким подається продукт. Тонкість подрібнення (гомогенізація) залежить від тиску, конструкції гомогенізую чого органу, рівномірності подачі, стану та попередньої обробки продукту.

Ту ж мету переслідують похилі і концентричні прорізі в плоскому (рис. 6 в) і конусному (рис. 6 г) клапанах. Сферичний клапан (рис. 6 д) використовують дворазово, робочими елементами в ньому є дві закруглені поверхні. Виконання, зображене на рис. 6 е, аналогічне зображеному на рис. 6 б, але з тією різницею, що робочі поверхні в цьому випадку оброблені твердим сплавом із високою зносостійкістю.

Клапан у виконанні, показаному на рис. 6 ж, у якому суцільне металеве тіло замінене пресованим металевим дротом. У ньому утворені різноманітні криволінійні вузькі канали, через які протікає стиснений продукт і тонко подрібнюється.

Гомогенізуючими пристроями, зображеними на рис. 6 з, і, є деталі 1 з нарізкою 2 і каналом 3 трикутного перетину, який нагвинчується гайкою на край трубопроводу 4 для подачі продукту. Між каналом 3 і різьбою гайки утворюється зигзагоподібний канал вузького 6 і розширеного 5 перетинів. При русі продукту на нього діє то високий, то низький тиск.

Загальні вимоги, що пред'являються до різальних машин, дробарок та гомогенізаторів.

1. Різальні машини повинні забезпечувати різання плодів і овочів з min відходами частинок різання, яке не відповідає вимогам розмірів і форм.
2. Конструкція машин повинна забезпечувати можливість швидкої і легкої зміни всіх частин, що зношуються, елементів, особливо подрібнювальних.
3. Продукт різання повинен мати однакові форму і розміри.
4. Подрібнений продукт повинен складатися з шматків однакового розміру.
5. Конструкція машин повинна допускати по можливості швидку та легку зміну ступеня різання та подрібнення.

6. У дробарках подрібнений продукт повинен негайно відалятися з камери подрібнення для уникнення додаткового подрібнення, що приводить до зайвої витрати енергії.

7. Дробарка повинна мати min масу.

8. Різальні машини і дробарки повинні мати запобіжні елементи, що виключають поломки всієї конструкції при виході з ладу якогось елементу (робочого органу).

10.2 Технологічне обладнання для перемішування плодоовочевої сировини

Перемішування в рідкому середовищі може бути здійснене одним з трьох способів:

- механічним;
- потоковим;
- пневматичним.

Механічне перемішування проводиться за допомогою механізмів – **мішалок**. У консервній промисловості застосовують:

- лопатеві;
- пропелерні;
- турбінні мішалки.

Класифікацію, пристрій і принцип роботи мішалок ми розглянули при вивченні фаршемішалок.

Потокове перемішування проводиться шляхом перемішування рідких потоків в спеціальних змішувачах.

Пневматичне перемішування здійснюється за рахунок енергії газових або парових струменів, що поступають в рідку масу.

На консервних заводах за допомогою перемішування вирішують два завдання:

1. Отримання однорідної суміші декількох компонентів.

2. Інтенсифікація процесів нагріву рідких продуктів в теплових апаратах.

На консервних заводах метою перемішування є виробництво однорідної суміші з кількох компонентів та інтенсифікація процесів нагрівання рідких продуктів у теплових апаратах. Для перемішування рідких продуктів застосовують лопатеві і турбінні мішалки. Найпоширеніші лопатеві мішалки (рис. 7).

Лопатеві мішалки мають найпростішу порівняно з іншими мішальну конструкцію. Пристроями для перемішування в них є плоскі лопаті, встановлені перпендикулярно або похило до напрямку руху (рис. 7, а).

Лопаті посаджені на вертикальний або горизонтальний вал, що обертається. В одній площині може бути від однієї до чотирьох лопатей (рис. 7, б). Кількість рядів лопатей за висотою також різна (від 1 до 5).

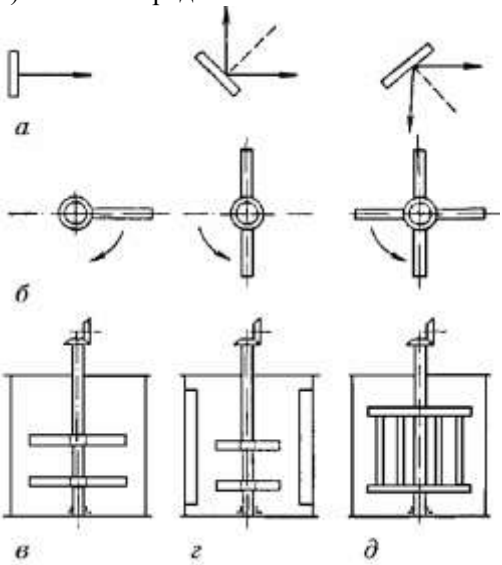
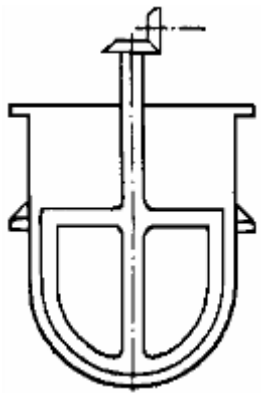


Рисунок 7 – Лопатеві мішалки:

а – з різним нахилом лопатей; б – пристрій з лопатей; в – парні лопаті; г – мішалка з відбивачами; д – ґратчаста мішалка.

Форма лопатей – від простого прямокутника до форм складної конфігурації. Використовують ґратчасті, якірні та інші лопаті. Вибір їх типу залежить від характеру перемішуваного продукту. Так, якірні мішалки (рис. 8) призначені для перемішування систем, що утворюють осад. Щоб запобігти обертальному руху рідини разом з лопатями (особливо при перемішуванні в'язких рідин), встановлюють відбивачі (рис. 7, г). При обертанні мішалок поверхня рідини набуває форми параболоїда, глибина якого збільшується із зростанням частоти обертання. Лопатеві мішалки роблять не більше 400 хв$^{-1}$. Звичайна частота обертання 20 – 80 хв$^{-1}$.



Перевагою лопатевих мішалок є їх простота. Однак вони не забезпечують якісного пе-

ремішування в напрямку, перпендикулярному площині лопаті.

Рисунок 8 – Якірна мішалка

Якщо лопаті встановлені перпендикулярно до напрямку руху, то не забезпечують утримання частинок суспензії у зваженому стані, особливо якщо щільність частинок велика, а в'язкість рідини мала.

Прості лопатеві мішалки (рис. 7, в) придатні переважно для перемішування малов'язких рідин (до 0,1 Па•с).

Більш в'язкі рідини рекомендується перемішувати рамними мішалками або мішалками в ємностях з відбивними перегородками.

Ефективне перемішування забезпечує лопатева планетарна мішалка (рис. 9), однак вона складна за конструкцією.

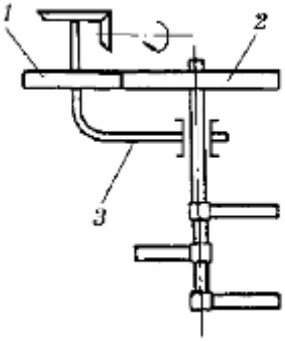


Рисунок 9 – Планетарна мішалка:

1 – нерухоме зубчасте колесо; 2 – рухоме зубчасте колесо; 3 – водило

Пропелерні мішалки (рис. 9) мають робочим органом гвинт (пропелер), насаджений на вертикальну або горизонтальну вісь. Діаметр гвинта становить від 1/3 до 1/4 діаметра ємності, в якій відбувається перемішування. Гвинти бувають дво- і трилопатеві. Завдяки куту нахилу лопатей, що змінюється по їх довжині, частинки рідини відштовхуються гвинтом у багатьох напрямках. Внаслідок цього виникають зустрічні потоки рідини, що забезпечує добре перемішування.

Для надання осьового напрямку потокові рідини, який утворюється пропелером, останній розміщують іноді в короткому циліндрі з розтрубом, а для кращого перемішування на одній осі встановлюють два гвинти, які створюють зустрічні потоки. Частота обертання цих мішалок 150 – 1000 хв$^{-1}$. Пропелерні мішалки доцільно застосовувати для текучих і помірно в'язких (до 6 Па•с) рідин. Порівняно з лопате-

вими ці мішалки ефективніші, але споживають більше енергії. За напрямку потоку рідини до дна вони добре каламутять осад з частинками до 0,15 мм. Ефективність мішалок підвищує похиле розміщення осі гвинта.

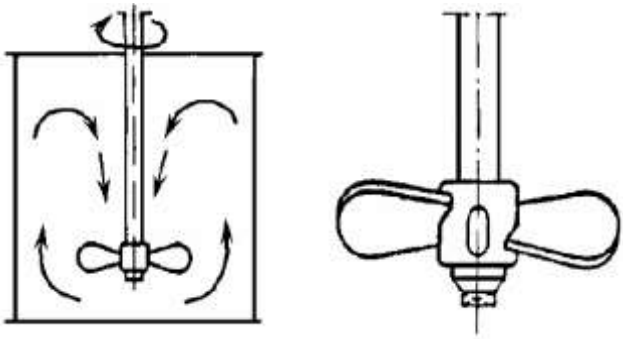


Рисунок 9 – Пропелерна мішалка

Турбінні мішалки. Їх робочим органом є турбінне колесо (турбіна), що обертається на вертикальній осі. Колесо робить від 200 до 2000 хв–1. Робота його аналогічна роботі колеса відцентрового насоса. На рис. 10 показано напрямок потоку рідини в турбінній мішалці. Рідина входить в колесо по осі через центральні отвори і, набуваючи прискорення від лопатей, викидається з колеса в радіальному напрямку. Колесо, що обертається, нерідко встановлюють всередині нерухомого напрямного колеса з лопатями. Призначення цього колеса – плавно змінювати напрямок потоку рідини і зменшувати гідравлічні втрати.

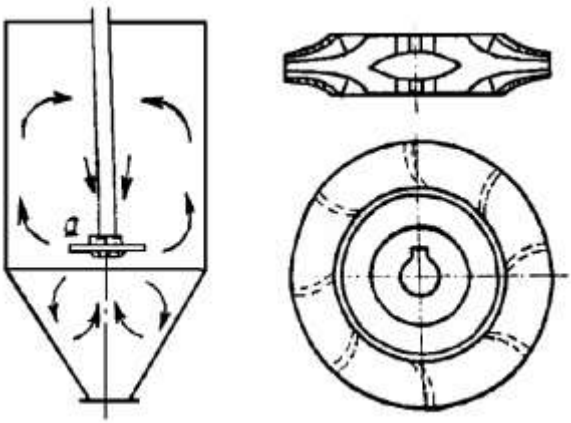


Рисунок 10 – Турбінна мішалка

Турбінні мішалки працюють дуже ефективно. Вони придатні для перемішування рідин як з малою, так і з великою (до 50 Па•с) в'язкістю. Їх можна використовувати для скаламучування осадів у рідинах, що містять до 60 % твердої фази, а також для перемішування в рідинах сипких речовин із частинками розміром до 25 мм.

10.3 Технологічне обладнання для оброблення плодів і овочів

Сировина, що поступає на консервні заводи, піддається обробленню, тобто такій підготовці, при якій підвищується харчова цінність сировини, оскільки з нього віддаляється шкірка, листяна оболонка, кісточки, плодоніжки, качани та ін. неїстівні і малоцінні в харчовому відношенні частини. Оброблення сировини зазвичай передує тепловим технологічним процесам і проводиться переважно механічними способами.

Устаткування для оброблення сировини, не дивлячись на різноманіття, можна розділити на декілька основних груп.

1) Машини, в яких продукт протирається через перфоровану поверхню (протиральні);

2) Машини, в яких зовнішній шар продукту (шкірка) руйнується абразивною поверхнею (кожуроочисні);

3) Машини, в яких з продукту вибиваються кісточки (кісточковибивні);

4) Машини, в яких під дією ударів продукт розділяється на дві або три фракції (горохо-молотильні та лущильні);

5) Машини, в яких точно фіксований плід (яблуко) піддається дії трубчастого або пелюсткового ножа, що видаляє насінну коробочку і що руйнує продукт на часточки необхідного розміру (яблукорізальні).

10.3.1 Протиральні машини

Принцип роботи протиральних машин заснований на такій силовій дії на оброблюваний продукт, при якому він, притискаючись до перфорованої циліндрової сітчастої поверхні, втрачаючи рідку фазу, що проходить через отвори в ситі. Тверда ж фаза (відходи) залишається усередині сита і виводиться з машини.

У **бичових протиральних машинах** з конічним і циліндричним сітчастим барабанами (рис. 11, а, б) маса сировини надходить у завантажувальний пристрій 1, по якому прямує в сітчастий барабан 8. В ньому вона потрапляє на рухомі бичі 7, притискається до робочого сита, протирається крізь його отвори і надходить у збірник протертого напівфабрикату 4. Відходи з барабана спрямовуються у збірник 5 і видаляються з машини. Бичі кріпляться до тримачів 6, які укріплені на валу 2. Обертальний рух вала 2 передається через шків 3. Верхня частина сітчастого барабана закрита кожухом 9.

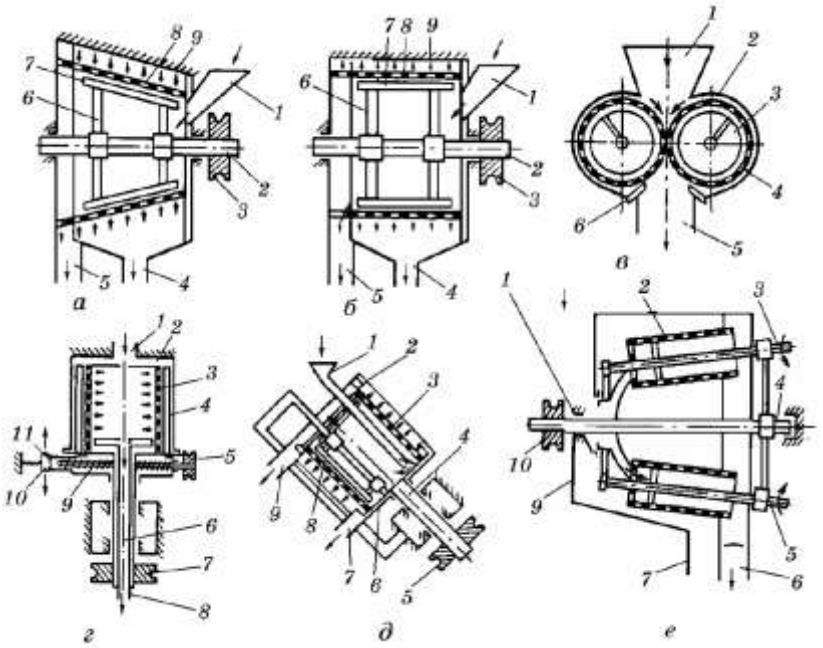


Рисунок 11 – Контурні схеми основних протиральних машин і фінішерів

1 – завантажувальний пристрій; 2 – вал; 3 – шків; 4 – напівфабрикат; 5 – збірник; 6 – тримачі; 7 – бичі; 8 – сітчастий барабан; 9 – кожух; 10 – щілина між тубусом і конусом; 11 – розвантажувальний тубус.

У **безбичовій протиральній машині** (рис. 11, в) сировина (цілі плоди) після теплової обробки або без неї потрапляють спочатку в завантажувальний бункер 1, потім на поверхню барабанів 4, що обертаються назустріч один одному. Протертий напівфабрикат гвинтами 3 виводиться з машини, а відходи скребками 6 знімаються з поверхні барабанів і також виводяться з машини через лоток 5. Всі деталі установки змонтовані в кожусі 2.

У протиральній машині з сітчастим барабаном, що обертається (рис. 11, г), і подачею сировини на його зовнішню поверхню вона надходить у завантажувальний патрубок 1 під надмірним тиском (не більше 0,1 МПа) і подається в робочу камеру 2. Потім маса проходить на поверхню сітчастого барабана, що обертається 3, всередину і утво-

рює на внутрішній поверхні параболоїд обертання, близький за формою до циліндра. Протертий напівфабрикат під надмірним тиском всередині сітчастого барабана по нерухомій трубі 8 і виводиться з машини.

Грубі частинки сировини і домішки, притиснуті до поверхні барабана, що обертається, знімаються нерухомими скребками 4 і просуваються по їх поверхні завдяки нахилу в нижню частину робочої камери 2. Тут вони захоплюються шнеком 9, що обертається, і подаються в розвантажувальний тубус 11, а потім через щілину між тубусом і конусом 10, який притискається до тубуса пружиною, виводяться з машини. Сітчастий барабан має порожнистий вал 6, на якому закріплений шків 7 приводу барабана.

Основна робоча камера 2 болтами з'єднана з корпусом машини. Гвинт набуває обертального руху від індивідуального приводу через шків 5.

У протиральній машині з сітчастим барабаном, що обертається (рис. 11, д), маса надходить у завантажувальну трубу 1, з якої подається всередину барабана 3, що обертається на валу 4.

Під дією відцентрової сили вона крізь отвори робочого сита барабана спрямовується в кожух 2, потім у нижню частину його і лопатями барабана через патрубок 7 у вигляді протертого напівфабрикату виводиться з машини. Грубі частинки і домішки притиснуті до поверхні сита, скребком 8 спочатку з барабана і потім лопатями барабана виводяться з машини через патрубок 9. Вал сітчастого барабана приводиться в рух шківом 5. Всі деталі змонтовані на корпусі 6.

У безбичовій протиральній машині з сітчастими барабанами, що обертаються навколо власної осі машини (рис. 11, е), сировинна маса надходить у бункер 1, а потім спеціальним розподільником 8 спрямовується в сітчасті барабани 2. Протертий напівфабрикат надходить у збірник і через патрубок 7 виводиться з машини. Грубі частинки і домішки завдяки нахилу барабана відносно осі машини і складному обертанню сходять з його внутрішньої поверхні і видаляються через патрубок 6. Вали 3 і 5 сітчастих барабанів приводяться в обертальний рух через планетарні зубчасті передачі від основного зубчастого колеса, посадженого на основний вал 4, через шків 10.

Конструкції протиральних машин і фінішерів постійно вдосконалюються. Конструктивні схеми протиральних машин із сітчастим барабаном, що обертається, і нерухомими бичами-скребками най-

більш перспективні. При високій питомій продуктивності режим протирання в них м'який, тому вироблений на них протертий напівфабрикат з дисперсним складом за харчовою цінністю набагато кращий за отриманий на машинах класичного типу за одних і тих самих параметрів процесу. Однак конструкції їх дуже складні і утруднюють експлуатацію, ремонт та обслуговування.

Двобарабанну безбичову машину (рис. 11, в) використовують переважно для виробництва картопляного пюре.

Трибарабанна безбичова протиральна машина (див. рис. 11, е) із сітчастими барабанами, що обертаються навколо власної осі і планетарно — навколо загальної осі, придатна здебільшого для протирання кісточкових плодів. Інші види сировини, особливо з волокнистою структурою, закупорюють отвори робочих сит.

У барабанах протиральних машин і фінішерів робоче сито має найменший строк служби порівняно з термінами служби всіх елементів. У машинах класичного типу робоче сито складається з двох напівциліндрів, виготовлених звичайно з перфорованих листів нержавіючої сталі. Проста технологія виготовлення і монтажу сит зумовлює їх низьку якість, велику конусність і еліпсність. Якщо сітчастий барабан має каркас, до нього погано прилягає робоче сито, в окремих місцях є щілина між ситом і каркасом. Наявність таких дефектів у сітчастого барабана спричинює збільшення щілини між робочою поверхнею і бичами. Без урахування кута випередження бичів ширина щілини становить 2 – 7 мм. При великому зазорі знижується питома продуктивність машини.

10.3.2 Кожуроочисні машини

Принцип дії машини для очищення коренеплодів (моркви, буряка, картоплі) від шкірки заснований на взаємодії диска, що обертається, покритого абразивною масою, з оброблюваним продуктом (рис. 12).

Кожуроочисна машина (рис.12) представляє собою чавунну робочу камеру 1 з рифленою внутрішньою поверхнею, що перешкоджає сумісному обертанню продукту з диском, що обертається, 2. Робоча поверхня диска має хвилеподібну форму і покрита абразивною масою, що підсилює дію диска на продукт.

Сировина завантажується через кришку 3 і вивантажується через дверці 4. Знизу диск має шкребок 5 для відведення шкірки з водою, яка подається в камеру через форсунку 6.

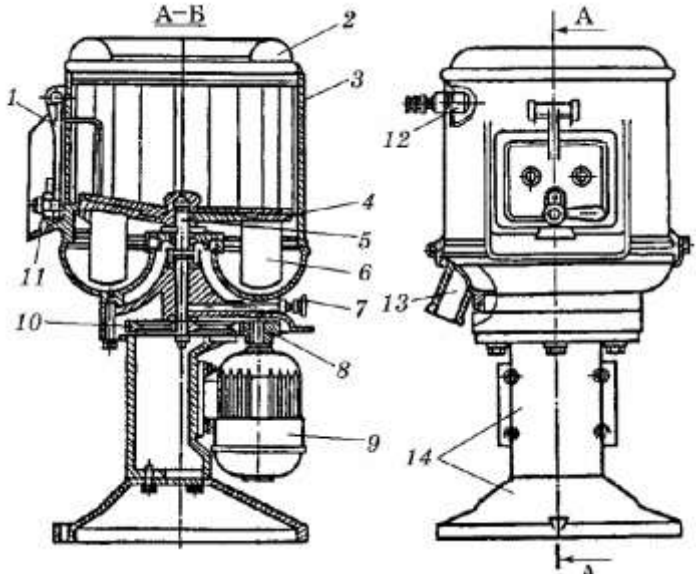


Рисунок 12 – Схема кожуроочисної машини:

1 – розвантажувальні дверцята; 2 – кришка; 3 – робоча камера; 4 – обертальний диск; 5 – вал; 6 – скребки; 7 – маслянка; 8, 10 – зубчасті шестерні; 9 – електродвигун; 11 – лоток; 12 – форсунка; 13 – патрубок; 14 – станина.

10.3.3 Машини для видалення кісточок з плодів

Машини для видалення кісточок розділяються на **кісточковирізальні** та **кісточковибивні**. Кісточковирізальні машини видаляють кісточки з плодів з міцним зв'язком між плодом і кісточкою (персики, сливи і ін.). Для плодів з легко відокремлюваною кісточкою (вишня, черешня, абрикоса і ін.) застосовуються кісточковибівні машини (рис. 13).

У кісточковибивальних машинах плоди знаходяться в спеціальних поглибленнях (матрицях) і кісточки вибиваються з них за допомогою стрижня (пуансона), що здійснює зворотно-поступальний рух.

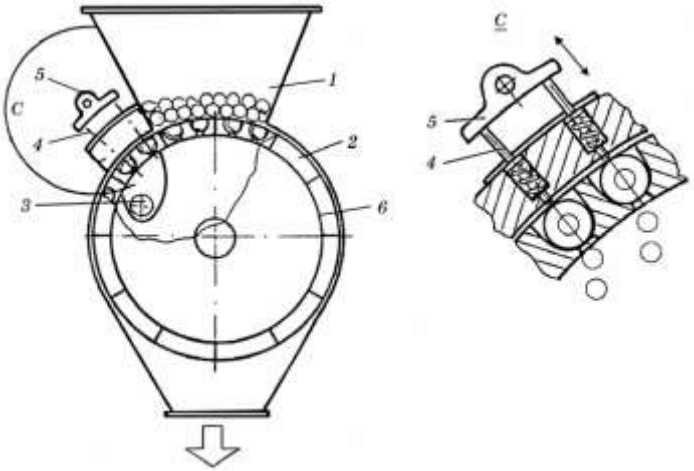


Рисунок 13 – Схема машини для вибивання кісточок з плодів
1 – бункер; 2 – матриці; 3 – кісточки; 4 – стержень; 5 – пуансон; 6 – барабан.

У машині для вибивання кісточок плоди знаходяться у спеціальних поглибленнях (матрицях) 2 і кісточки 3 вибиваються з них стержнем 4 пуансона, що здійснює зворотно-поступальний рух. Вона має вигляд барабана 6, що обертається і зібраний з окремих пластин (матриць) 2 із заглибленнями (гніздами), розмір яких відповідає розміру плодів і кісточок.

Плоди надходять у бункер 1, розрівнюються і заповнюють гнізда барабана. Барабан обертається переривчасто. Під час зупинки пуансони 5 опускаються і вибивають кісточки. Останні потрапляють усередину барабана і виводяться звідти по лотку.

Звільнені від кісточок плоди при дальшому обертанні барабана-випадають з матриць у лоток і також видаляються з машини.

10.3.4 Машина для видалення плодоніжок

Відрив плодоніжок і чашолистків від плодів і ягід – вельми трудомістка операція. У машинах для відриву плодоніжок, не дивлячись на їх конструктивні відмінності, використовується один і той же принцип. Два що обертаються в різні боки обгумованих валика (рис. 14) 1 і 2 встановлені з невеликим зазором. У цей зазор плід 3 не може

впасти, а плодоніжка 4, потрапляючи в зазор, втягується і відривається.

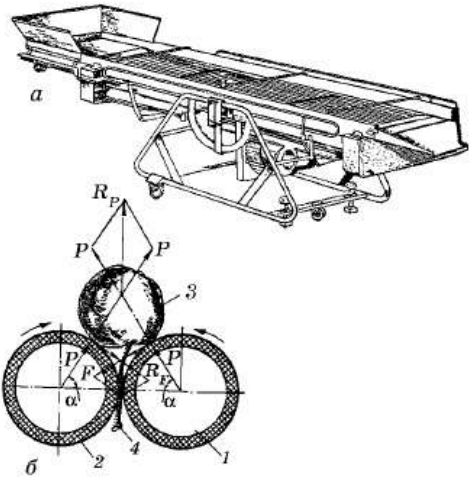


Рисунок 14 – Машина для відривання плодоніжок:
1,2 – гумові валики; 3 – плід; 4 – плодоніжка.

10.3.5 Горохомолотильні (лущильні) машини

Використовуються в основному для обмолоту гороху, квасолі. Обмолот проводиться частими ударами лопатей внутрішнього барабана по бадиллю, яке знаходиться між двома барабанами, що обертаються: зовнішнім і внутрішнім. Зовнішній барабан обтягнутий перфорованими гратами. Під барабанами знаходиться гуркіт для остаточного відділення горошку від залишків бадилля. На рисунку 15 представлена схема горохомолотильної машини.

Сировина (скошена зелена маса) подається похилим конвеєром 1 в барабан 2, всередині якого є барабан 3. Обидва барабани шестигранні. Зовнішній барабан обтягнутий перфорованими гратами з діаметром отворів 15 – 19 мм і спирається на дві пари роликів, які приводять його в обертальний рух з постійною частотою 7 – 10 хв–1. Всередині барабана 2 закріплені шість поздовжніх біт. На внутрішньому барабані 3, що обертається, укріплені шість тримачів стальних лопатей по чотири на кожній грані.

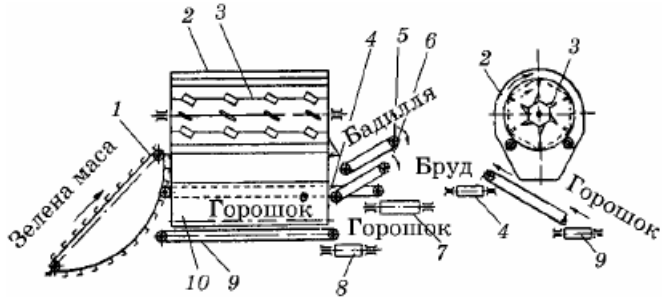


Рисунок 15 – Схема горохомолотильної машини:

1 – похилий конвеєр; 2 – барабан; 3 – внутрішній барабан; 4 – конвеєр для відокремлення відходів; 5 – конвеєр для відокремлення зерна; 6 – конвеєр для відокремлення горошку; 7 – скребковий конвеєр; 8 – поперечний конвеєр; 9 – відвідний конвеєр; 10 – розподільний конвеєр.

Частота обертання барабана регулюється в межах 120 – 200 хв–1, а кут нахилу лопатей — від 0 до 18°. Під барабанами (по всій їх довжині) встановлений широкий похилий роздільний конвеєр 10. Він призначений для відокремлення горошинок, що падають на нього, з м'яких частинок розбитих стручків. Горошинки відокремлюються завдяки тому, що мають кулясту форму і скочуються вниз на конвеєр 9, який їх відводить, і плоскій формі частинок стручків, що втримуються силою тертя на стрічці конвеєра 10. Ці частинки піднімаються вгору і падають на конвеєр 4 для видалення відходів.

Бадилля після виходу з горохомолотилки потрапляє на похилий конвеєр 5 для відокремлення зерна, що залишилося, від бадилля і конвеєр 6 для відокремлення горошку від відходів. Уздовж машини встановлений скребковий конвеєр 7 для видалення усіх відходів і поперечний конвеєр 8 для збору горошку.

Отже, горохомолотильна машина — це складний агрегат, в якому основну роль відіграють два барабани: зовнішній 2, який захоплює і піднімає бадилля, і внутрішній 3 з його лопатями. Чим більше частота обертання барабана 3, тим сильнішими і частішими є удари по бадиллю і стручках, тим більше вилущується зерен.

Брак при цьому іноді становить 15 %. Якщо частота обертання внутрішнього барабана і кількість ударів лопатями по бадиллю менші

за оптимальні для даного сорту, втрати горошку з бадиллям зростають.

10.3.6 Яблукорізальні машини

Розрізання яблук в різальній машині (рис. 16) здійснюється на дві, три або чотири часточки з вирізанням серцевини як єдиний процес на дволанцюговому конвеєрі 1, що періодично рухається, укріплені шворні 2 з неіржавіючої сталі, на яких наколюють вручну яблука плодоніжкою вгору.

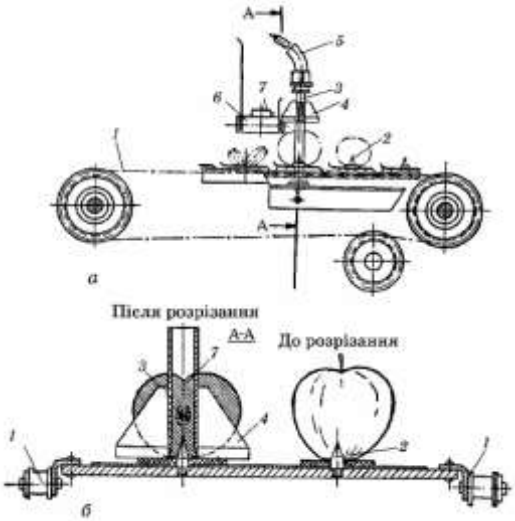


Рисунок 16 – Машина для різання яблук на шматки:

1 –конвеєр; 2 – шворні; 3 – трубчатий ніж; 4 – пелюстковий ніж; 5 – кидач; 6 – відправний конвеєр; 7 – вирізані серцевини.

Ріжучий інструмент складається з трубчастого ножа 3 і насадженого на нього пелюсткового ножа 4 (він може мати від 2 до 4 пелюсток). Ніж рухається зворотно-поступально. При русі ножа вниз транспортер нерухомий; при русі ножа вгору транспортер переміщається на один крок вліво.

Вирізана серцевина 7 яблука залишається в ножі і рухається вгору в скидач 5 і падає на відвідний транспортер 6.

ЛЕКЦІЯ 11
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОКІВ І ПЕРЕРОБКИ ВИНОГРАДУ

11.1 Класифікація обладнання для виробництва соків.
11.2 Обладнання для подрібнення винограду.
11.3 Обладнання для відділення соку.
11.4 Обладнання для освітлення соків.
11.5 Обладнання для деаерації соків.

11.1 Класифікація обладнання для виробництва соків

Харчова і смакова цінність плодоовочевої сировини в основному визначається його внутріклітинною рідкою фазою. У рідкій фазі – клітинному соку – знаходяться хімічні речовини, багаті цукрами, органічними кислотами і їх солями, дубильними речовинами і вітамінами. Гармонійне поєднання цих речовин обумовлює високі смакові і дієтичні якості соку. У соковому виробництві застосовують обладнання для отримання соків з плодів, а також обладнання для освітлення і деаерації соків.

Обладнання, що використовується в соковому виробництві можна **класифікувати на наступні групи**:

- дробарки;
- стікачі;
- преси;
- обладнання для освітлення соку;
- обладнання для деаерації соку.

11.2 Обладнання для подрібнення винограду

Для руйнування механічної тканини виноградного грона застосовують **дробарки** – **гребеневідділювачі**. Вони бувають: **валкові та ударно – відцентрові**.

У валкових дробарках (рис. 1) використовується принцип розчавлювання грон винограду між валками. Валки встановлюють в ряд (2-4-6 валків) і покривають харчовою гумою, вони обертаються на зустріч один одному. Відстань між валками регулюється і встановлюється залежно від сорту винограду і необхідної продуктивності.

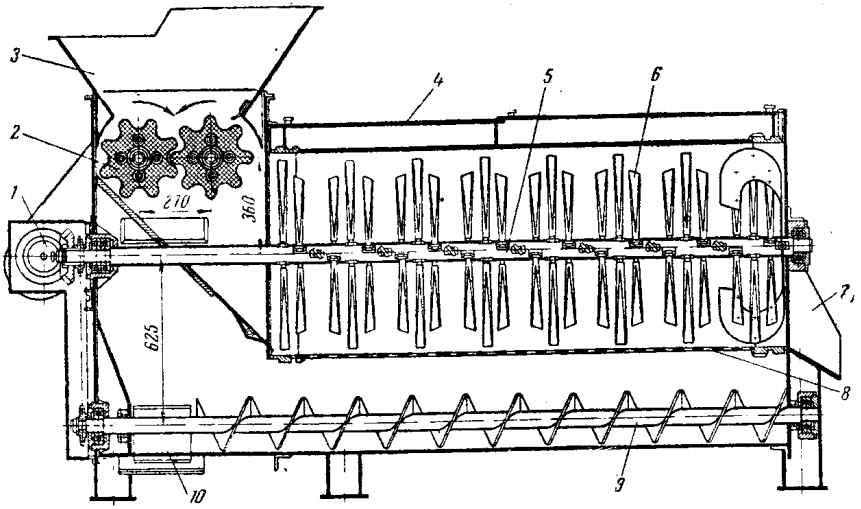


Рисунок 1 – Валкова дробарка - гребеневідділювач ВДГ-20:
1 – привідний механізм, 2 – валки, 3 – приймальний бункер, 4 – кожух, 5 – вал, 6 – бич, 7 – вихідний отвір, 8 – перфорований циліндр, 9 – шнек, 10 – насос.

Роздавлений виноград разом з гребенями прямує в **гребеневідділювач** – вал з дисками – лопатками, встановлений в перфорованому циліндрі. При обертанні валу з дисками – мезга проходить через перфорацію, а гребені відокремлені від мезги виводяться з дробарки. Циліндр також виконує роль преса. Під перфорованим циліндром є шнек для видалення мезги.

Ударно – відцентрові дробарки (рис. 2) вертикальний циліндр, в якому обертається вал з бичами принцип роботи аналогічний лопатевих дробарок.

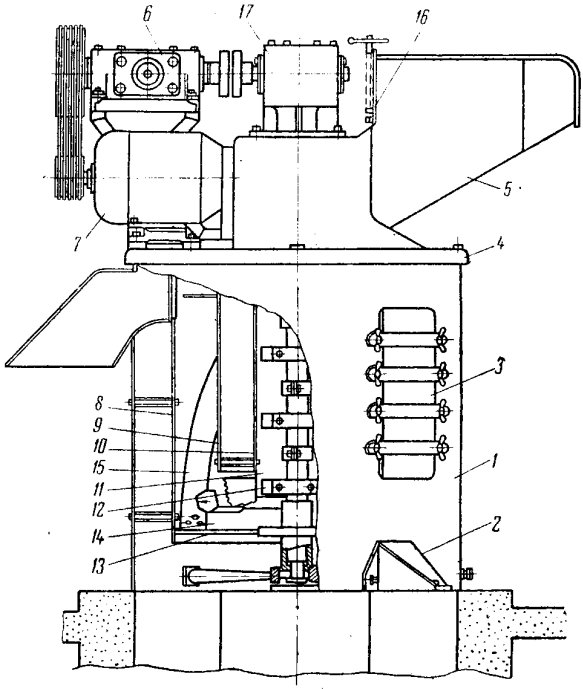


Рисунок 2 – Відцентрова дробарка - гребеневідділювач ЦДГ-20

1 – зовнішній циліндр, 2 – лапи. 3 – люки, 4 – кришка, 5 – приймальний бункер, 6 – редуктор, 7 – електродвигун, 8, 9,10 – циліндри, 11 – вал, 12 – лопатки, 13 – перфороване дно, 14 – хрестовина, 15 – лопаті, 16 – засувка, 17 – коробка

11.3 Обладнання для відділення соку

11.3.1 Стікачі

Отримана після подрібнення плодів, ягід і винограду мезга поступає на стікачі для відділення соку.

Класифікація стікачів:

Безперервної дії

- барабанні
- шнекові
- стрічкові

Періодичної дії

– корзинні
– камерні

1) **Стекачі барабанного** типу (рис. 3) представляють собою перфорований обертальний барабаном, всередину якого подається мезга. Для переміщення мезги всередині барабана є лопатки.

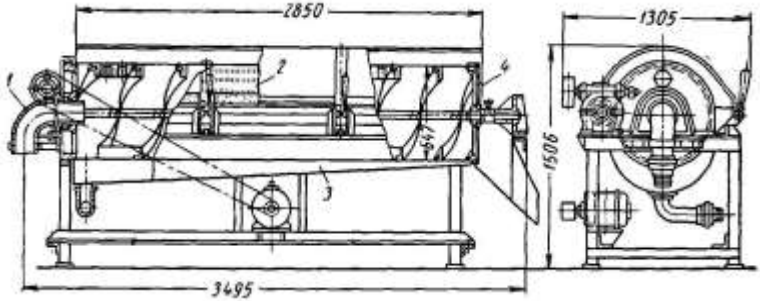


Рисунок 3 – Барабанній стікач:
1 – труба; 2 – циліндр; 3 – збірник; 4 – отвір

2) На виробництві в основному використовуються **стікачі шнекового типу** (рис. 4). Їх дія заснована на безперервному переміщенні мезги в перфорованому похилому циліндрі за допомогою одного або двох шнеків, що поволі обертаються.

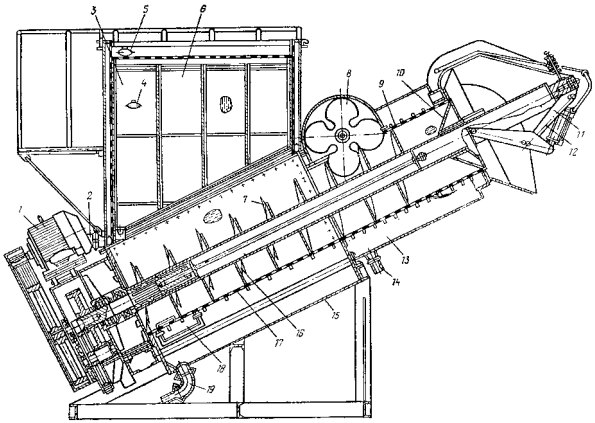


Рисунок 4 – Шнековій стікач ВССШ-20:
1 – електродвигун, 2,14,19 – патрубок, 3 – приймальний бункер, 4,5 – датчики, 6 – сітка, 7 – лопатки-зрихлювачі, 8 – зірочка, 9 –

циліндр, 10 – запірний конус, 11 – гідроциліндр, 12 – важіль, 13,15 – кожух, 16 – шнек, 17 – корпус, 18 – люк.

Продуктивність залежить від кроку витка шнека, його обертання, перфорації циліндра і його нахилу.

3) **Стрічкові стікачі** – це пористі похило встановлені стрічки , під якими є жолоб для збору сусла (соку не освітленого).

Стікачі періодичної дії

4) **Корзинні стікачі** – гратчаста корзина в яку завантажують мезгу і через осередки грат з часом витікає сусло.

5) Сучасні стікачі періодичної дії це **закриті камерні стікачі** (рис. 5).

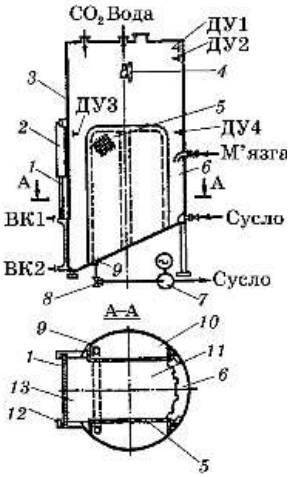


Рисунок 5 – Камерній стікач періодичної дії ВСК:

1 – ковзна заслінка; 2 – гідроциліндр приводу заслінки; 3 – корпус-стікач; 4 – мийна машина ММ-4; 5 – перфорована перегородка; 6 – колектор; 7 – крана прохідний з електровиконуючим механізмом; 8 – триходовий вентиль; 9 – патрубок виходу сусла-самопливу; 10 – камера для сусла; 11 – камера для м'язги; 12 – напрямна рамка; 13 – розвантажувальне вікно

Стікач являє собою металевий резервуар циліндрової форми, усередині якого встановлені вертикальні перфоровані сусловідділюва-

чі. Мезга, після стікання сусла – самопливом, вивантажується мимоволі по похилому дну через люк.

11.3.2 Преси

Після відділення сусла на стікачах мезга прямує на пресування для повного відділення соку.

Класифікація пресів

Періодичної дії:

- механічні
- гідравлічні }корзинні або камерні
- пневматичні}

Механічні: 1) Верхнього і нижнього тиску
2) Гвинтові

Безперервної дії:

- шнекові: одношнекові і двошнекові
- стрічкові.

Спочатку застосовували механічні (ручні) гвинтові шнеки і механічні верхнього та нижнього тиску, потім їх замінили гідравлічними і пневматичними, які використовуються і зараз. У пресах періодичної дії пресуючої плити на сировину здійснюється за допомогою механічного зусилля: води, мастила або повітря.

Найбільшого поширення набули преси безперервної дії **шнекові** (рис. 6) (одно та двошнекові).

Їх дія заснована на безперервному переміщенні мезги в перфорованому конусному барабані за допомогою одного, або двох шнеків, що поволі обертаються. Шнек просуває мезгу до виходу, при цьому стиснення маси відбувається за рахунок звуження барабана і зменшення кроку шнека. При стисненні мезги сусло (сік) виддаляється через перфорацію барабана, а відходи виводяться через конічні отвори, величиною якого регулюють ступінь віджимання мезги.

Преси безперервної дії, мають значні переваги перед періодичними:

– дозволяють вести процес безперервно в автоматичному режимі;

– при однаковій продуктивності вони займають менше місця (компактні);

– простіші по конструкції;

– не вимагають застосування фізичної праці при обслуговуванні;

– на їх виготовлення потрібно менше матеріалу.

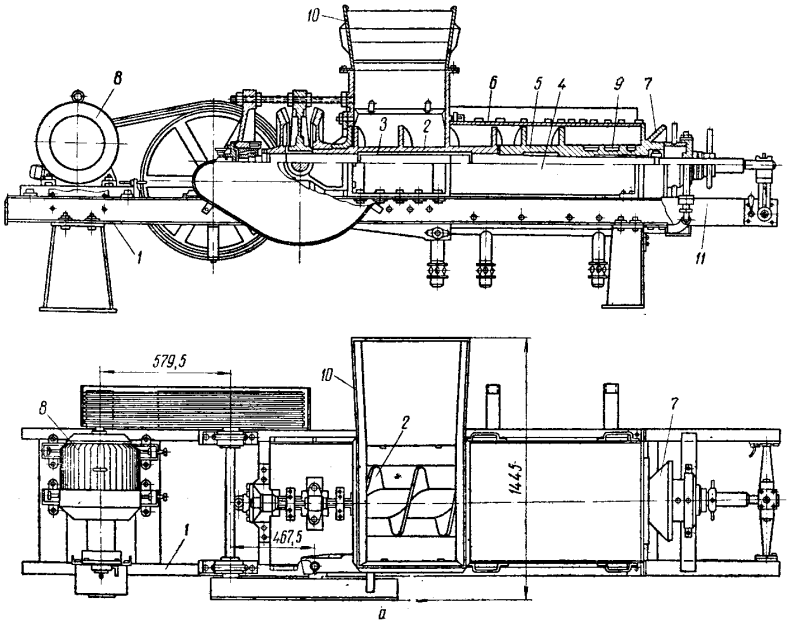


Рисунок 6 – Шнековій прес безперервної дії ПНД-5:

1 – рама, 2,5 – шнек, 3,4 – вал, 6,9 – перфорований циліндр, 7 – конус, 8 – електродвигун, 10 – бункер, 11 – трубки.

Такими пресами в даний час в основному комплектуються всі лінії по виробництву соків.

Стрічкові преси. Їх робочим органом є фільтрувальне полотно, яке складається вертикально вздовж осі преса. Обидва полотна притискуються роликами і плитами. Подрібнені яблука подаються у складки стрічки, що утворюються при вертикальному поступальному русі полотна.

М’язга пресується при одночасному переміщенні полотна і притискних плит, а необхідне зусилля забезпечується притискними роликами і спеціальними пружинами.

Після пресування маси полотно розкладається і відпресована м'язга надходить на конвеєр, а полотно очищається спеціальним пристроєм і промивається водою.

11.4 Обладнання для освітлення соків

Плодово – ягідні соки, отримані на пресах є каламутною кожуродисперсною системою, що складається з колоїдних речовин, грубих і тонкодисперсних частинок.

З механічних способів освітлення найбільш стародавнім вважається освітлення шляхом **відстоювання**, при якому зважені в рідкому (соку) частинки осідають під дією сили тяжіння і різниці між щільністю рідини і зважених в ній частинок. Процес осідання протікає дуже повільно (годинами, цілодобово), тому в даний час застосовується дуже рідко.

Найбільш поширеним способом освітлення є **фільтрація**, заснована на затриманні пористими перегородками зважених в рідині частинок. В даний час процес фільтрації, пов'язаний з необхідністю зміни пористих перегородок, що фільтрують, витісняється освітленням в осадочних центрифугах і сепараторах.

Рисунок 7 – Класифікація способів розділення неоднорідних систем

Осадження емульсій і суспензій і фільтрування суспензій часто здійснюють за допомогою центрифуг. Ця операція називається центрифугуванням.

Осадження в гравітаційному полі (відстоювання). Відстійники періодичної дії. У цих апаратах вся маса неоднорідної суміші від початку до кінця відстоювання залишається практично нерухомою.

Подача її в апарат і видалення з нього продуктів розділення здійснюються періодично. Апарат має вигляд циліндричного резервуара з конічним днищем (рис. 8). Суміш заливається в нього і відстоюється.

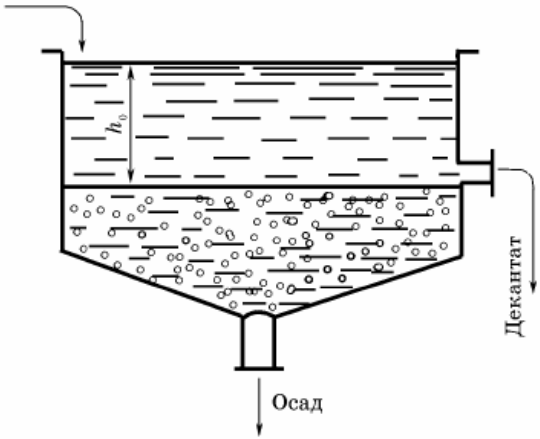


Рисунок 8 – Відстійник періодичної дії

Відстійники напівбезперервної дії. У такому відстійнику суміш, що розділяється в потоці, деякий час підводиться безперервно, рухається у відстійнику, розділяється, а освітлений продукт постійно відводиться і осад періодично видаляється. Найчастіше такі відстійники влаштовують у вигляді лотоків і каналів з прямокутним поперечним перерізом (рис. 9).

Швидкість переміщення неоднорідної суміші вздовж відстійника не повинна перевищувати деякої критичної швидкості, за якої потоком рідкої фази не переносилися б осаджувані частинки заданого розміру.

Крім того, швидкість руху потоку повинна бути такою, щоб забезпечувала ламінарний режим течії. Інакше – при турбулентному ре-

жимі, коли в потоці відбувається перемішування, процес осадження утруднюється і ефект розділення знижується.

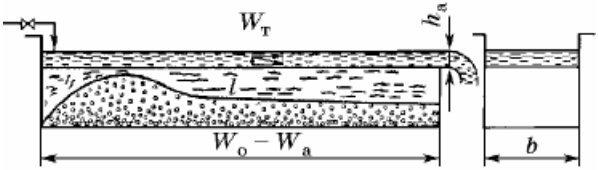


Рисунок 9 – Схема роботи відстійника лотокового типу:
Wo – швидкість осадження частинок; Wт – швидкість течії рідини; Wa — вектор швидкості руху частинок; ha — гідравлічний тиск

Фільтруванням називається процес розділення неоднорідних систем з твердою дисперсною фазою, під час якого тверді частинки затримуються пористими перегородками, котрі пропускають дисперговане середовище. За характером диспергованого середовища розрізняють фільтрування рідин і фільтрування газів. У харчовій промисловості ці процеси набули великого поширення. Наприклад, в бурякоцукровому виробництві фільтруванням відокремлюють осад від сатураційних соків і очищують сиропи. У пивоварінні фільтрування застосовують для відокремлення дробини від сусла і для освітлення готового продукту – пива. Широко застосовують фільтрування рідин у виноробстві, лікеро-горілчаному виробництві, виробництві соків. Фільтруванням також очищають гази від зважених твердих частинок на багатьох харчових підприємствах: хлібопекарних, борошномельних, спиртових та ін.

Типи фільтрувальних процесів. Умовно процеси промислового фільтрування поділяють на дві групи: 1) фільтрування з освітленням осаду, яке іноді називають шламовим; 2) малов'язких рідин, що містять значну кількість зважених частинок.

Звичайно розмір пор фільтрувальної перегородки більші за розмір зважених частинок, однак тільки перші порції фільтрату захоплюють не затримані перегородкою частинки. Далі пори перекриваються склепіннями з частинок, які захищають капіляри від засмічення. Утворюється шар осаду, товщина якого збільшується у міру фільтрування. Цей шар починає відігравати головну роль у затриманні наступних частинок, розмір яких_більший за розмір капілярів осаду. Із зростанням товщини шару зростає і опір фільтруванню, знижується його

швидкість. Так відбувається фільтрування соку і сатурація на бурякоцукрових заводах, запруд на броварнях, дріжджової маси на дріжджових заводах.

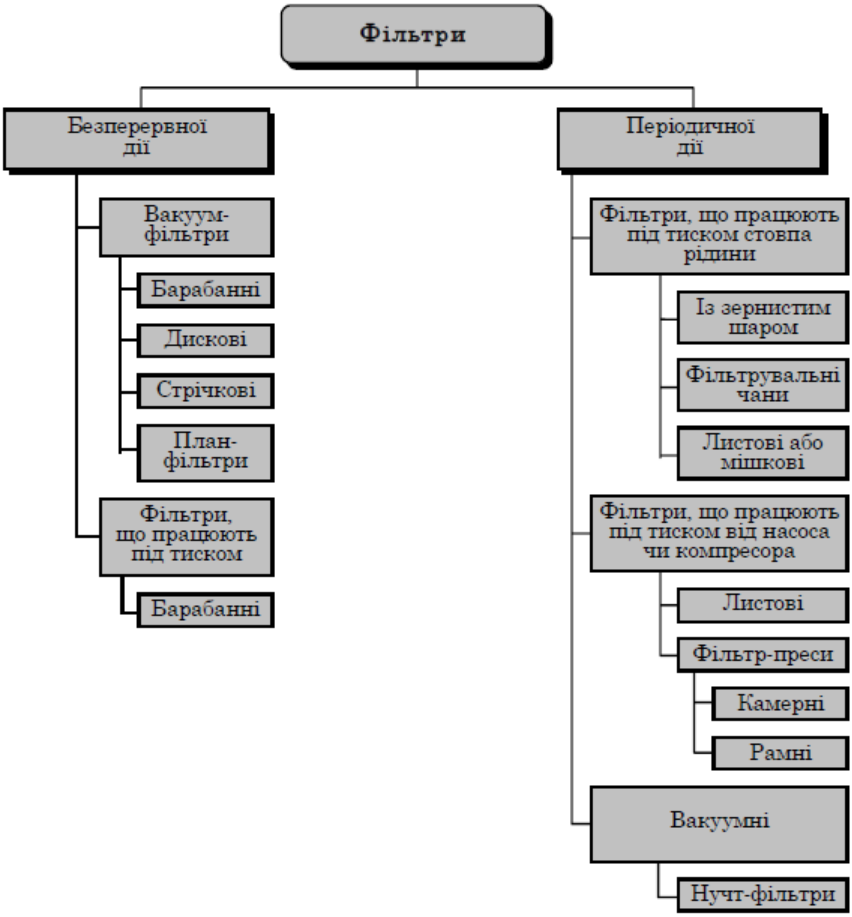


Рисунок 10 – Види фільтрувальних апаратів

Другий тип фільтрування називається закупорювальним. Його застосовують тоді, коли розмір частинок незначний і кількість їх невелика, а також при фільтруванні дуже в’язких суспензій.

Осадження в таких суспензіях протікає повільно і склепіння над порами не утворюються. Тверді частинки проникають у капіляри і за-

стряють там. Деякі з них проходять, не затримуючись. Нагромаджувані у порах фільтра частинки осаду закупорюють їх. У міру збільшення кількості закупорених пор живий переріз фільтра зменшується і опір зростає. До такого типу фільтрування наближається фільтрування пива на броварнях.

Є третій, проміжний, тип фільтрування, за якого осад проникає в пори, закупорює їх з утворенням склепінь над ними.

Отже, тип фільтрування залежить від властивостей суспензії, яка фільтрується перегородками, і тиску фільтрування. Тому одна і та сама суспензія за різних умов може бути по-різному профільтрована.

Основним робочим органом будь-якого фільтра – є фільтрувальна перегородка. Вона може бути одинарною з різних матеріалів або складатися з двох шарів: тканини й осаду з ущільнених зважених часток.

У процесі фільтрування товщина шару осаду і його гідравлічний опір збільшуються. Виходячи з цього, процес фільтрування ведуть двома способами: за постійного тиску фільтрувального середовища, а також за постійної швидкості фільтрування і змінного зростаючого тиску.

Існують різні конструкції фільтрів, що працюють періодично і безперервно. У харчовій промисловості використовують переважно фільтри періодичної дії. Найбільш поширений фільтр-прес, який використовують для остаточного очищення у виробництві освітлених соків.

Фільтр-прес (рис. 11 а) змонтований на станині 1, на якій розташовані з плита 5, нажимна плита 9 і плити 6 і 8, що встановлені на горизонтальних сталевих стрижнях 7. Для полегшення конструкції плити виготовляють з алюмінію.

Насос 2, що нагнітає суспензію в канал 4, приводиться в рух електродвигуном 3. Натискна плита 9 переміщається гвинтом за допомогою штурвала 11. Ущільнюють плити 8 гвинтом 10 за допомогою важеля 12 або механічним приводом. Зібрані в пакет плити з розміщеними між ними фільтрувальними пластинами щільно стискаються. При цьому фільтрувальні пластини ділять зазор між двома плитами на дві частини, що досягається завдяки ребристій поверхні плит. Тому розрізняють парні і непарні відсіки.

Якщо вихідна суспензія надходить у парний відсік, освітлений сік буде виходити з непарного відсіку.

Кожна плита (рис. 11 б) має по дві фасонних приплива з отворами. Ці припливи розташовані у двох кутах парних плит з одного боку, в непарних плитах – з протилежного боку. Таким чином, при зборі плит в пакет створюються два канали в парних і два канали в непарних плитах, з'єднаних з порожнинами, утвореними кожною парою плит, що розділяє їх фільтрувальною пластиною.

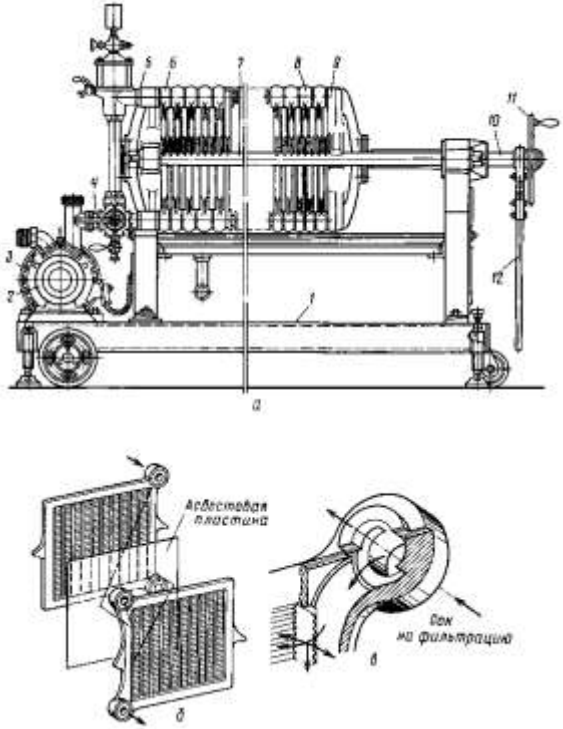


Рисунок 11 – Фільтрпрес: а – конструкція; б – схема проходження соку пластинами в камерному фільтрпресі; в – схема ходів у пластині

1 – станина; 2 – насос; 3 – електродвигун; 4 – канал; 5, 6, 8 – плити; 7 – сталеві стрижні; 9 – натискна плита; 10 – гвинт; 11 – штурвал; 12 – важіль.

При роботі фільтра суспензія, що фільтрується нагнітається в канали парних плит, потім через отвори надходить у відсіки для вихідної суспензії та під тиском проходить через фільтрувальні пластини, при цьому частки суспензій затримуються, а освітлений сік потрапляє

у відсіки для кінцевого освітлення соку, потім двома каналами непарних пластин виходить із фільтра в збірник для освітленого соку.

Поділ речовин за допомогою мембран під тиском проводять способами зворотного осмосу або ультрафільтрації.

Під методом зворотного осмосу розуміють примусове фільтрування розчинів через напівпроникні мембрани, які пропускають молекули розчинника і затримують молекули або іони розчинених речовин. Процеси зворотного осмосу протікають за тиску 4–10 МПа.

11.5 Обладнання для деаерації соків

Кисень, що міститься в соку окисляє органічні речовини і окисляє вітамінну цінність соку.

Для збільшення повітря в продукті, що переробляється, застосовують декілька **способів**: **термічний, вакуумний та комбінований**.

За принципом дії деаератори ділять на відцентрові, вакуум – розпилювальні таі плівкові.

Конструктивно деаератори є закритою судиною, в якій створюється вакуум, а сік, що деаерується, подається в розпилювачі. При цьому повітря, що знаходиться в соку дуже швидко виділяється в судину і виводиться в атмосферу.

Термічне деаерування полягає в нагріві продукту. При нагріві тиск повітря в міжклітинних ходах збільшується і він прагне вийти з продукту. **Термічний деаератор** – це підігрівач.

Вакуумне деаерування засноване на подачі продукту у вакуумовану судину (деаератор) в розпорошеному вигляді.

Найбільш поширений комбінований спосіб деаерування. При цьому продукт одночасно піддається термічній і вакуумній дії, чим інтенсифікується процес видалення повітря.

За принципом дії виробничі деаератори поділяють на три групи: центробіжні, вакуум-розпилювальні та плівкові.

На рис. 12 показаний **камерний вакуум-розпилювальний деаератор**, який використовується для деаерації освітлених і неосвітлених соків, а також соків з м’якоттю.

Рідина на деаерацію подається під напором через патрубок 1 в розпилювач 2. Деаерований сік збирається в нижній частині деаератора, рівень *h* якого контролюється за допомогою скляного вимірювач рівня 3. Через патрубок 4 рідина, відсмоктується насосом і подається

на розфасовку або зберігання. Патрубок 5 приєднаний до вакуумної системи, що забезпечує розрідження в посуді.

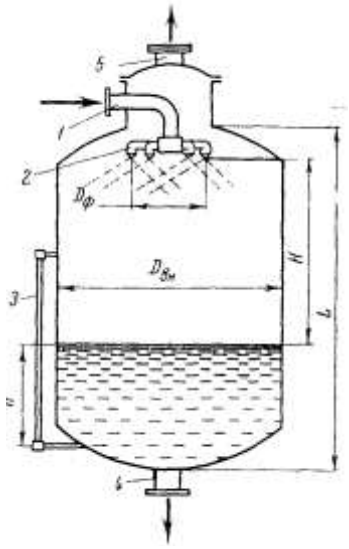


Рисунок 12 – Деаератор камерний:

1 – патрубок; 2 – розпилювач; 3 – скляний вимірювач рівня; 4,5 – патрубоки.

Деаератор для лінії з виробництва фруктово-ягідних соків. У цьому деаераторі (рис. 13) вакуум створюється ротаційним вакуумнасосом 1, що приводиться в обертання електродвигуном 2 потужністю 4,5 кВт. Деаератор 3 – це вертикальний циліндр із нержавіючої сталі діаметром 450 мм і загальною висотою, що включає конічне дно, 2000 мм.

Продукт надходить у деаератор через патрубок 4 і потрапляє в розпилювальну форсунку 5. Відбиваючись від скляної кришки 6, продукт потрапляє на перфорований циліндр 7, яким стікає вниз тонким шаром. Скляна кришка щільно притискається відкидними болтами 8 до гумової прокладки 9 корпусу деаератора, забезпечуючи необхідну герметичність. Повітря, що відсмоктується з деаератора трубою 10, потрапляє спочатку в піновловлювач 11, а потім трубою 12 у вакуумнасос. Конденсат трубою 13 за допомогою крана 14 може бути направлений у деаератор або випущений назовні.

Постійний рівень продукту в деаераторі підтримується електронним регулятором 15. Продуктивність деаератора 1500 л соку на годину (0,4 л/с).

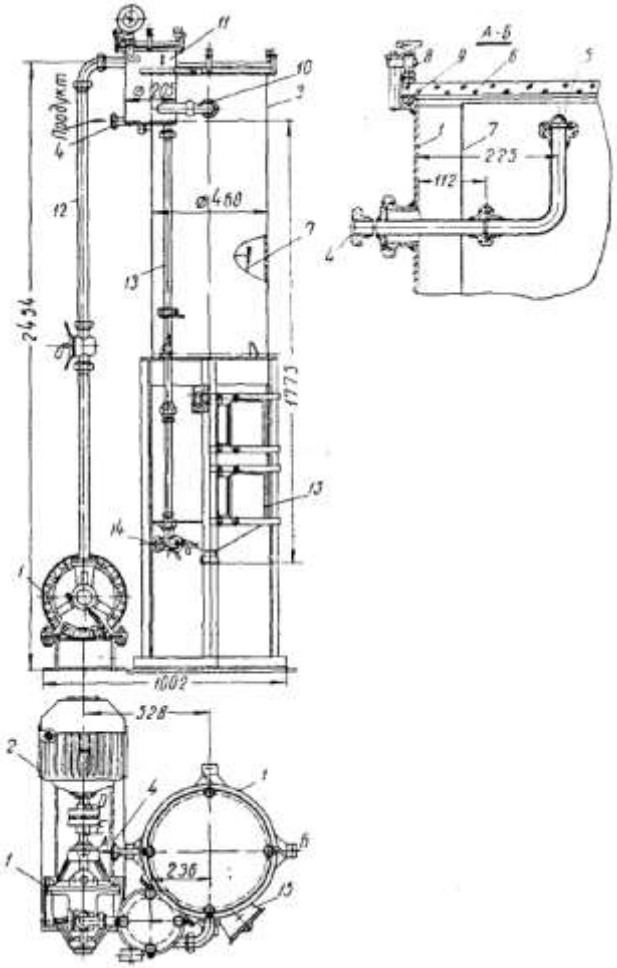


Рисунок 13 – Деаератор із вакуум-насосом:

1 – вакуум-насос; 2 – електродвигун; 3 – деаератор; 4 – патрубок; 5 – розпилювальна форсунка; 6 – скляна кришка; 7 – перфорований циліндр; 8 – відкидні болти; 9 – гумова прокладка; 10 – труба; 11 – піновловлювач; 12, 13 – труби; 14 – кран; 15 – електронний регулятор.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю. та ін. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв. Навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 488 с.

2. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю. та ін. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Підручник. К.: Вища освіта, 2006. 479 с..

3. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Олексієнко В.О. Машини та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник. К.: Вища освіта, 2010. 307 с.

4. Дацишин О.В., Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. Посібник. К.: Мета, 2003. 288 с.

5. Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф., Ялпачик Ф.Ю., Гвоздєв О.В., Циб В.Г., Бойко В.С., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Клевцова Т.О., Паляничка Н.О. Розрахунок обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник. Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014. 264 с.

6. Дацишин О.В., Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. Посібник. К.: Мета, 2003. 288 с.

7. Ялпачик В.Ф., Олексієнко В.О., Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О., Гвоздєв О.В., Циб В.Г., Паляничка Н.О., Шевченко В.І., Борхаленко Ю.О., Буденко С.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. 196 с.

8. Ялпачик В.Ф. Загорко Н.П., Паляничка Н.О., Буденко С.Ф., Самойчук К.О., Кюрчев С.В., Верхоланцева В.О., Олексієнко В.О., Циб В.Г. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Лабораторний практикум. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 277 с.

9. Ялпачик В.Ф., Загорко Н.П., Скляр О.Г., Кюрчев С.В., Буденко С.Ф., Верхоланцева В.О., Паляничка Н.О., Кюрчева Л.М., Циб В.Г. Обладнання складів. Зберігання зерна і зернопродуктів. Навчальний посібник. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2018. 293 с.

10. Самойчук К.О., Скляр О.Г., Кюрчев С.В., Буденко С.Ф., Верхоланцева В.О., Паляничка Н.О., Тарасенко В.Г., Циб В.Г., Загорко Н.П.,

Кюрчева Л.М., Гапріндашвілі Н.А.. Обладнання складів для зберігання плодоовочевої та м'ясомолочної продукції. Навчальний посібник. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2019. 185 с.

11. Практикум Машини для обробки овочів та фруктів. Мелітополь. ТДАТА, 2000. 34 с.

12. Украинец А.И. Технология пищевых продуктов: Учебник. К.: Издательский дом Аскания, 2008. 736 с.

13. Шобингер У. Плодово-ягодные и овощные соки, научные основы и технологии. СПб.: Проф., 2004. 640 с.

14. Дикис М.Я., Мальский А.И. Технологическое оборудование консервных заводов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 424с.

15. Предтеченский Н.А. Механическое оборудование предприятий общественного питания. М.: Экономика, 1965. 328с.

16. Скрипников Ю.Г., Гореньков Э.С. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. М.: Колос, 1993. 336с.

17. Ситников Е.Д., Качанов В.А. Оборудование консервных заводов. М: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 408с.

18. Аминов М.С., Дикис М.Я., Мальский А.Н., Гладушняк А.К. Технологическое оборудование консервных заводов. М.: Агропромиздат, 1986. 320с.

19. Покровский В. Переработка фруктов и овощей. Фермерське господарство, 2012. №17. с. 20-21.

20. Бутковский В.А., Мерко А.И., Меншиков Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. М.: Интеграф сервис, 1999 472с.

21.Демский А.Б. Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности. М.: ДеЛи принт, 2004. 264 с.

22. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та інш.Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. За ред. Гулого І.С. Вінниця; Нова книга. 2001. 576с.

23. Сиротюк С.В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва: Курс лекції - 2-е вид. Львів: ЛДАУ, 2000. 249с.

24. Лісовенко О.Т., Руденко-Грицюк О.А., Літовченко І.М. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробів. К.: Наукова думка, 2000. 221 с.

25. Хромеенков В.М. Оборудование хлебопекарного производства. М.: Академия, 2007. 368 с.

26. Лісовенко О.Т., Руденко-Грицюк О.А., Літовченко І.М. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробів. К.: Наукова думка, 2000. 221 с.

27. Покровский В. Переработка фруктов и овощей. Фермерське господарство, 2012. №17. с. 20-21.

28. Ситников Е.Д., Качанов В.А. Оборудование консервных заводов. М: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 408с.

29. Шобингер У. Плодово-ягодные и овощные соки, научные основы и технологии. СПб.: Проф., 2004. 640 с.

30. Дикис М.Я., Мальский А.И. Технологическое оборудование консервных заводов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 424с.