

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**М.А. ПЕРЕГУДА  
Є.І. ХАРЧЕНКО**

**ТЕХНОЛОГІЯ БОРОШНОМЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

для студентів за напрямом підготовки  
6.051701 «Харчові технології та інженерія»  
спеціальності «Технологія зберігання та переробки зерна»  
всіх форм навчання

Всі цитати, цифровий та фактичний  
матеріал, бібліографічні відомості  
перевірені. Написання одиниць  
відповідає стандартам

Підпис(и) автора(ів) \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 р.

**СХВАЛЕНО**  
на засіданні кафедри  
технології зберігання і  
переробки зерна  
Протокол № 15  
від 12 .05. 2011 р.

**Перегида М.А., Харченко Є.І.** Технологія борошномельного виробництва: Конспект лекцій для студ. за напрямом підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» спец. «Технологія зберігання та переробки зерна» всіх форм навч. – К.: НУХТ, 2011. – 80 с.

Рецензент: **Є.А. Дмитрук**, д-р. техн. наук

**М.А. ПЕРЕГУДА**, канд. техн. наук,

**Є.І. ХАРЧЕНКО**, канд. техн. наук

© М.А. Перегида, Є.І. Харченко, 2011

© НУХТ, 2011

## ЗМІСТ

1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ БОРОШНОМЕЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ	4
2. СТРУКТУРА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ПОМЕЛУ	7
2.1. Вимоги до технологічного процесу підготовки зерна до помелу	7
2.2. Основні технологічні операції підготовки зерна до помелу	9
2.3. Підготовка зерна до обойного помелу пшениці і жита	13
2.4. Підготовка зерна жита до сортового помелу	14
2.5. Підготовка зерна пшениці до сортового помелу	15
2.6. Підготовка зерна до помелів зерна пшениці в борошно для макаронних виробів	21
2.7. Класифікація та контроль відходів	23
3. ВИДИ ПОМЕЛІВ	26
4. СТРУКТУРА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПОМЕЛУ ЗЕРНА	30
4.1. Обойні помели пшениці та жита	30
4.2. Сортові помели жита	35
4.3. Помели пшениці без збагачення проміжних продуктів	38
4.4. Структура складних сортових помелів пшениці	39
4.5. Хлібопекарські помели пшениці за скороченою схемою технологічного процесу	40
4.6. Хлібопекарські помели пшениці з розвиненою схемою технологічного процесу	46
4.7. Помели пшениці в борошно для макаронних виробів	51
4.8. Технологія спеціальних сортів борошна	59
4.9. Формування сортів борошна і контроль готової продукції	60
4.10. Вітамінізація борошна	61
4.11. Особливості помелу зерна пшениці на комплектному високопродуктивному обладнанні	63
4.12. Сортові помели пшениці на обладнанні нового покоління	64
5. УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА	68
5.1. Управління технологічними процесами очищення і підготовки зерна до помелу	69
5.2. Управління технологічними процесами помелу і сортування зернових продуктів	70
5.3. Управління виходом і якістю борошна і висівку	71
5.4. Баланс помелу	73
5.5. Баланс борошна	77
5.6. Поняття про технологічний режим	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	79
Основна	79
Додаткова	79

# 1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ БОРОШНОМЕЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Техніка і технологія виробництва борошна тісно пов'язані з розвитком цивілізації, тому історію розвитку борошномельного виробництва доцільно розглядати за етапами розвитку людського суспільства.

Виробництво круп та борошна з'явилося з появою на Землі землеробства. В той час подрібнення зерна здійснювалось на зернотерках та ступах. Зернотерки складались із двох каменів з плоскими поверхнями, між якими розтирали зерно. Примітивні зернотерки і зараз існують у деяких племенах Африки та Азії.

Із зростанням численності населення і появою крупних поселень людей з'явилась потреба в пристроях для подрібнення зерна більшої продуктивності. Так з'явився жорновий посад, який також складався з двох значних за розмірами каменів і потребував великих зусиль для його урухомлення. Поява жорнового посада внесла значні позитивні зміни в спосіб виробництва борошна і сприяла підвищенню ефективності і продуктивності борошномельного виробництва [4, 19].

Жорновий посад слугував людям багато віків, а в деяких регіонах він використовується і нині.

Першою революцією в борошномельному виробництві було винайдення водяного та повітряного двигунів. З цього часу млин отримав інженерне оформлення. Сила падаючої води використовувалась для привода жорнового посаду. Так з'явився водяний млин. На рівнинах, де не було річок люди навчились використовувати силу вітру для привода жорнових посадів. Вітряні млини мали складнішу конструкцію у порівнянні з водяними: в них була передача з горизонтального вала вітряка на вертикальний вал, що обертає жорновий посад. Наявність жорнових посадів і ступ у вітряних млинах дала можливість удосконалити технологію помелу зерна. Спочатку зерно обробляли у ступах для очищення його поверхні, а потім після провіювання повітряним потоком подрібнювали на жорновому посаді. Такий помел зерна можна вважати прототипом сучасного повторювального помелу [11].

Друга революція в техніці та технології борошномельного виробництва є заслугою американського інженера Еванса, який в 1785 р. поєднав транспортними механізмами технологічні системи помелу. Млин став повністю механізованим, поточним і отримав можливість подальшого розвитку [11].

Розвитку борошномельного виробництва сприяла також поява перших наукових досліджень якості зерна, раціоналізації способів його помелу, розробка нових машин для переробки зерна.

Академік Російської академії наук Модель опублікував наукову працю про клейковину зерна. Він стверджував, що клейковина складається із тваринної частини (білка) і рослинної частини (крохмалю). В цей період (XVII-XIX ст.) з'явилися перші наукові праці з обґрунтуванням доцільності

зволоження зерна перед помелом. Мета перших наукових праць тих часів - обґрунтування нових технологічних способів переробки зерна для збільшення виробництва борошна високої якості [4].

Подальший розвиток наукових досліджень дав можливість удосконалити існуючі і розробити нові помели пшениці і жита. Вперше була запропонована класифікація існуючих на той час помелів. Серед багатьох пропозицій найбільш раціональною була класифікація, що поділяла усі помели на три групи: разовий, повторювальний, крупчатий. Для кожного із цих помелів використовувались різні структури технологічних процесів, різне за якістю зерно і режими його подрібнення. Було також введено очищення поверхні зерна на спеціальних машинах (колунках і тертьових машинах). Значним досягненням в той час була поява бурата, а потім тарара з вентилятором для виділення легких домішок, що знаходились на поверхні та в боріздці зерна. Поява комплексу машин для очищення поверхні зерна та виділення з нього домішок обумовила необхідність розташування цього обладнання в окремому приміщенні [4].

Революційні зміни сталися в зв'язку з появою нової машини для подрібнення зерна - вальцьового верстата. Винахідник вальцьового верстата Марк Міллер у 1822 році запропонував, а в 1829 році отримав «привілегію» на нову машину. Перший млин, повністю обладнаний вальцьовими верстатами, був побудований в Казані у 1858 році [4, 19].

Прагнення підвищити якість борошна спонукало до удосконалення і іншого обладнання, особливо обладнання для просіювання подрібнених зернових продуктів. Просіювання борошна було розпочато ще в XVII столітті за допомогою «питлювального рукава». При просіюванні подрібненого зернового продукту через цей „рукав” одержували «підрукавне борошно». Пізніше з'явилося плоске сито, яке мало коливальний рух і було пов'язане з приводом жорнового посаду. На початку 80-х років XVIII століття досвідчений технолог-борошномел Олексій Графов розробив і встановив на деяких млинах нову просіювальну машину – «універсальний плоский розсійник», що складався з п'яти плоских сит розташованих одне над одним по вертикалі. Цю машину Графова вважають першою машиною для просіювання зернових продуктів, прообразом теперішнього розсійника [4].

Вслід за розсійником Графова з'явилися і інші просіювальні машини. Серед них і розсійник з коловим поступальним рухом.

В 60-х роках XX століття з'явилися нові розсійники «шафового» типу (ЗРШ, БРБ тощо). Ці розсійники мають металеві шафи із висувними рамками, що значно спростило їх обслуговування.

Поява вальцьових верстатів і розсійників суттєво змінила весь технологічний процес виробництва борошна і викликала необхідність удосконалення і інших процесів переробки зерна. Одним із відсталих на той час процесів був процес збагачення проміжних продуктів. Для виділення з них оболонкових продуктів ще у XVIII столітті в Росії стали використовувати «вітрові колеса», винахідник яких Іван Красноперов у 1843 році отримав «привілегію» на «самовійку для очищення манної крупи». Впровадження в технологічний процес сортового помелу пшениці збагачення проміжних

продуктів забезпечило істотне покращення якості борошна [4, 19].

Удосконалення процесів помелу зерна, сортування та збагачення проміжних продуктів викликало необхідність подальшого розвитку процесів очищення і підготовки зерна до помелу. У 1818 році Аполлон Курбатов запропонував обробляти зерно парюю. У 1856 році Павло Крохоняткін запропонував обробляти зерно після миття підігрітим повітряним потоком. Обидва ці винаходи стали першими методами водотеплової обробки зерна.

Очищення поверхні зерна довгі роки залишалось малоефективним. Машина, що використовувалась в цьому процесі, не забезпечувала надійного очищення поверхні зерна і, особливо, очищення боріздки від пилу. Вказані недоліки змусили спеціалістів створити оббивну машину, до складу якої входив циліндр з абразивною поверхнею і бичевий ротор, що обертався всередині циліндра.

Поява високоефективних машин для очищення і підготовки зерна до помелу дала можливість по-новому розглянути технологію переробки різного за якістю зерна. Так стали формувати помельні суміші, які забезпечили стабілізацію технологічного процесу виробництва борошна, покращення його якості та розширення асортименту готової продукції. На млинах Поволжя стали виробляти 7 сортів борошна, а на українських млинах - 8 сортів. Виробництво такої кількості сортів борошна було викликане умовами конкуренції виробників. В більшості зарубіжних країн і в теперішній час виробляють по 5...7 різних сортів борошна.

В післяреволюційний період в Україні усі млини були націоналізовані і з 1923 року було введено єдиний для всіх новий асортимент пшеничного борошна: обойне і сортове трьох сортів (вищий, перший, другий). У 1921 році було створено організацію «Млинбуд», яка стала налагоджувати виробництво обладнання для виробництва борошна у Нижньому Новгороді, Москві, Києві та інших містах. З 1922 року почалась підготовка інженерів-технологів борошномельного виробництва у Москві та Одесі [4].

Напередодні другої світової борошномельна промисловість Радянського Союзу повністю забезпечувала населення країни необхідною кількістю хлібопродуктів, але війна все змінила. Невелика частина млинів була евакуйована на Схід, а більшість була зруйнована. В Україні не залишилось жодного млина, придатного для виробництва борошна. Почалась тяжка праця з відновлення борошномельної і круп'яної промисловості, яка продовжувалась до 1951 року [4].

В 70-ті роки розпочато технічне переозброєння борошномельної промисловості на основі використання нового високопродуктивного обладнання, що виготовлялося за ліцензією фірми BÜHLER. В результаті цього переозброєння Україна має потужну борошномельну промисловість, яка здатна задовольнити потреби ринку.

## **2. СТРУКТУРА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ПОМЕЛУ**

### **2.1. Вимоги до технологічного процесу підготовки зерна до помелу**

Технологічні процеси очищення і підготовки зерна до помелу призначені для забезпечення ефективної обробки зернової маси з метою виділення з неї сторонніх домішок, поліпшення технологічних властивостей і підвищення стабільності показників якості зерна. Очищення і підготовка зерна до помелу включає [17]:

- формування помельних партій зерна;
- очищення зернової маси від сторонніх домішок;
- очищення поверхні зерна;
- водотеплову обробку зерна для поліпшення його технологічних властивостей;
- контроль побічних продуктів і відходів;

У відповідності до вимог «Правил організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» (далі „Правил”) [17] зерно, яке надходить з зерносховища в зерноочисне відділення борошномельного заводу, повинне мати такі показники якості:

а) рекомендована вихідна вологість при багатосортних або односортних помелах пшениці і жита з виготовленням борошна вищого сорту або сіяного – до 13 %, при інших типах помелів – до 14 %, при обойних помелах – на рівні, який забезпечує одержання борошна стандартної вологості;

б) вміст смітної домішки – не більше 2 % (при наявності обладнання для обробки зерна на елеваторі – не вище 1 %), в тому числі зіпсованих зерен – до 1 % (для макаронних помелів – не більше 0,5 %), шкідливої домішки – до 0,2 %. У шкідливій домішці вміст сажки і ріжків окремо або разом не повинен перевищувати 0,05 %, а гірчаку і в'язелю (окремо або разом) 0,04 % від загальної норми 0,05 %;

в) вміст фузаріозних зерен – не вище 1 % (кількість вомітоксину не більше 1 мг/кг);

г) вміст зернової домішки – до 5 % у пшениці і 4 % у житі, в тому числі пророслих зерен (вміст цих зерен встановлюють за результатами аналізу до очищення) – не більше 3 % (для макаронних помелів – відповідно, не більше 4 і 2 %);

д) зерно повинне бути доброякісним, не затхлим, не пліснявим, не зіпсоване самозігріванням і сушінням, не мати солодового та інших сторонніх запахів [17].

Виходячи із даних вимог до якості очищеного і підготовленого зерна необхідно передбачити в структурі зерноочисного відділення певні технологічні процеси і операції, які б забезпечили необхідну якість зерна для виробництва борошна стандартної якості. Для ефективного очищення і підготовки зерна необхідно також передбачити комплекс обладнання, потужність якого повинна на 10...20 % перевищувати потужність розмелювального

відділення, а також передбачити створення запасів неочищеного зерна безпосередньо в зерноочисному відділенні, щоб забезпечили стабільну роботу борошномельного заводу [4].

З метою підвищення ефективності очищення зерна пшениці від смітної і зернової домішок, а також покращання його технологічних властивостей, рекомендується відбирати дрібну фракцію зерна в елеваторах і зерносховищах. При відсутності такої можливості допускається відбір дрібної фракції зерна в зерноочисному відділенні борошномельного заводу. Дрібною вважається фракція пшениці, що проходить через решітне сито з отворами  $2,0 \times 20$  мм або  $2,2 \times 20$  мм залежно від крупності пшениці і сходить з сита з отворами  $1,7 \times 20$  мм. Помітний технологічний ефект можна одержати при виділенні не менше 30 % дрібної фракції, яка знаходиться у вихідному зерні [17]

Структуру технологічного процесу попереднього очищення зерна на елеваторі з відбором дрібної фракції наведено на рисунку 2.1.

Попереднє очищення зернової маси починається із виділення з неї грубих домішок (колосків, стеблин тощо). Для цього неочищене зерно направляють на скальператор А1-БЗО, в якому виділяють грубі домішки сходом циліндричного сита з отворами  $25 \times 25$  мм. Проходом крізь сито отримують зерно, крупні і дрібні домішки. Грубі домішки направляють для контролю на циліндричне сито з отворами розміром  $10 \times 10$  мм для виділення залишків зерна. Очищене від грубих домішок зерно надходить у бункери, що розташовані над сито-повітряними сепараторами А1-БІС-100. Оскільки ці сепаратори мають чотири приймальні пристрої, то вони завантажуються одночасно не менше, ніж із двох бункерів. В ситовому корпусі сепаратора встановлено два яруси сит, в кожному ярусі по два сита. В першому ярусі встановлено решітні полотна з круглими отворами (тип 1) діаметром 8 мм, а в другому ярусі - решітні полотна (тип 3) з отворами розміром сторони трикутника 3,5 мм. В результаті очищення зерна на сепараторі А1-БІС-100 вилучають крупні, дрібні і легкі домішки [4, 17].

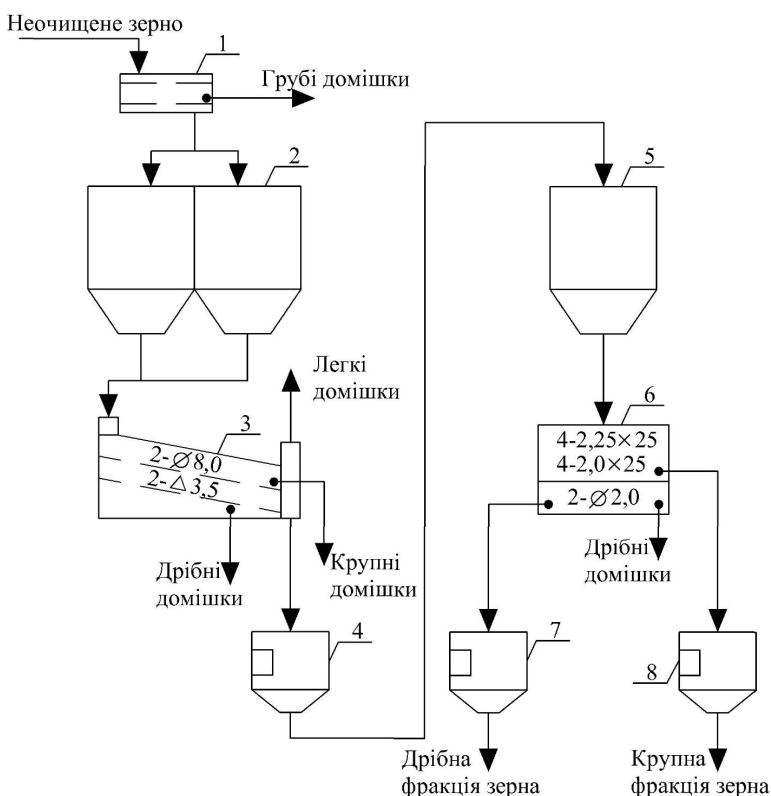


Рис. 2.1. Структура технологічного процесу попереднього очищення зерна на елеваторі

1 – скальператор А1-БЗО; 2, 5 – бункери; 3 – сепаратор А1-БІС-100; 4, 7, 8 – автоматичні ваги; 6 – сепаратор А1-БСФ-50.

Далі зерно направляють на сепаратор А1-БСФ-50 або А1-БСШ-50 (6) для виділення дрібної фракції зерна. Наведені розміри сит у сепараторах є орієнтовними і залежать від крупності зерна. Попереднє



очищення зерна від домішок повинне забезпечувати видалення не менше 50 % смітної домішки.

Очищену від домішок крупну фракцію зерна направляють у зерноочисне відділення борошномельного заводу для підготовки її до помелу, а дрібну фракцію - на комбикормові заводи для виробництва комбикормів або після очищення використовують для виробництва борошна на системах другої якості.

Якість крупної фракції зерна після її попереднього очищення повинна відповідати наступним вимогам:

– вміст смітної домішки - не більше 1 %, в тому числі шкідливої не більше 0,2 %,

– інші показники якості повинні відповідати загальним вимогам щодо зерна, яке направляється на борошномельні заводи [4].

Передача попередньо очищеного зерна із зерносховища до зерноочисного відділення здійснюється окремими партіями, які відрізняються скловидністю, кількістю і якістю клейковини, вологістю та іншими показниками [4].

## 2.2. Основні технологічні операції підготовки зерна до помелу

Необхідні технологічні операції очищення і підготовки зерна до помелу та послідовність їх застосування обумовлені вимогами до очищення зерна від домішок для даного помелу.

При побудові схеми підготовки зерна до помелу слід користуватися рекомендованою послідовністю операцій і порядком застосування машин і обладнання, які наведено у таблиці 2.1 [17].

Таблиця 2.1 – Рекомендовані операції технологічного процесу підготовки зерна до помелу і їх послідовність

Операції	Машини і обладнання	
	Сортові помели пшениці	Сортові помели жита
Приймання зерна із зерносховища	Засіки для неочищеного зерна	Засіки для неочищеного зерна
Формування помельних сумішей	Дозатори зерна, змішуючі шнеки	
Формування помельних сумішей або потоків зерна	Автоматичні ваги	Автоматичні ваги
Зважування	Магнітні сепаратори	Магнітні сепаратори
Виділення металоманітної домішки	Апарати для підігрівання зерна	Апарати для підігрівання зерна
Підігрівання холодного зерна	Сепаратор повітряно-ситовий	Сепаратор повітряно-ситовий
Перша сепарація зерна	Каменевідбірник	Каменевідбірник
Виділення мінеральної домішки	(вібропневматичний), комбінатор	(вібропневматичний), комбінатор
Виділення коротких домішок	Трієр-кукілевідбірник	Трієр-кукілевідбірник
Виділення довгих домішок	Трієр-вівсюговідбірник, концентратор	Трієр-вівсюговідбірник, концентратор
Виділення металоманітної домішки	Магнітні сепаратори	Магнітні сепаратори
Перша обробка поверхні зерна	Оббивальна машина	Оббивальна машина
Виділення легких домішок	Аспіратор	Аспіратор
Водотеплова обробка (один зі способів)		
Холодне кондиціонування		

Перший етап зволоження і відволоження зерна	Машина для миття + зволожувальний апарат; машина для мокрого лущення + зволожувальний апарат; машина для інтенсивного зволоження, засіки для відволоження	Машина для мокрого лущення, зволожувальний апарат, машина для інтенсивного зволоження, засіки для відволоження
Формування помельних партій (дозування відволоженого зерна) Виділення легких домішок	Дозатори зерна, змішуючі шнеки Аспіратор	Дозатори зерна, змішуючі шнеки Аспіратор
Другий етап зволоження і відволоження	Зволожувальний апарат (машина для інтенсивного зволоження). Засіки для відволоження Дозатори зерна	---
Швидкісне кондиціонування	Апарат для швидкісного кондиціонування. Бункер для теплообробки (темперування). Машина для миття. Вологознімник. Зволожувальний апарат. Засіки для відволоження. Дозатори зерна	---
Виділення металомангітної домішки	Магнітні сепаратори	Магнітні сепаратори
Друга обробка поверхні зерна	Оббивальна машина.	Оббивальна машина.
Знищення прихованої зараженості	Ентолейтор-стерілізатор	Ентолейтор-стерілізатор
Виділення легких домішок	Аспіратор	Аспіратор
Друге сепарування	Сепаратор повітряно-ситовий	Сепаратор повітряно-ситовий
Зволоження і відволоження зерна перед I драною системою	Зволожувальний апарат, змішуючий шнек. Засік для відволоження	---
Зважування й дозування підготовленого зерна перед I др.с.	Автоматичні ваги. Дозатори	Автоматичні ваги. Дозатори

Передача різних вихідних партій зерна із зерносховища до зерноочисного відділення борошномельного заводу проводиться послідовно, відповідно до розробленої рецептури помельної партії. Вихідні партії зерна різної якості зберігають окремо в оперативних бункерах для неочищеного зерна. Місткість цих бункерів повинна бути такою, щоб забезпечити безперервну роботу борошномельного заводу протягом не менше 50 годин. Це необхідно для створення умов формування проміжних помельних сумішей, що складаються з кількох вихідних. Як правило це дві, або три проміжні помельні суміші, що відрізняються за скловидністю (пшениця) і вологістю (жито). Для технічного забезпечення складання проміжних сумішей зерна передбачені необхідні умови:

- випуск зерна із кожного силоса забезпечує випускний пристрій, що складається із 16 самопливів, які подають зерно у збірну воронку (рис. 2.2);

- величину потоку за заданою рецептурою встановлює ваговий пристрій для регулювання витрати зерна в потоці УРЗ-1;

- потоки зерна змішуються на конвеєрі - змішувачі РЗ-БКШ або інших транспортерах [4].

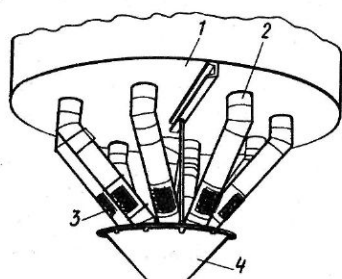


Рис. 2.2 Випускний пристрій із силоса [1]

1 – силос металевий; 2 – самопливні труби; 3 – спостережні вікна; 4 – збірна воронка.

Сформовані проміжні суміші зерна паралельними чи послідовними потоками подаються на магнітні сепаратори У1-БМЗ для виділення металомагнітних домішок, які можуть створити небезпечні умови (утворення іскор тощо) при транспортуванні зерна пневматичним транспортом.

Підігрівання холодного зерна в зимовий період проводиться в підігрівниках БПЗ з метою створення необхідних температурних умов водотеплової обробки зерна. Температуру зерна в підігрівниках доводять до +15 °С [4].

Зважування зерна проводять на автоматичних вагах АД-50-3Е, які використовують для оперативного обліку зерна, що направляється на очищення і підготовку до помелу.

Перше сепарування зерна проводять на сито-повітряних сепараторах А1-БІС-12 або А1-БЛС-12 з метою видалення із зернової маси домішок, що відрізняються від зерна шириною, товщиною і аеродинамічними властивостями. Ефективність видалення цих домішок на сепараторах А1-БІС-12 і А1-БЛС-12 становить 60...80 % [1, 4].

Видалення мінеральних домішок здійснюється на каменевідбірниках РЗ-БКТ-100 з ефективністю 98...99 %. При нормальній роботі каменевідбірників РЗ-БКТ-100 кількість зерна у виділених відходах не перевищує 0,05 % [15].

Для виділення коротких і довгих домішок використовують циліндричні і дискові трієри. Видалення із зернової суміші коротких домішок (кукіль, биті зернівки) здійснюють на трієрах-кукілевідбірниках А9-УТК-6, а довгих домішок (вівсюг, овес, ячмінь) – на трієрах-вівсюговідбірниках БТС або дискових - А9-УТО-6. Ефективність видалення домішок у трієрах-кукілевідбірниках не повинна бути меншою за 80 %, а у трієрах-вівсюговідбірниках – не меншою за 70 % [1, 4, 20].

Використання магнітних сепараторів забезпечує видалення металомагнітних домішок і попереджує іскроутворення. У зерноочисному відділенні для цього використовують магнітні сепаратори У1-БМЗ або їх аналоги. Максимальна ефективність видалення металомагнітних домішок досягає 80 % [1, 4, 20].

Перше очищення поверхні зерна від пилу мінерального і органічного походження, мікроорганізмів, а також часткове видалення зародка, оболонки і чубка здійснюється в оббивальних машинах вертикального (РЗ-БМО-6, РЗ-БМО-12) чи горизонтального типу (РЗ-БГО-6, РЗ-БГО-8). Ефективність обробки поверхні зерна характеризується зниженням його зольності при обмеженій кількості битих зерен.

Зниження зольності зерна в машинах з абразивним циліндром повинно складати 0,03...0,05 % при збільшенні кількості битих зерен не вище 2 %.

Зниження зольності зерна в оббивальних машинах з металевим сітчастим циліндром повинно складати 0,01...0,03 % при збільшенні кількості битих зерен не вище 1 %.

Зниження зольності зерна при обробці зерна в машинах для миття зерна і в машинах мокрого лушення повинно складати 0,02...0,05 % при збільшенні кількості битих зерен не вище 1 % [1, 4, 13].

Водотеплова обробка зерна здійснюється одним із способів холодного чи гарячого кондиціювання. Для зволоження використовують зволожуючий апарат А1-БУЗ або машини для інтенсивного зволоження А1-БШУ-2.

Формування помельної партії зерна проводять після завершення основного етапу водотеплової обробки зерна за розробленою рецептурою помельної партії. Складання помельної партії зерна проводять за допомогою вагових пристроїв для регулювання витрати зерна в потоці УРЗ-2 і конвеєрів - змішувачів РЗ-БКШ [1,4, 13].

Після завершення основного етапу кондиціювання зерна його направляють на наступний етап підготовки зерна до помелу. На цьому етапі спочатку видаляють металоманітні домішки на магнітних сепараторах, оскільки наступна технологічна операція - повторне очищення поверхні зерна на оббивальних машинах. На цьому етапі замість оббивальних машин можливе застосування щіткових машин РЗ-БЩМ, які менше травмують зерно [1, 4]. Для борошномельних заводів потужністю до 150 т/добу після основного етапу кондиціювання можливе застосування дебрандерів «Каскад» [8].

Після повторного очищення поверхні зерна наступна технологічна операція – його стерилізація. Стерилізація зерна проводиться для знищення прихованої зараженості зерна шкідниками. Для стерилізації зерна використовують ентолейтори РЗ-БЕЗ, які є машинами ударної дії і тому перед ними обов'язково необхідно встановлювати магнітні колонки [4].

Остаточне виділення легких домішок і битого зерна, яке пройшло через оббивальну машину та ентолейтор-стерилізатор здійснюється на повітряних (РЗ-БАБ) або сито-повітряних сепараторах (А1-БІС-12) [1, 4, 12].

Наступне зволоження зерна на 0,3...0,5 % і короткочасне відволоження протягом 20...30 хв здійснюється у зволожуючому апараті А1-БАЗ (машині інтенсивного зволоження А1-БШУ-1) і силосі відповідно з метою підвищення міцності оболонки зернівок, що попереджує їх надмірне руйнування при наступному подрібненні зерна у драному процесі та сприяє отриманню крупок і дунстів меншої зольності [1, 4].

Очищене і підготовлене до помелу зерно зважується на автоматичних вагах АВ-50-3Е і подається на І драну систему розмелювального відділення борошномельного заводу.

Технологічні операції очищення і підготовки зерна жита до сортових помелів майже аналогічні відповідним операціям очищення і підготовки зерна пшениці, але мають деякі особливості, які пов'язані з технологічними властивостями жита. Так, підготовка зерна жита до помелу проводиться тільки із застосуванням холодного кондиціювання при зволоженні зерна не вище 15,0 % і відволоженні не більше 6 год. Якщо вологість вихідної партії жита перевищує 14,0 %, то така партія кондиціюванню не підлягає. З метою поліпшення очищення поверхні зерна жита можливе використання луцильних машини А1-ЗШН-3, Каскад-1,6 тощо [1, 5, 8, 12, 13].

Підготовка зерна до помелу може здійснюватись і на іншому обладнанні різних виробників, яке забезпечує необхідну ефективність технологічних процесів.

Принципову схему технологічного процесу підготовки пшениці до помелу наведено на рис. 2.3.

Неочищене зерно

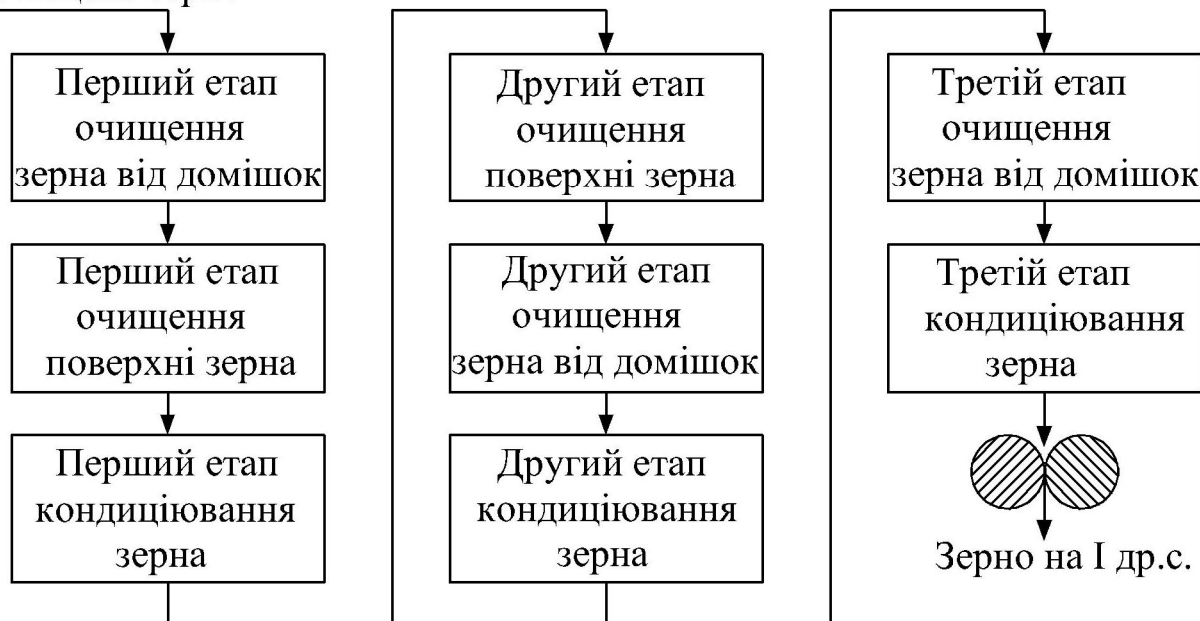


Рис. 2.3. Принципова схема технологічного процесу очищення і підготовки зерна до помелу [5]

### **2.3. Підготовка зерна до обойного помелу пшениці і жита**

До якості обойного борошна висуваються не надто високі вимоги [3]. Це борошно являє собою продукт майже повністю подрібненого зерна з незначною кількістю відібраних висівок. При підготовці зерна до обойного (простого) помелу основну увагу приділяють видаленню домішок. Для вирішення цієї задачі використовують повітряно-ситові сепаратори (один чи два проходи), каменевідбірники та трієри. Обробку поверхні зерна ведуть на оббивальних машинах з абразивним циліндром (звідси і назва борошна – обойне) – один або два проходи. Можливе застосування луцильно-шліфувальних машин типу А1-ЗШН або їх аналогів, при цьому видаляють до 2...4 % оболонок. Як результат борошно має нижчий вміст клітковини і зольність. Гідротермічну обробку зерна проводять способом холодного кондиціонування лише у випадку, якщо початкова вологість нижче 14,0 %.

На початку та в кінці технологічного процесу підготовки зерна до помелу встановлюють автоматичні ваги для обліку кількості зерна. Технологічну схему процесу підготовки зерна до обойного помелу наведено на рис. 2.4 [3].

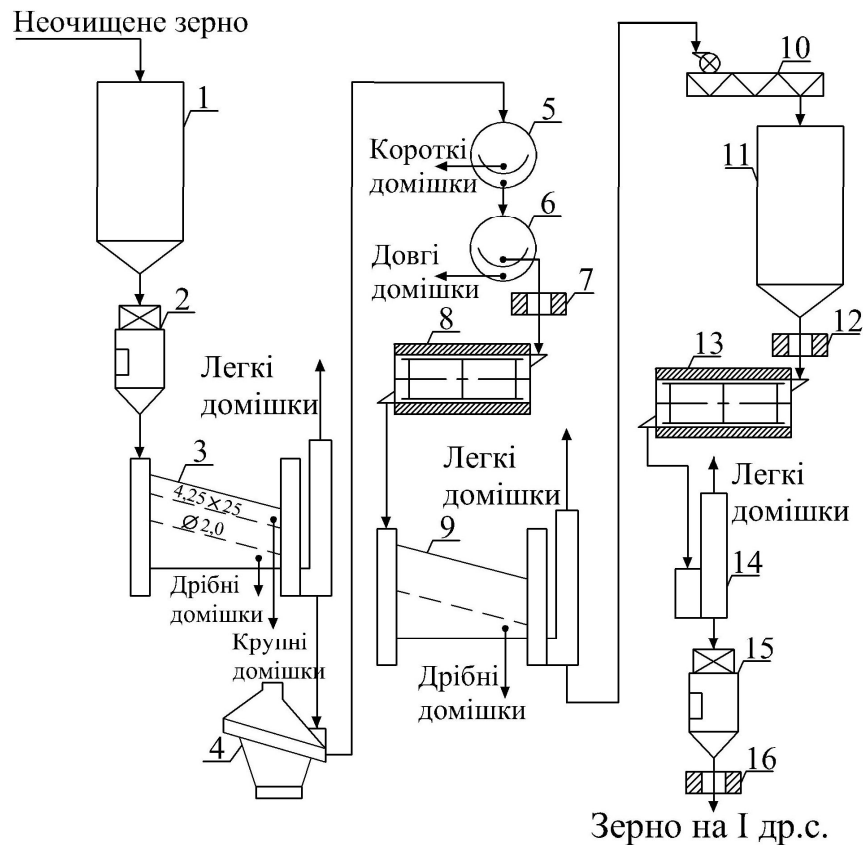


Рис. 2.4. Технологічна схема підготовки зерна до простого помелу [3]  
 1, 11-бункер; 2, 15-автоматичні ваги; 3, 9-повітряно-ситовий сепаратор; 4-каменевідбіник; 5-трієр-кукілевідбірник; 6-трієр-вівсюговідбірник; 7, 12, 16-магнітні колонки; 8, 13-оббивальні машини з абразивним циліндром; 10-зволожувальний апарат; 14-аспіраційна колонка.

## 2.4. Підготовка зерна жита до сортового помелу

Зерно жита суттєво відрізняється своїми властивостями від зерна пшениці. Особливе значення для технології виробництва борошна є його підвищена пластичність, міцне зростання алейронового шару з крохмалистою частиною ендосперму, наявність товстих оболонок. За рахунок таких властивостей, при сортових помелах жита зростає складність вибіркового подрібнення ендосперму, борошно утворюється із помітною присутністю у ньому периферійних анатомічних частин [3].

Для зниження вмісту периферійних частин зернівки в борошні, поверхню зерна жита при підготовці до помелу піддають інтенсивній обробці. Це можливе також завдяки тому, що зерно жита відрізняється високою пластичністю і тому витримує значні механічні навантаження.

Технологічна схема підготовки зерна жита до сортового помелу наведена на рис. 2.5 [3].

Після очищення від домішок на повітряно-ситовому сепараторі, каменевідбірнику і трієрах зерно піддають гідротермічній обробці способом холодного кондиціонування. У зв'язку із високою пластичністю, зерно жита зволожують у меншій мірі, ніж зерно пшениці (не більше 14,5 %) і відволожують не більше 8 год. Після чого проводять інтенсивне очищення поверхні зерна на луцильно-шліфувальних машинах типу А1-ЗШН. Можливе

застосування оббивальних машин з абразивним циліндром на стадії очищення поверхні зерна [3].

При обробці поверхні зерна в луцильно-шліфувальних машинах типу ЗШН можна видаляти від 2 до 4 % плодкових оболонок, що призводить до покращення білості борошна. Після другого проходу через повітряно-ситовий сепаратор зерно зволожують на 0,3...0,4 % і відволожують перед помелом на протязі 15...30 хв. Зерно, яке проходить підготовку до помелу зважується на автоматичних вагах, які встановлюють на початку та в кінці технологічного процесу [3].

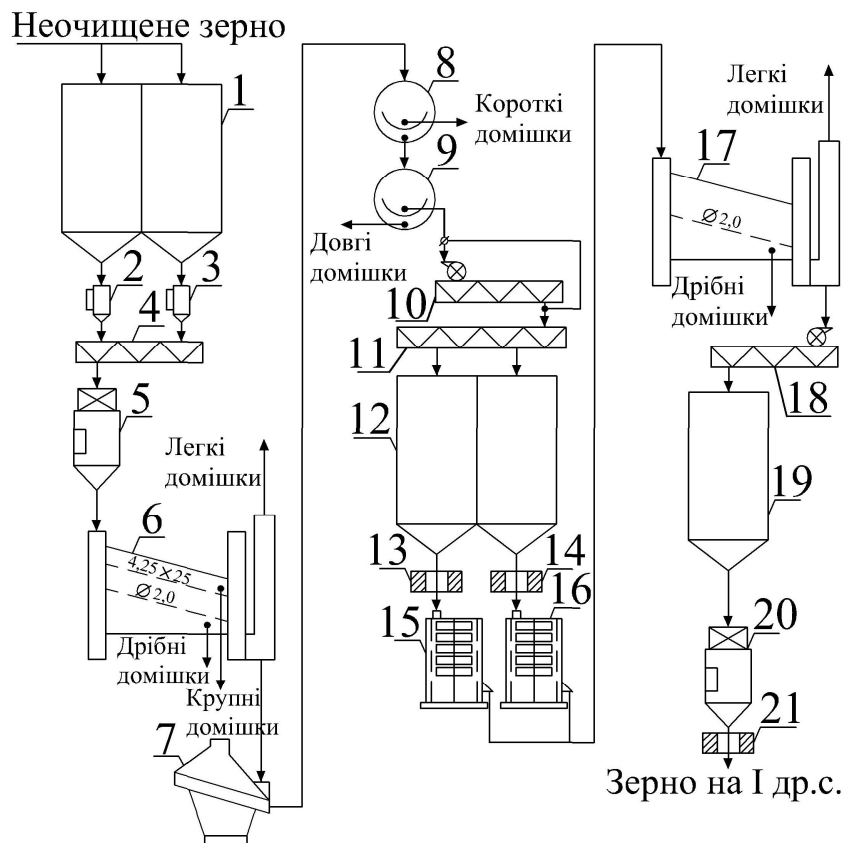


Рис. 2.5. Технологічна схема підготовки жита до сортового помелу

1, 12, 19-бункери; 2, 3-ваговий пристрій для регулювання витрати зерна в потоці; 4, 11-гвинтовий транспортер-змішувач; 5, 20-автоматичні ваги; 6, 17-повітряно-ситовий сепаратори; 7-каменевідбірник; 8-трієр-куклієвідбірник; 9-трієр-вівсюговідбірник; 10, 18-зволожувальний апарат; 13, 14, 21-магнітні колонки; 15, 16-луцильно-шліфувальні машини.

## 2.5. Підготовка зерна пшениці до сортового помелу

При сортовому помелі пшениці до процесу підготовки зерна висувають підвищені вимоги. Велику увагу приділяють ретельному очищенню зерна від домішок та гідротермічній обробці з метою надання зерну оптимальних технологічних властивостей. Основним варіантом ГТО є холодне кондиціонування [3].

Підготовку до помелу компонентів помельної суміші з різними показниками якості рекомендується вести окремо. Однак, це вимагає організації двох незалежних технологічних потоків, що доцільно здійснювати тільки при достатньо високій потужності борошномельного заводу [3].

Структурні схеми технологічних процесів сучасних заводів сортового помелу пшениці розрізняються способами обробки поверхні зерна.

Це схеми з «вологим» очищенням поверхні зерна і схеми з «сухим» очищенням поверхні зерна. У структурі кожної схеми можна виділити два основні етапи: перший етап очищення і підготовки зерна до помелу і другий етап очищення і підготовки зерна до помелу. Така структура пов'язана з тим, що технологічне обладнання не забезпечує повного виділення домішок із зернової маси за один пропуск, а також з необхідністю дублювання технологічних операцій на випадок можливих збоїв у роботі окремого обладнання.

Перший етап очищення від домішок (до ГТО) здійснюється послідовно на повітряно-ситових сепараторах, каменевідбірниках і трієрах (концентраторах). Потім проводять обробку зерна на оббивальних машинах і після видалення легких домішок на аспіраторі або аспіраційній колонці проводять холодне кондиціонування зерна в один або два етапи в залежності від початкової вологості зерна. Для необхідного очищення поверхні зерна після ГТО його пропускають знову через оббивальну машину. Далі зерно обробляють на ентолейторі-стерилізаторі. Закінчують очищення зерна на аспіраторі або сито-повітряному сепараторі [3].

Перед помелом обов'язково проводять зволоження зерна на 0,3...0,5 % і відволожують його протягом 20...40 хв. В результаті вологість оболонок підвищується до 20...23 %, їх міцність зростає і при подрібненні зерна утворюються крупні висівки [3].

Для введення вологи у зерно при холодному кондиціуванні застосовують зволожувальні машини А1-БШУ або їх аналоги. Після силосів встановлюють вагові пристрої для регулювання витрати зерна в потоці і шнеки-змішувачі, що дозволяє формувати помельну партію із заданим співвідношенням компонентів [3].

Перед оббивальними машинами встановлюють магнітні колонки для видалення магнітних домішок. На початку та в кінці процесу контролюють масу зерна на автоматичних вагах.

При можливому надходженні на переробку холодного зерна, на самому початку технологічного процесу підготовки зерна, перед першим сепаратором встановлюють підігрівачі зерна. Для нормального перебігу процесу ГТО і наступного помелу зерна його температура повинна знаходитись в межах 18...22 °С. При помелі холодного зерна (-10 °С і нижче) внаслідок підвищеного подрібнення оболонок стрімко зростає зольність борошна [3].

*Особливості технологічного процесу підготовки зерна із обробкою поверхні зерна сухим способом*

Особливістю технологічного процесу підготовки зерна із очищенням його поверхні сухим способом в тому, що на першому етапі очищення зерна від домішок використовують концентратори А1-БЗК-9 або А1-БЗК-18, можливе застосування комбінаторів типу МТСД та МТКВ. Концентратори встановлюють у схемі технологічного процесу після каменевідбірників. В концентраторі зернову масу ділять на 4 фракції. Кількість «важкої» фракції



складає 65...70 %, вона може бути направлена безпосередньо у трієр-кукілевідбірник. Фракція із меншою густиною («легка» фракція) направляється у оббивальну машину для інтенсивного очищення поверхні зерна. Кількість «легкої» фракції складає 30...35 %. Співвідношення «важкої» та «легкої» фракції може бути відрегульоване спеціальним клапаном. Після обробки «легкої» фракції зерна в оббивальній машині, видалення домішок і продуктів луцення в пневмосепараційному каналі обидві фракції зерна, які отримано в результаті обробки в концентраторі об'єднують і направляють на трієр-кукілевідбірник. Сходова фракція містить, в основному вівсюг, ячмінь, насіння бур'янів, пошкоджені (виїдені) зерна основної культури та інші домішки, які відрізняються за густиною від основного зерна.

При встановленні концентратора А1-БЗК-9 трієр-вівсюговідбірник у схему підготовки зерна до помелу не включають, оскільки довгі домішки видаляються частково при обробці «легкої» фракції в пневмосепараційному каналі, а друга частина виділяється концентратором у сходову фракцію. Проте більш високий і надійний ефект виділення довгих домішок досягається при використанні трієрів-вівсюговідбірників, а не при використанні концентраторів А1-БЗК-9 та А1-БЗК-18.

Важливою умовою вискоефективної роботи концентратора є дотримання рекомендованих виробником режимів його роботи. Перед концентратором необхідно обов'язково встановлювати бункер для зерна ємністю 0,5...0,8 т і ваговий пристрій для регулювання витрати зерна в потоці УРЗ-1.

Трієри-кукілевідбірники встановлюють після оббивальних машин першого проходу для виділення коротких домішок та частини битого зерна, яке в них утворюється.

На борошномельних заводах, що використовують «сухий» спосіб обробки поверхні зерна встановлюють, як правило, оббивальні машини горизонтального типу - А1-БГО-6 та А1-БГО-8.

Схема технологічного процесу підготовки зерна до помелу із застосуванням «сухого» способу обробки поверхні зерна наведено на рис. 2.6 [1, 3, 4, 7, 17].

*Особливості технологічного процесу підготовки зерна із обробкою поверхні зерна мокрим способом*

Особливість технологічного процесу підготовки зерна до помелу із обробкою поверхні зерна мокрим способом в тому, що процес є комбінованим, оскільки включає обробку поверхні зерна в оббивальних машинах вертикального типу РЗ-БМО-6, РЗ-БМО-12 та машинах мокрого луцення А1-БМШ (рис. 2.7) [15, 17].

Відмінності в технологічному процесі підготовки зерна полягають в тому, що на першому етапі очищення зерна від домішок виділення коротких та довгих домішок здійснюється на трієрі-кукілевідбірнику А9-УТК-6 та трієрі-вівсюговідбірнику А9-УТО-6 або їх аналогах. Очищене зерно без поділу на фракції проходить обробку поверхні в оббивальних машинах РЗ-БМО-6.

Видалення легких домішок та продуктів, які утворюються при обробці у вертикальних оббивальних машинах РЗ-БМО-6 здійснюється на пневмосепараторах РЗ-БСД, які одночасно є циклонами-розвантажувачами при транспортування зерна аерозольтранспортом [1].

З пневмосепараторів РЗ-БСД зерно направляється на машини мокрого лущення А1-БМШ.

При проходженні зерна через машини мокрого лущення А1-БМШ вологість зерна збільшується на 1,6...2,0 %, утворюються мокрі відходи у кількості 0,1 % та зольністю 3,0 % [1].

Недоліком обробки поверхні зерна мокрим способом є необхідність подальшого оброблення відпрацьованої води та утилізації вологих відходів, які утворюються в машині мокрого лущення А1-БМШ. Принципову схему обробки вологих відходів наведено на рис. 2.8. Лінія обробки вологих відходів включає послідовно встановлені сепаратор А1-БСТ, з якого через гнучкий резиновий рукав вологі відходи надходять на шнековий прес Б6-БПО. Після обробки відходів із початковою вологістю 90...92 % в шнековому пресі їх вологість знижується до 54...56 %. Пресовані відходи подаються у парову шнекову сушарку У2-БСО, де відбувається їх висушування [1, 17].

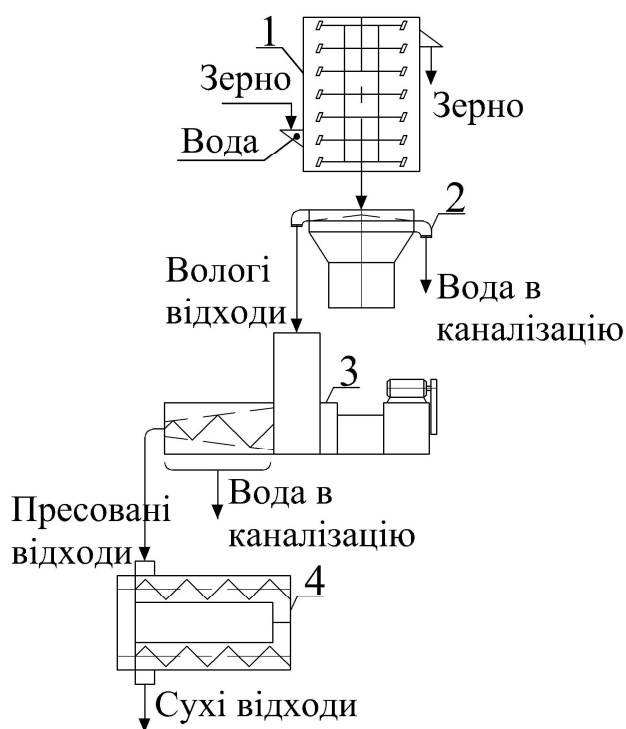


Рис.2.8. Схема обробки вологих відходів

1 – машина мокрого лущення А1-БМШ; 2 – сепаратор для фільтрування стічної води; 3 – прес для вологих відходів Б6-БПО; 4 – сушарка У2-БСО.

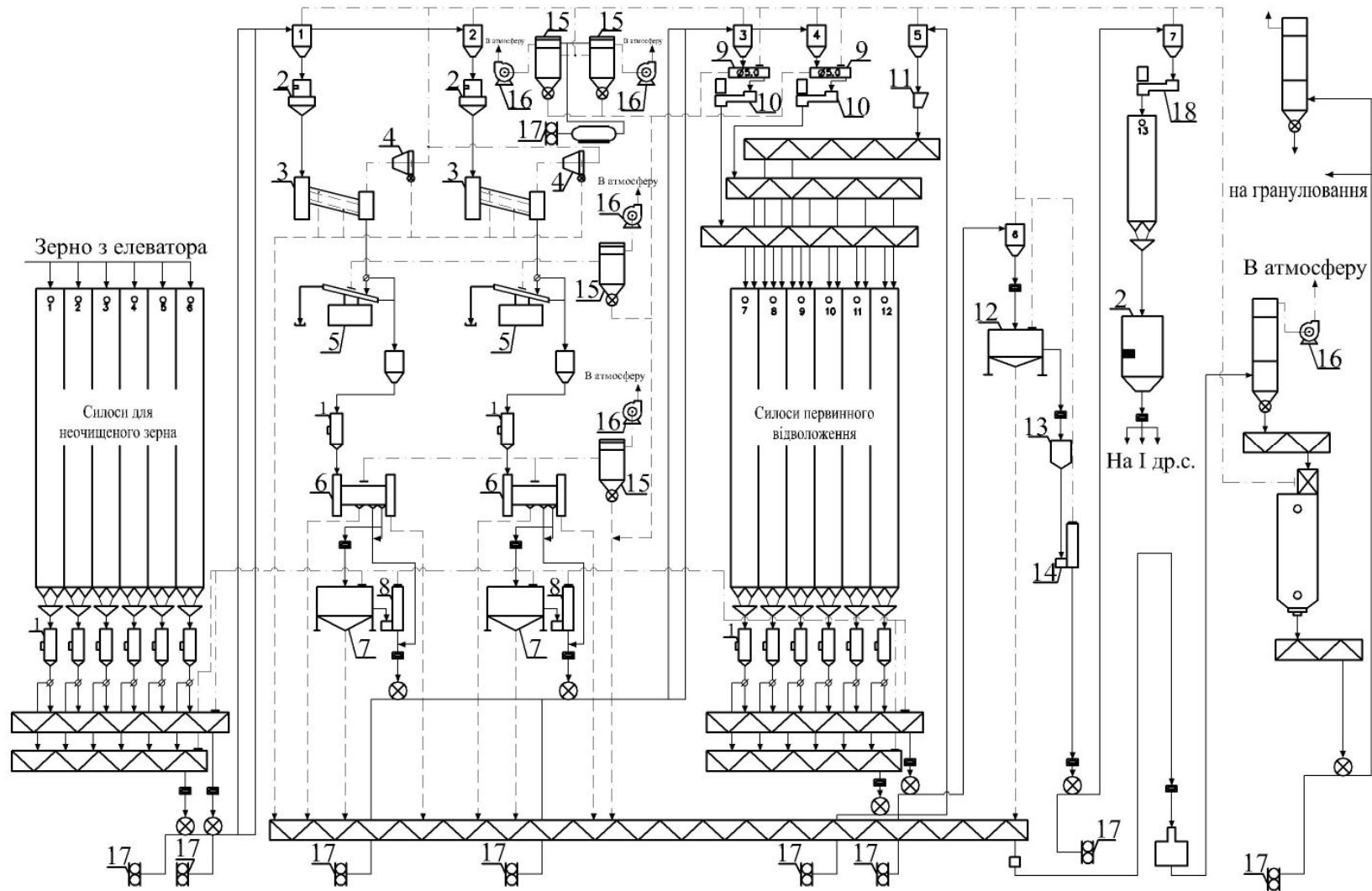


Рис. 2.6. Схема технологічного процесу підготовки зерна до помелу із обробкою поверхні зерна сухим способом

1– ваговий пристрій для регулювання витрати зерна в потоці; 2.–автоматичні ваги; 3–сито-повітряний сепаратор; 4–горизонтальний циклон; 5–каменевідбірник; 6–концентратор; 7–оббивальна машина; 8–аспіраційна колонка; 9–трієр; 10–зволожувальний апарат; 11–машина для зволоження зерна; 12–оббивальна машина; 13–ентолейтор-стерилізатор; 14–аспіраційна колонка; 15–фільтр-циклон; 16–вентилятор середнього тиску; 17–повітродувна машина; 18–зволожувальний апарат.



## **2.6. Підготовка зерна до помелів зерна пшениці в борошно для макаронних виробів**

Борошно для виробництва макаронних виробів виробляють з твердої або м'якої високоскловидної пшениці. До цього борошна пред'являють особливі вимоги по крупності, вирівняності за крупністю, вмісту та якості клейковини. Борошно отримують проходом сит ситовійних машин, за крупністю воно відповідає розмірам крупної та середньої крупок (борошно для макаронних виробів вищого сорту – крупка) або дрібної крупки і дунсту - (борошно для макаронних виробів першого сорту – напівкрупка) [3].

При виробництві борошна для макаронних виробів особливу увагу приділяють підготовці зерна до помелу, його ретельному очищенню, зволоженню та відволоженню. Структура технологічного процесу очищення і підготовки зерна до макаронного помелу дещо ускладнена, у порівнянні з підготовкою зерна до сортових хлібопекарських помелів, що пояснюється вищими вимогами до якості борошна. Зерно підготовлене до помелу в борошно для макаронних виробів повинно містити смітної домішки 0,3 % проти 0,4 % в хлібопекарських помелах м'якої пшениці, причому наявність геліотропу опушеноплідного, триходесми сивої і мінеральних домішок не допускається [3, 5, 17].

Необхідно організувати попереднє очищення зерна в елеваторі з метою виділення не менше 30 % дрібної фракції зерна (проходом решета з отворами  $2,2 \times 20$  мм і сходом сита  $1,7 \times 20$ ).

Особливості очищення і підготовки зерна пшениці до помелів в борошно для макаронних виробів наступні [1, 3, 13]:

- окреме очищення і підготовка вихідних партій зерна, які значно відрізняються за типовим складом, скловидністю, крупністю, засміченістю та іншими показниками з метою використання диференційованих режимів обробки;

- двократне або трьохкратне очищення зерна на сито-повітряних сепараторах з метою максимального виділення домішок;

- з метою більш повного виділення мінеральних домішок рекомендується двократний прохід через каменевідбірники;

- максимально повне виділення із зернової маси вівса і вівсюга, що досягається застосуванням концентраторів разом із трієрами – вівсюговідбірниками;

- використання для очищення поверхні зерна оббивальних машин з абразивним циліндром не рекомендується, оскільки підвищується травмування зерна, для цього можна використовувати оббивальні машини з сітчастим циліндром або щіткові машини;

- для підвищення виходу круподунстових продуктів рекомендується застосовувати двох- або трьохкратне зволоження і відволоження із доведенням вологості зерна перед I др.с. до 16,5...17,0 %, але при скороченій тривалості відволоження на кожному етапі. Так намагаються досягти такого стану зерна, коли при відволоженні в його ендоспермі сформуються тільки

первинні, відносно крупні мікротріщини, не доводячи процес до інтенсивного розрихлення ендосперму. В результаті при подрібненні зерна в драному процесі утворюється підвищена кількість крупної і середньої крупки, з якої в подальшому формується макаронне борошно.

При використанні зерна твердої пшениці частіше застосовують двохетапне зволоження і відволоження: на першому етапі вологість зерна доводять до 14,5...15,5 % із відволоженням протягом 6...8 год, на другому етапі додають близько 2 % води і відвожують протягом 2...3 год із дозволоженням на 0,3...0,4 % і витримкою не більше 20 хв. В цьому випадку забезпечується достатнє розрихлення ендосперму для отримання круподунстових продуктів першої якості з переважним вмістом крупної та середньої крупок [1, 3].

При переробці м'якої твердозерної пшениці холодне кондиціонування проводять одноетапне зволоження до вологості зерна 15,0...15,5 % і відволоженням протягом 3...5 год. При дозволоженні вологість зерна збільшують до 15,5...16,0 %.

При переробці м'якої твердозерної пшениці на першому етапі звожують зерно до 14,0...14,5 % і відвожують його на протязі 6...8 год. На другому етапі додають ще 1,0...1,5 % води і витримують зерно в силосах протягом 1...2 год. Вологість зерна перед I др.с. знаходиться у межах 16,0...16,5 %.

Така відмінність режимів холодного кондиціонування зерна пов'язана із суттєвою різницею анатомічних і структурно-механічних властивостей твердозерного зерна пшениці та м'якої високоскловидної пшениці [1, 3].

Наступні технологічні етапи підготовки зерна до помелу в борошно для макаронних виробів практично співпадає із підготовкою зерна до хлібопекарських помелів. Однак, в цьому випадку скловидність зерна повинна бути до 60 %, а при макаронних помелах бажано мати цей показник на рівні 80 % і вище. Підготовку зерна до помелу здійснюють за схемою, яка наведена на рис. 2.9.

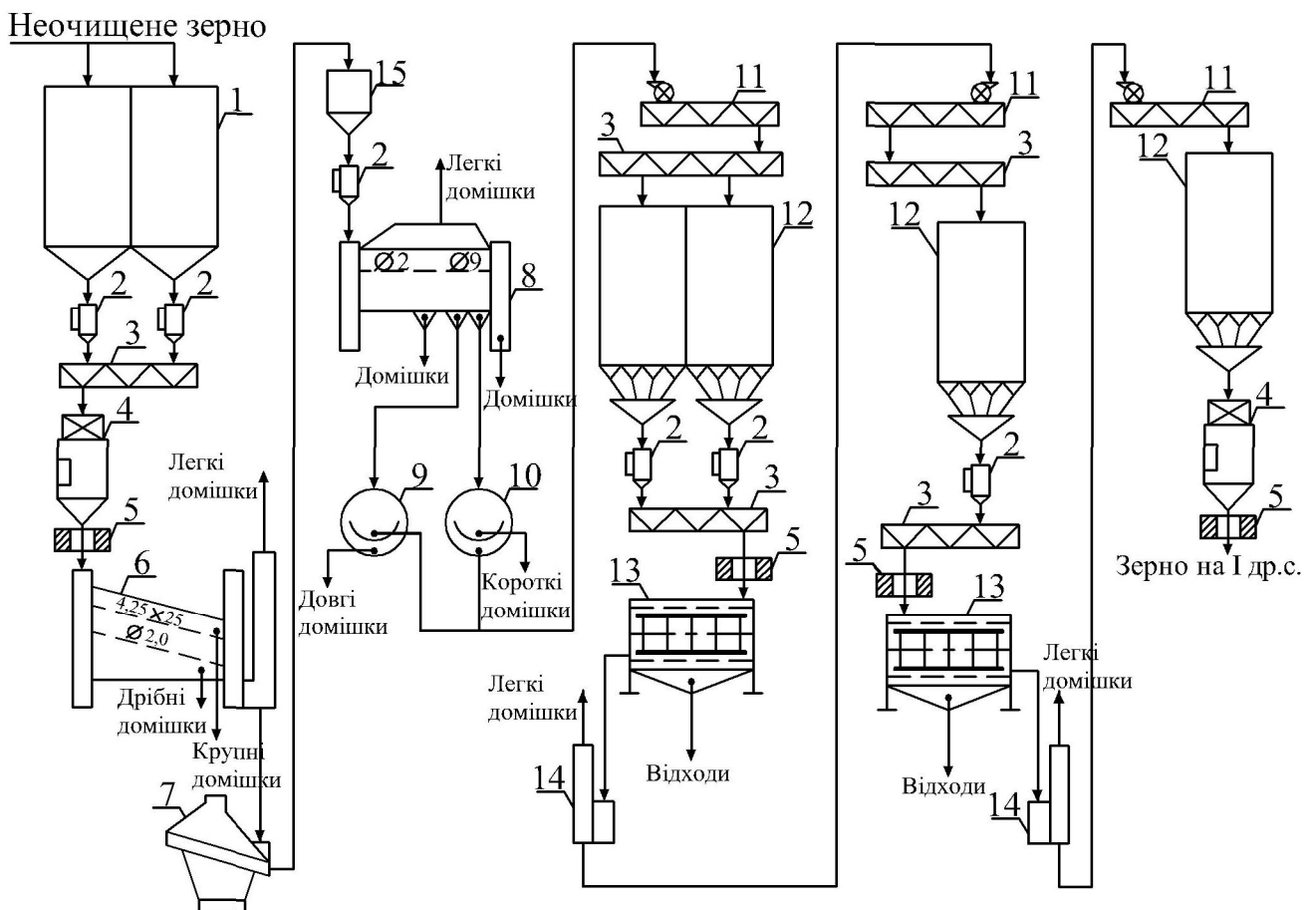


Рис 2.9. Схема технологічного процесу підготовки зерна при помелах в борошно для макаронних виробів

1 – силоси для неочищеного зерна; 2 – ваговий пристрій для регулювання витрати зерна в потоці; 3 – шнек; 4 – автоматичні ваги; 5 – магнітна колонка; 6 – зерновий сепаратор; 7 – каменевідбірник; 8 – концентратор; 9 – трієр-вівсюговідбірник; 10 – трієр-кукілевідбірник; 11 – зволожувальна машина; 12 – силоси для відволоження; 13 – оббивальна машина; 14 – аспіраційний канал; 15 – оперативний силос.

## 2.7. Класифікація та контроль відходів

Відходи, які отримують при очищенні зерна необхідно контролювати, так як вони можуть містити у своєму складі значну кількість доброякісного зерна. При наявності в побічному продукті зернової домішки від первинної обробки та у відходах міститься більше 10 % зерен пшениці чи жита або більше 20 % зерен інших культур, які за стандартами на ці культури відносять до основного зерна, така зернова суміш та відходи підлягають додатковій обробці з метою виділення з них основного зерна. Зерном у зерновій суміші від первинної обробки та у відходах вважається: зерно продовольчих (включаючи круп'яні), фуражних і бобових культур, яке за стандартами на ці культури відносять до основного або до зернової домішки [17].

Для контролю відходів застосовують спеціальне обладнання: бурати, аспіраційні колонки, контрольні каменевідбірники, трієри, зерноуловлювачі, подрібнювачі тощо.

Одержані при очищенні, переробці зерна продукти й відходи

підрозділяють на основні продукти, побічні продукти та відходи.

До основних продуктів відносять [17]:

- а) зерно продовольче, фуражне (включаючи природні суміші зерна різних культур) і насіння;
- б) борошно;
- в) крупи.

До побічних продуктів відносять [17]:

а) зернові суміші від первинної обробки, які містять від 50 до 70 % (включно) зерен продовольчих (включаючи круп'яні), фуражних і бобових культур, які за стандартами відносять до основного зерна або до зернової домішки;

б) зернові суміші від первинної обробки, які містять від 70 до 85 % зерен продовольчих (включаючи круп'яні), фуражних і бобових культур, які за стандартами відносять до основного зерна або до зернової домішки;

в) мучку кормову, яку одержують при виробництві борошна і крупів;

г) висівки;

д) дрібку кормову – просяну і вівсяну, січку горохову, одержані при виробництві круп, а також подрібнене зерно кукурудзи, яке проходить крізь сито з отворами  $\varnothing$  2,5 мм;

е) зародок, який відбирають при переробці зерна в борошно або крупи.

Відходи поділяють на наступні категорії [17]:

Відходи I категорії:

а) зернові відходи з вмістом зерна від 30 до 50 % (включно);

б) зернові відходи з вмістом зерна від 10 до 30 % (включно);

в) борошняні витряски й борошняні змідки;

г) пил оббивний білий.

Відходи II категорії:

а) зернові відходи з вмістом зерна від 2 до 10 %;

б) стержні качанів кукурудзи, кукурудзяна плівка, лузга горохова, лузга м'яка вівсяна і ячмінна, полова;

в) пил оббивний сірий.

Відходи III категорії:

а) відходи від очищення зерна (схід з приймального сита сепаратора, прохід крізь нижнє сито сепаратора), з вмістом зерна не більше 2 %, солом'яні частини;

б) лузга рисова, просяна, гречана, жорстка – вівсяна і ячмінна, пил аспіраційний і оббивний чорний;

в) кукурудзяні обгортки.

До оббивного належить зерновий пил, який утворюється при очищенні зерна на щіткових, оббивальних та інших машинах [17].

При отриманні відходів слід виключити можливість змішування відходів першої та другої категорії з відходами третьої категорії.

Варіант схеми контролю відходів із застосуванням буратів наведено на рис. 2.10 [1, 5].



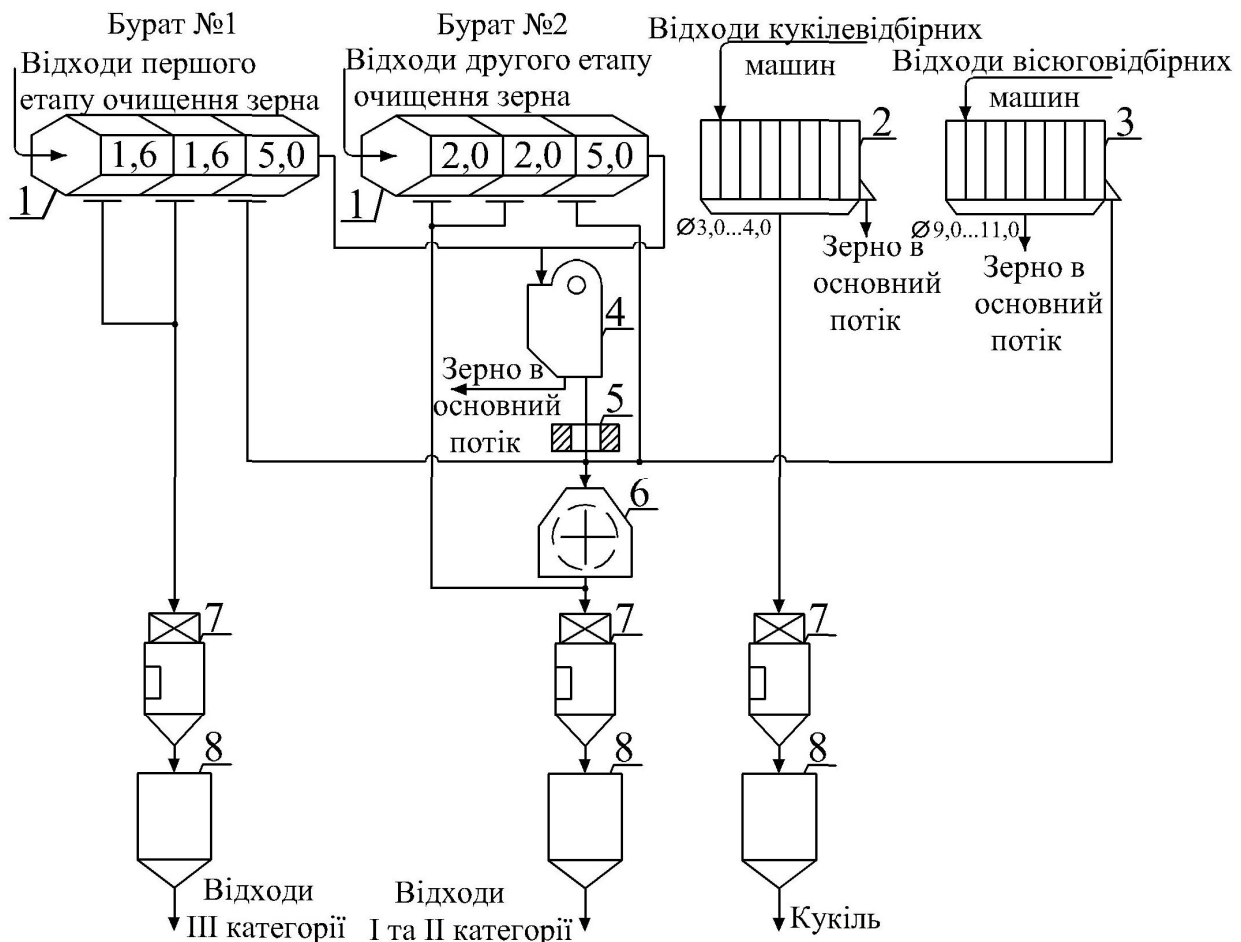


Рис. 2.10. Схема контролю відходів із застосуванням буратів

1 – бурат ЦМБ-9; 2 – контрольна кукілевідбірна машина; 3 – контрольна вісюговідбірна машина; 4 – дуоаспіратор А1-БДА; 5 – магнітна колонка; 6 – дробарка; 7 – автоматичні ваги; 8 – бункери для відходів.

В бурат №1 необхідно направляти: проходи через підсівні сита сепараторів першого і другого сепарування, важкі відноси оббивальних машин, аспіраціні відноси першого і другого сепарування.

В бурат №2 слід направляти: проходи через підсівні сита і аспіраціні відноси третього сепарування; відходи із оббивальних і щіткових машин, які встановлені на третьому етапі підготовки зерна до помелу. При контролі відходів в буратах необхідно забезпечити повне виділення повноцінних зерен, які отримують сходом і направляються в основний потік зерна. Проходи буратів подрібнюють у дробарках або вальцьових верстатах для подальшого їх використання в комбікормах.

Контроль кормових відходів етапу очищення зерна сухим способом слід здійснювати на агрегаті У1-БАО. Схему контролю кормових відходів з використанням агрегату У1-БАО наведено на рис. 2.11 [2, 17].

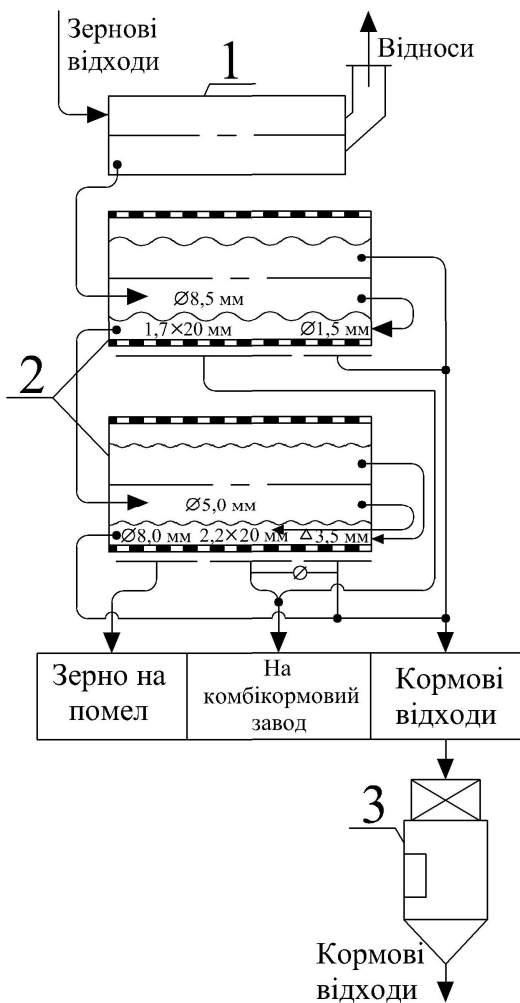


Рис. 2.11. Технологічна схема контролю кормових відходів на агрегаті У1-БАО  
1 – пневмосепараційний канал; 2 – сито-трієрні блоки; 3 – автоматичні ваги.

### Запитання для самоперевірки

1. Які вимоги встановлені до якості очищеного зерна перед помелом ?
2. Які вимоги встановлені до підготовки зерна до помелу ?
3. Яка мета попереднього очищення зерна в елеваторі ?
4. Які особливості має структурна схема попередньої очистки зерна ?
5. Які технологічні операції здійснюються на етапі первинного очищення зерна ?
6. Які технологічні операції здійснюються на етапі вторинного очищення зерна ?
7. Які технологічні операції і режими водотеплової обробки зерна передбачені „Правилами...” ?
8. Які особливості мають технології очищення і підготовки зерна до помелу «мокрим» і «сухим» способами ?
9. Як формується помельна партія зерна у зерноочисному відділенні борошномельного заводу ?
10. Яке технологічне обладнання використовують для першого етапу очищення зерна ?
11. Яке технологічне обладнання використовують для другого етапу очищення зерна ?
12. Яке технологічне обладнання використовують для водотеплової обробки зерна ?
13. Яка структура технології очищення зерна «мокрим» способом ?
14. Яка структура технологічного процесу очищення зерна «сухим» способом ?
15. Які особливості очищення і підготовки зерна пшениці і жита до простих помелів ?
16. Які особливості очищення і підготовки зерна пшениці до сортових хлібопекарських помелів ?
17. Які особливості очищення і підготовки зерна до помелів зерна в борошно для виробництва макаронних виробів ?
18. Яке призначення і основні вимоги до контролю відходів і побічних продуктів борошномельного виробництва ?

## 3. ВИДИ ПОМЕЛІВ

Для виробництва борошна різного асортименту і якості застосовують різні види помели. Помел зерна – це технологічний процес виробництва борошна (ДСТУ 2209-93 Борошно, побічні продукти і відходи. Терміни та визначення), тобто – це сукупність взаємопов’язаних в певній послідовності процесів і операцій обробки зерна для перетворення його у борошно заданого виходу і асортименту. Вид помелу - це помел, який здійснюється за різними

технологічними схемами і характеризується нормованим видом борошна певного асортименту і якості (ДСТУ 2209-93). Кожен вид помелу характеризується структурою (побудовою), а також включає характеристику і режим систем і етапів, які складають даний помел. Під системою технологічного процесу (помелу) розуміють його окрему його частину, що обслуговується окремою машиною або групою машин, які виконують задану технологічну операцію (ДСТУ 2209-93). Режим системи визначається виходом і якістю продуктів, що добуваються характерних даних системі (ДСТУ 2209-93). Системи, які обробляють однорідні продукти з визначеним характером їх подрібнення, сортування або збагачення поєднують в етапи. Сукупність етапів складає загальний технологічний процес виробництва борошна [5].

Різноманітність технологічних процесів виробництва борошна різного асортименту та якості викликала необхідність їх групової класифікації. В основі структури різних помелів пшениці і жита лежать відмінності характеру процесу подрібнення зернових продуктів. Прості помели використовують метод простого подрібнення (послідовного або послідовно-паралельного), при якому всі анатомічні частини зернівки руйнуються з максимальним виходом борошна на кожному проході крізь подрібнюючу машину. Складні помели використовують метод вибіркового подрібнення, під час якого виділяється ендосперм у найбільш чистому вигляді з подальшим його подрібненням в борошно. Класифікація помелів за наявністю і розвинутістю процесу збагачення, яка запропонована С. І. Щербаковим і І. А. Наумовим, найбільш вдало і повно віддзеркалює їх суть (рис. 3.1) [5].

В основу даної класифікації покладені наступні ознаки: метод подрібнення (простий або вибірковий), обробка зернових продуктів (послідовна або послідовно - паралельна), наявність і розвиненість процесу збагачення проміжних продуктів. Використовуючи дану класифікацію, можна розподілити існуючі помели таким чином: до простих помелів з послідовним подрібненням зернових продуктів можна віднести обидва помели пшениці і жита; до простих помелів з послідовно-паралельним подрібненням - односортний 87 % - ний помел жита (обдирний помел); до складних помелів без збагачення проміжних продуктів - односортний 63 % - ний та двосортний 80 % - ний помели жита; до складних помелів із скороченим процесом збагачення проміжних продуктів - односортний 85 %- ний і двосортні: 75 %- ний і 78 % - ний помели пшениці за скороченою структурою; до складних помелів з розвинутим етапом (процесом) збагачення проміжних продуктів - одно-, дво- і трисортні помели пшениці з виходом борошна 75 % і 78 %. Особливе місце у класифікації займають макаронні помели, які істотно відрізняються від розглянутих хлібопекарських помелів. Ці помели мають найбільш розвинутий процес збагачення проміжних продуктів на ситовійних і шліфувальних системах [5].

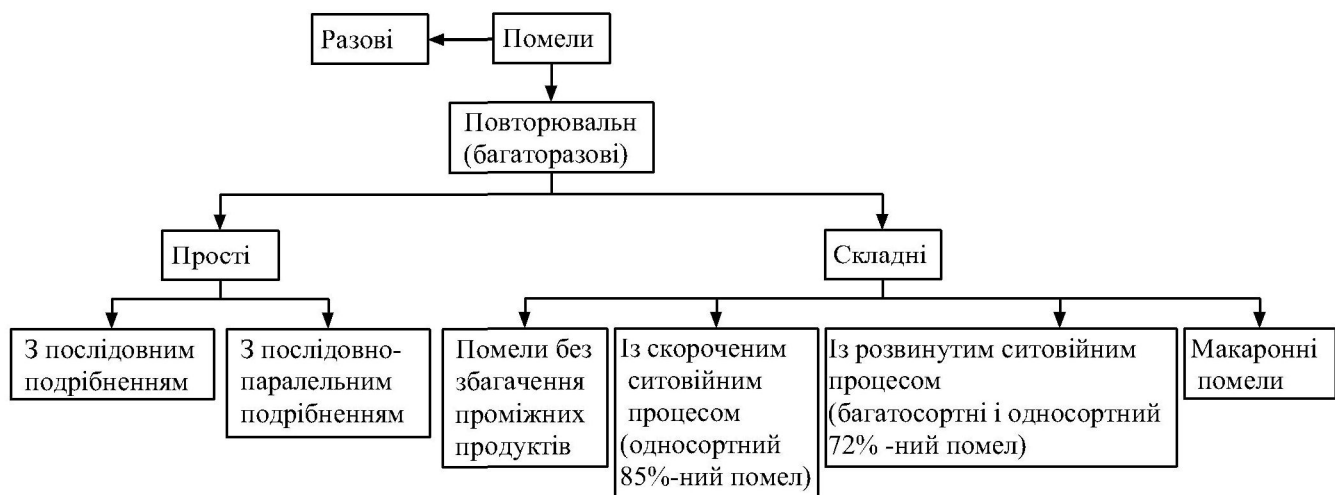


Рис. 3.1. Класифікація помелів [3, 5]

Рекомендовані види помелів зерна пшениці й жита наведені в табл. 3.1 – 3.3.

Таблиця 3.1 – Види хлібопекарських помелів м'якої пшениці і норми виходу продукції

Продукти помелу	Помели по розвиненим технологічним схемам						Помели по скороченим технологічним схемам				Обойний
	трисортні		двосортні		односортні		двосортні		односортні		
Борошно всього, в тому числі вищого сорту	75	78	75	78	72	75	75	78	72	85	---
першого сорту	25-50	15-40	30-40	55-65	72	75	---	---	---	---	---
другого сорту	20-45	20-50	35-45	---	---	---	55-65	40-50	72	---	---
Обойне	5-10	13-18	---	13-23	---	---	10-20	28-38	---	85	---
Побічні продукти: мучка кормова	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	96
висівки	3	---	3	---	6	3	3	---	6	---	---
відходи I і II категорії	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	12,1	1,0
Відходи III категорії з механічними втратами (без миття зерна)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0
Усушка	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Разом:	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,3
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця 3.2 – Види хлібопекарських помелів жита, суміші жита та пшениці

Продукти помелу	Види помелів					
	сортові			обойні		
	двосортні	односортні		житній	житньо-пшеничний	пшенично-житній
Борошно всього, в тому числі	80	87	63	95	95	96
сіяне	15	---	63	---	---	---
обдирне	65	87	---	---	---	---
обойне	---	---	---	95	95	96
Побіні продукти:						
висівки	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
відходи I та II категорії	2,4	2,4	2,4	2,0	2,0	2,0
Відходи III категорії з механічними втратами (без миття зерна)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Усушка	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Разом:	100	100	100	100	100	100

Таблиця 3.3 – Види помелів з виробництвом борошна для макаронних виробів

Продукти помелу	Макаронні помели твердої пшениці		Макаронні помели скловидної м'якої пшениці	Хлібопекарські помели м'якої пшениці з відбором макаронної крупки
	двосортні	трисортні	трисортні	трисортні
Борошно усього, в тому числі	75	75	75	75
вищого сорту (крупка)	55-60	40-50	20-25	5-20
першого сорту (напівкрупка)	---	10-20	25-30	---
вищого сорту (хлібопекарське)	---	---	---	10-30
першого сорту (хлібопекарське)	---	---	---	20-45
другого сорту	15-20	15	20-25	5-20
Побічні продукти:				
мучка кормова	3	3	3	3
висівки	19,1	19,1	19,1	19,1
відходи I і II категорії	2,2	2,2	2,2	2,2
Відходи III категорії з механічними втратами (без миття зерна)	0,7	0,7	0,7	0,7
Разом:	100	100	100	100

В останні роки іноземні (PROKOP, GOLFETTO, OCRIM тощо) та вітчизняні (Станкінпром, Оліс тощо) виробники обладнання почали

впроваджувати схеми технологічного процесу зі скороченим розмільним процесом помелу та скороченим етапом збагаченням проміжних продуктів. При цьому помели передбачаються як двох- так і трьохсортними.

### Запитання для самоперевірки

1. Які ознаки покладені в основу класифікації помелів ? 2. Як класифікують помели зерна жита і пшениці ? 3. Який асортимент борошна виробляють з зерна пшениці і жита ? 4. Які помели зерна пшениці і жита Вам відомі ?

## 4. СТРУКТУРА І ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПОМЕЛУ ЗЕРНА

### 4.1. Обойні помели пшениці та жита

Обойні помели пшениці і жита відносять до простих помелів. Існують чотири однакових за побудовою обойних помели: пшеничний, житній, житньо-пшеничний (60 % жита і 40 % пшениці) та пшенично-житній (70 % пшениці та 30 % жита). Принципові схеми простих помелів наведено на рис. 4.1 [5].

Зерно пшениці і жита подрібнюють на трьох-чотирьох системах при мінімальних витратах електроенергії і максимальному навантаженні на обладнання.

Режим подрібнення зерна і сепарування продуктів подрібнення повинні забезпечити: а) максимальний добуток борошна на кожній системі; б) повернення для додаткового подрібнення до необхідної крупності продукту з останньої системи у кількості не більше 3 % від маси зерна, що надходить на помел; в) утворення сходового продукту на контрольних розсійниках не більше 2 % від маси продукту, який направляється на сепарування [5].

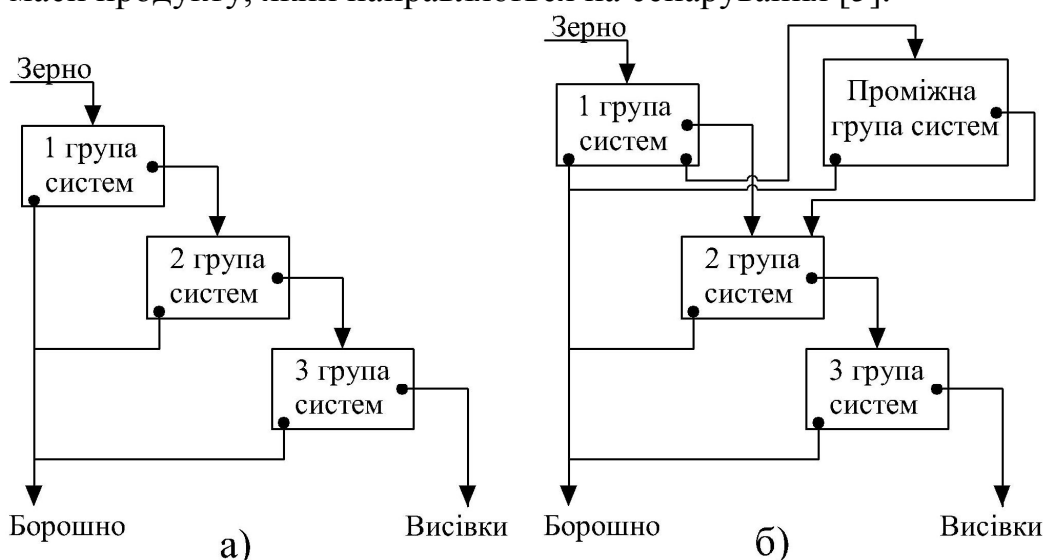


Рис. 4.1. Принципова схема простих помелів:

а – простий помел з послідовним подрібненням; б – простий помел з послідовно-паралельним подрібненням.

Для обойних помелів пшениці та жита використовують метод послідовного подрібнення зернових продуктів на трьох групах систем. В кожну групу може входити одна або дві системи. Групи систем відрізняються режимами подрібнення і якістю продуктів, які на них обробляються. Утворені продукти послідовно направляються з попередньої системи на наступну. Прості помели з послідовно-паралельним подрібненням мають проміжну групу систем, на якій обробляються продукти, які отримано на 1-й групі систем. Ці продукти являють собою суміш крупок, більш високої якості, ніж основний потік сходових продуктів. Проміжні продукти обробляються паралельно основному потоку для підвищення якості борошна і збільшення виходу тонкодисперсної фракції. Технічна характеристика систем обойного помелу пшениці і жита наведена у табл. 4.1 [5].

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика систем обойного помелу пшениці і жита [5]

Драні системи	Розподіл вальцьової лінії і просіюючої поверхні, %	Число рифлів на 1 см кола вальця	Ухил рифлів, %
I др.с.	25...33	4,5	12
II др.с.	25...33	5,5	12
III др.с.	17...25	6,0	14
IV др.с.	17...25	7,0	14

З табл. 4.1 видно, що 50...66 % всієї вальцьової лінії та просіюючої поверхні відведено для перших двох систем. Ухил рифлів та їх взаємне розташування «вістря по вістря» характерні для низького режиму подрібнення. Для підвищення виходу тонко дисперсної фракції борошна допускається на останній драній системи розташування рифлів «спинка по спинці». Колова швидкість швидкообертового вальця може бути встановлена від 6 до 10 м/с.

При підвищених швидкостях швидкообертового вальця (8...10 м/с) зростає ступінь подрібнення усіх проміжних продуктів при одночасному збільшенні витрати енергії, збільшується також продуктивність вальцьових верстатів. Тому підвищені колові швидкості вальців рекомендовані для заводів обойного помелу, які мають коротку схему. Співвідношення колових швидкостей вальців – 2,5 [5].

Добуток повинен складати: на I др. с – 50...60 %; на II др. с. – 60...70 %; на III та IV др. с. – 70...80 % по відношенню до навантаження на систему [5].

Схема простого помелу з послідовним подрібненням наведена на рис. 4.2.

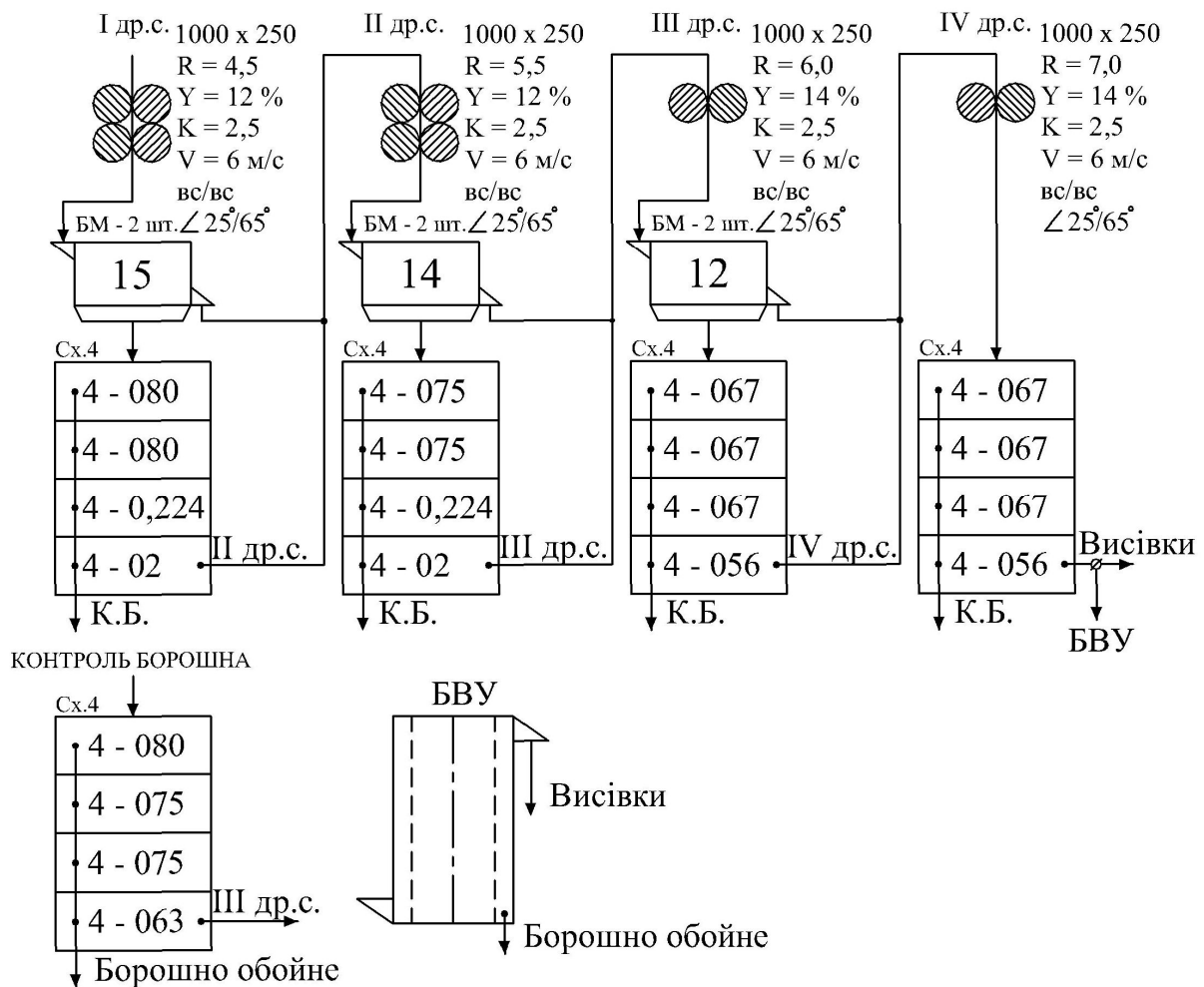


Рис. 4.2. Схема обойного помелу пшениці і жита з використанням бичевих машин [1, 3, 5]

Для поліпшення якості обойного борошна і збільшення виходу тонкодисперсної фракції, а також при відбиранні до 10 % сортового борошна при обойних помелах необхідно ввести додаткову систему для паралельного (до основного потоку) оброблення проміжних продуктів. Проміжні продукти отримують на I та II драних системах. На проміжну систему направляють в основному проміжні продукти, які за якістю кращі ніж продукти основного потоку де подрібнюються сходові продуктів з I та II драних систем. Розміри отворів сит, які використовуються для отримання сортового борошна, залежать від того, яку культуру необхідно переробляти – пшеницю чи жито. Це також відноситься і до контрольного розсійника сортового борошна.

Режим I та II драних систем встановлюють більш високим ніж при звичайному обойному помелі: добуток борошна на I др.с. 45...55 %, а на II др.с. 55...65 %. Режим проміжної системи 60...70 %. Технічна характеристика проміжної системи аналогічна характеристиці II др. с., за винятком числа рифлів - 7...8 рифлів на 1 см довжини кола вальця. Схему технологічного процесу наведено на рис. 4.3.



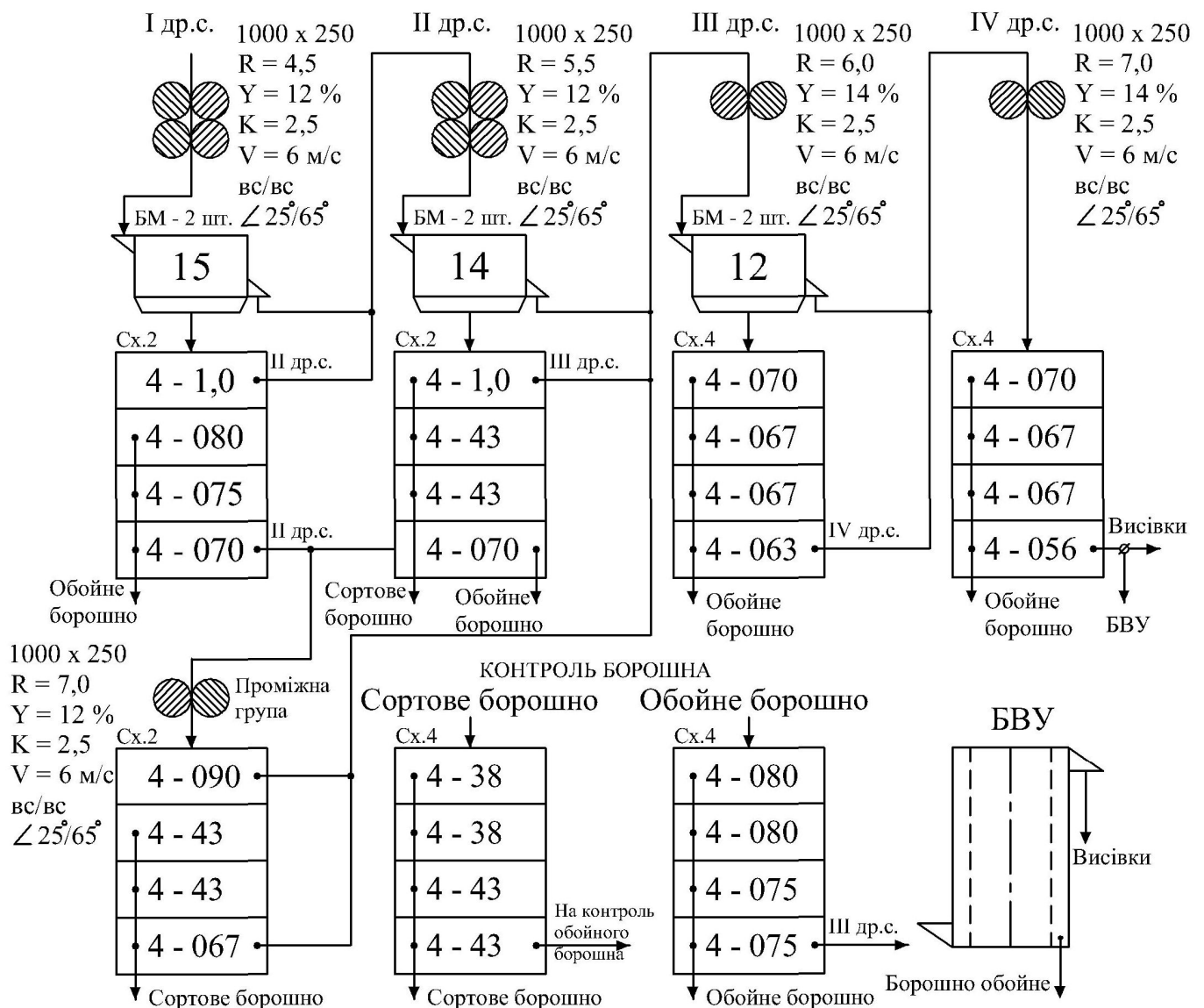


Рис. 4.3. Схема технологічного процесу обойного помелу з відбором до 10 % сортового борошна [5]

### Обдирний 87 %-ий помел жита

Односортний обдирний 87 %-ий помел жита, як і обойний, відноситься до простих помелів. Технологічна схема виробництва обдирного борошна складається з 4...5 драних систем і 1...2 розмелювальних систем. Для вимелювання сходових продуктів використовують вимелювальні машини. На розмелювальний процес направляють нижні сходи з розсійників I та II др.с. Параметри вальців наведено в табл. 4.2.

Режим обдирного помелу встановлюють таким, щоб на I та II др.с. вилучити необхідну кількість продуктів для завантаження 1-ї розмелювальної системи. Орієнтовні показники добутку становлять: на I др.с. - 45...55 %, на II др.с. - 55...65 % (прохід сита 08). На інших системах необхідно отримати максимальну кількість борошна кращої якості і оболонки з мінімальним вмістом ендосперму. При наявності однієї розмелювальної системи режим подрібнення повинен забезпечувати добуток борошна 70...80 %, а при двох розмелювальних системах на 1-й р.с. добуток повинен складати – 40...50 %, на

2-й р.с. – 70...80 %. При загальному виході борошна у 87 % в драному процесі отримують 72...73 % борошна і з розмелювальних систем 14...15 %. Схема технологічного процесу односортного 87 %-го помелу жита наведена на рис. 4.4.

Таблиця 4.2 – Орієнтовні параметри вальців при обдирному помелі жита [3]

Драні системи	Число рифлів на 1 см довжини кола вальця	Взаємо розташування рифлів	Ухил рифлів, %	Співвідношення колових швидкостей вальців, К	Швидкість обертання швидко-обертового вальця, V, м/с
I др.с.	4,5...5,5	вс/вс	12	2,5	6,0
II др.с.	5,5...6,0	вс/вс	12	2,5	6,0
III др.с.	6,5...7,0	вс/вс	12	2,5	6,0
IV др.с.	7,0...8,0	вс/вс	12	2,5	6,0
V др.с.	8,0...9,0	вс/вс	12	2,5	6,0
1 р.с.	9,0...10,0	вс/вс	12	2,5	6,0
2 р.с.	10,0...11,0	вс/вс	12	2,5	6,0

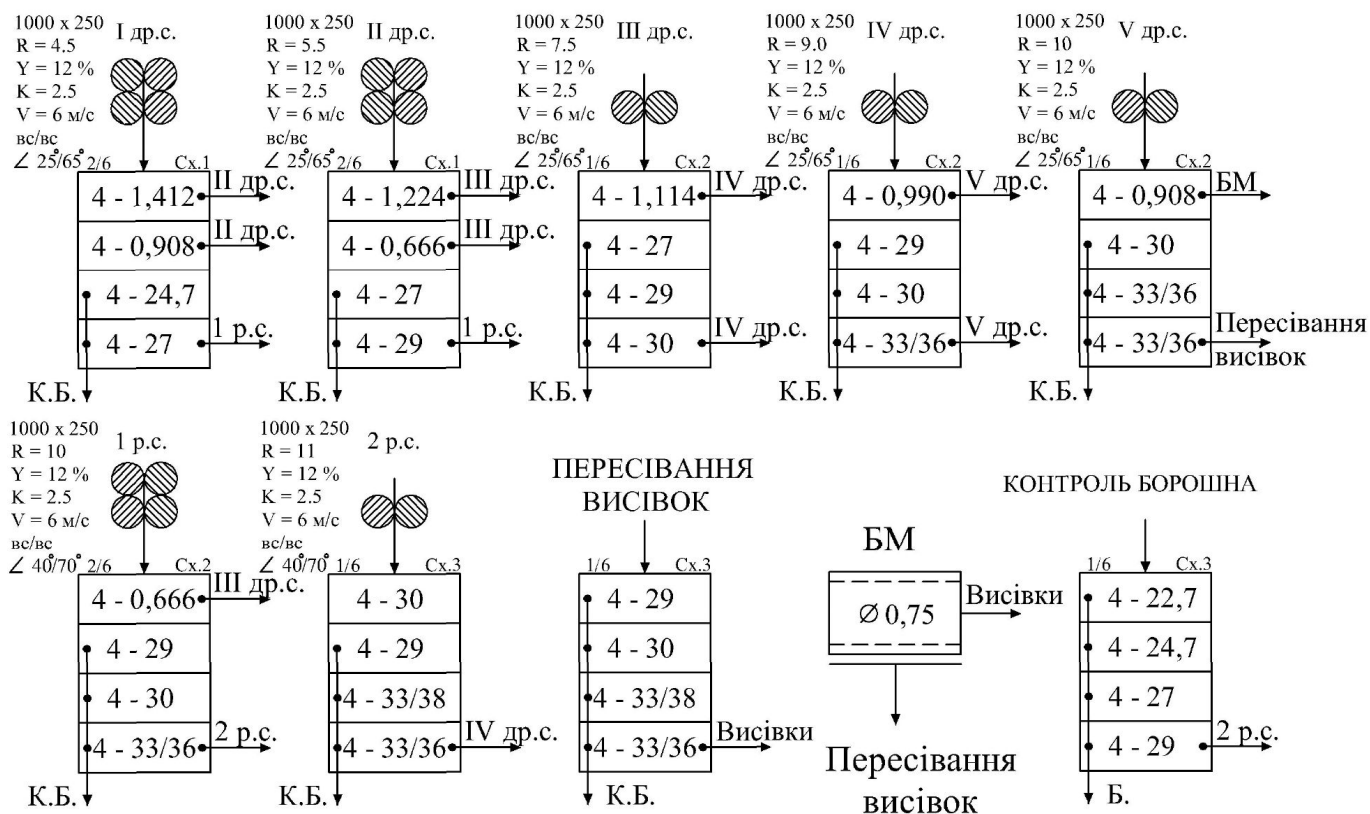


Рис. 4.4. Схема технологічного процесу односортного 87 % помелу жита



### Двохсортний 80 %-ий помел жита

Сортові помели жита і тритікале відносяться до складних повторювальних помелів і здійснюються на 4...5 драних системах і 3...5 розмелювальних системах. Структурну схему помелу наведено на рис. 4.6.

Параметри вальців: число рифлів на драних системах 4,5...9,0 на 1 см довжини кола вальця, на розмелювальних системах 9,5...10,0; ухил рифлів на драних системах 8...14 %, на розмелювальних 10...14 %; рифлі мають кут загострення 25 °/65 °, розташування рифлів «вістря по вістря» на I...IV драних системах, на V др.с. та усіх розмелювальних системах – «спинка по спинці». Особливістю схеми є застосування на 2 р.с. мікрошорстких вальців, швидкість обертання швидкообертового вальця - 7 м/с, співвідношення колових швидкостей вальців 1,25. Такі параметри забезпечують отримання низькозольного сіяного борошна за рахунок того, що на цій системі майже відсутнє подрібнення оболонок [3, 5].

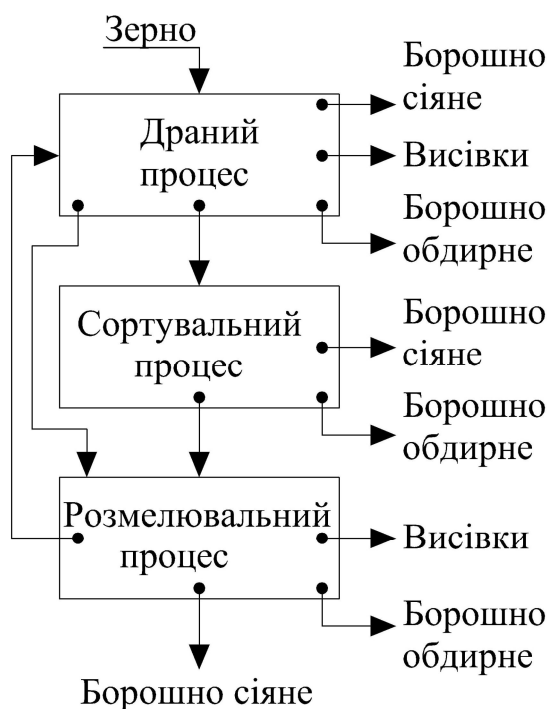


Рис. 4.6. Структурна схема помелу жита в обдирне борошно з відбором борошна сіяного

Загальний вихід сіяного борошна при цьому помелі встановлений в розмірі 15 %, а вихід обдирного борошна – 65 % [3, 17].

Вимелювання оболонок здійснюють на вимелювальній машині, на яку направляють верхній сід з V др.с.

Борошно сіяне повинно задовольняти наступним вимогам: зольність – не вище 0,75 %; залишок на ситі № 27 – не більше 2 %, прохід сита № 38 – 90. Виходячи з цих вимог, а також для забезпечення отримання сіяного борошна з крохмальної частини ендосперму, його одержання здійснюють у розсійниках на ситах №№ 33/36, 36/40, 41/43, 42/46. Схему технологічного процесу наведено

на рис. 4.7.

На контрольних розсіюниках встановлюють більш рідкі сита.

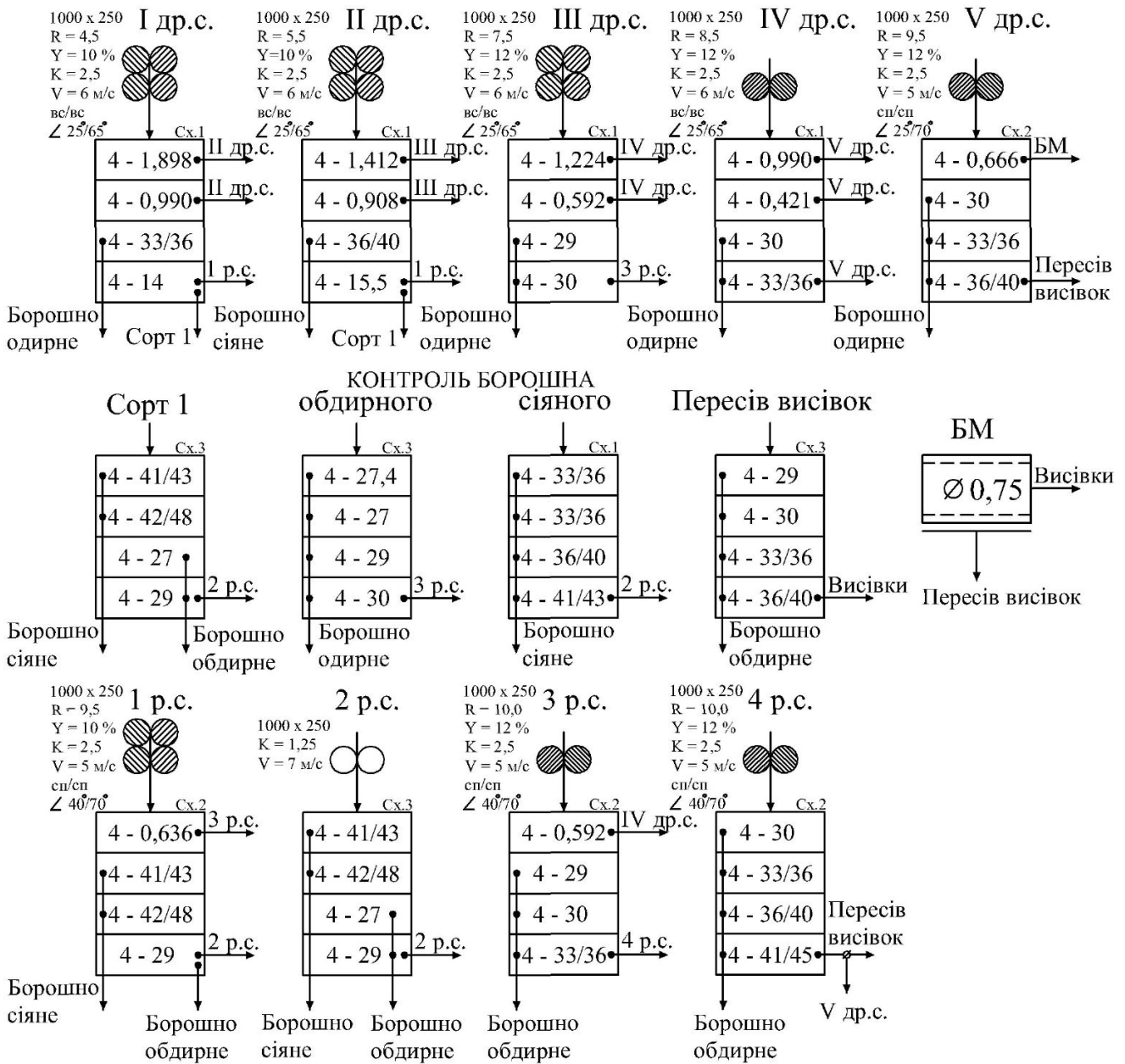


Рис. 4.7. Технологічна схема двосортного 80 %-го помелу жита

### Односортий 63 %-ий помел жита

Технологічний процес виробництва сіяного борошна дещо складніше в порівнянні із двосортним 80 %-им помелом жита. Це обумовлено не тільки необхідною крупністю та якістю борошна, але і фізичними властивостями зерна жита [1, 5].

З центральної частини жита можна отримати 20...22 % борошна зольністю 0,35...0,45 %. Периферійна частина ендосперму відносно міцно пов'язана з алейроновим шаром і при механічній дії (при подрібненні на останніх системах) важко відділяється від оболонок. Тому, при розмелюванні на середніх і особливо на останніх системах, борошно утворюється в результаті

одночасного подрібнення периферійного шару ендосперму і оболонки; потоки з останніх систем направляють в мучку [1].

Особливістю даного помелу є застосування плющильної системи (якщо в схемі підготовки зерна до помелу не передбачено встановлення лушпильно-шліфувальної машини типу ЗШН) і збільшення протяжності розмелювального процесу до 6...7 систем. Плющильна система здійснює початкове руйнування зерно, видаляє пил із борізки, полегшує наступне подрібнення зерна на I др.с. На плющильній системі виділяється 0,5...1,0 % борошна зольністю 3,5...3,8 %, яке направляють у кормову мучку. В результаті попереднього плющення зерна, борошно на I др.с. має кращу якість. На плющильній системі встановлюють мікрошорсткі вальці при співвідношенні швидкостей 1:1. Загальний добуток не повинен перевищувати 1,0 %. На розсійниках усіх систем застосовують густі сита для отримання сіяного борошна високої якості. Крім того, застосовують жорсткі параметри подрібнення на усіх основних системах. Виняток складають останні драні та розмелювальні системи на яких пом'якшують режими системи. На 5-й та 6-й р.с. встановлюють співвідношення швидкостей вальців 1,5, а на IV та V др.с. зменшують ухил рифлів до 10 %. В розсійниках отримують два потоки борошна сіяного, які контролюють окремо і лише після контролю об'єднують в один потік [1].

Технологічний процес виробництва борошна сіяного ведуть на 6...7 драних системах (включаючи плющильну) і 5...7 розмелювальних системах.

Добуток на драних системах (прохід сита №08) складає: на I др.с. – 25...35 %; на II др.с. – 35...45 %. На I р.с. добуток борошна складає 25...35 %, на інших системах – 35...40 %. Схід з останньої розмелювальної системи повинен бути не більше 2...3 % [1, 3, 5].

#### **4.3. Помели пшениці без збагачення проміжних продуктів**

Технологічний процес помелу пшениці в борошно без застосування процесу збагачення та скороченою вальцьовою лінією розмелювального процесу характерний для борошномельних заводів потужністю до 100 т/добу. Загальний вихід борошна на таких завода складає 70...75 % (табл. 4.3) [10].

Таблиця 4.3 – Технічні характеристики малогабаритних борошномельних установок [10]

Показники	Марка установки				
	P6-ABM-7	P6-ABM-15	P6-ABM-50	Фермер-1	Фермер-2
Продуктивність, т/добу	7	15	50...75	4...5	8,0...8,5
Загальний вихід борошна, % в тому числі:	72	72	72...75	70...75	70...75
борошна вищого сорту, %	48...50	48...50	50...55	30...35	30...35
борошна першого сорту, %	22...24	22...24	12...15	35...40	35...40
борошна другого сорту, %	---	---	5...8	---	---

Подрібнення зерна здійснюється на 2...4 драних системах та 2...5 розмелювальних системах, в залежності від модифікації установки.

Схема технологічного процесу помелу зерна пшениці без застосування процесу збагачення наведено на рис. 4.8. Загальний вихід борошна при помелі

зерна пшениці в борошно за наведеною схемою складає 63,9 %, з яких борошна вищого сорту 40,8 %, борошна першого сорту 23,1 %, висівки 36,0 % [2].

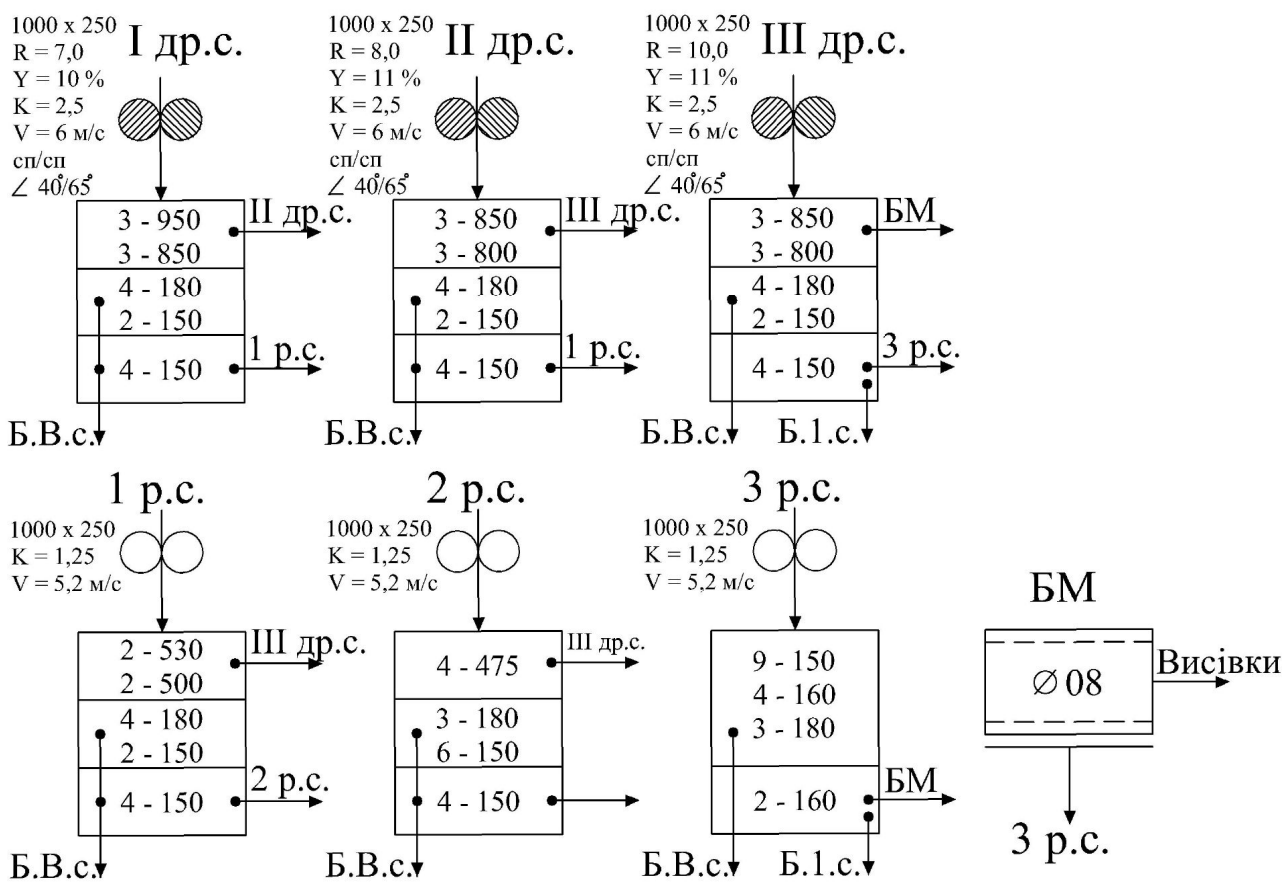


Рис. 4.8. Схема технологічного процесу виробництва борошна на мінізаводі типу ANA-2100 фірми «ANA GROUP» [2]

#### 4.4. Структура складних сортових помелів пшениці

Принципова схема складних хлібопекарських помелів пшениці із розвиненим технологічним процесом включає сім процесів [4, 5]:

- драний процес;
- процес сортування проміжних продуктів;
- вимельний процес;
- процес збагачення проміжних продуктів на ситовійних системах;
- шліфувальний процес;
- розмельювальний процес;
- контроль борошна.

Драний процес забезпечує максимальне одержання проміжних продуктів подрібнення у вигляді крупок і дунстів, а також вимелювання оболонкових продуктів та отримання висівок [4, 5].

Сортування проміжних продуктів призначене для розділення отриманих на етапі первинного подрібнення зерна проміжних продуктів на однорідні за крупністю фракції у вигляді середньої, дрібної крупки, дунстів та борошна. Отримані на етапі сортування однорідні фракції проміжних продуктів направляють на системи збагачення або тонкого подрібнення продуктів

відповідної якості, а борошно – на контроль [4, 5].

Вимельний процес забезпечує максимальне виділення ендосперму (у вигляді борошна) від висівкових частинок при мінімальному їх подрібненні.

Процес збагачення проміжних продуктів на ситовійних системах забезпечує збагачення крупних, середніх і дрібних крупок з усіх етапів і систем першої та другої якості. Його застосовують для покращення якості проміжних продуктів.

Шліфувальний процес застосовують для покращення якості крупної крупки, яка відноситься тільки до продуктів першої якості, а також середньої і дрібної крупок як першої так і другої якості, що складаються із зростків [4, 5].

Розмелювальний процес призначений для перетворення збагачених крупок і дунстів у борошно, а також ретельного вимелювання оболонкових продуктів [4, 5].

Контроль борошна призначений для відокремлення сторонніх частинок, які могли потрапити в борошно при порушенні роботи обладнання. При трьох сортному помелі – 3 системи контролю борошна. Відповідно до «Правил» при застосуванні сит високої якості етап контролю борошна може бути не обов'язковим [4, 5, 17].

Крупи манні відбирають у вигляді проходових фракцій ситовійних машин, що збагачують крупні крупки, а, при необхідності, також можливе відбирання круп манних на ситовійних машинах, що збагачують середні крупки з I-ї та II-ї драних систем.

#### ***4.5. Хлібопекарські помели пшениці за скороченою схемою технологічного процесу***

До складних помелів за скороченою схемою технологічного процесу відносять: односортний 85 %-ий помел пшениці, який включає збагачення проміжних продуктів у ситовійних машинах; двосортний 75 %-ний та 78 %-ний помели пшениці. Ці помели об'єднані в одну групу за ознакою застосування скороченого процесу збагачення проміжних продуктів (рис. 4.9) [16].

Особливістю схеми складних помелів за скороченою технологічною схемою є розділення етапів технологічного процесу за якістю продуктів, які обробляються і наявності процесу збагачення крупок в ситовійних машинах.

Драний процес, в якому відбувається первинне подрібнення зерна, отримання борошна і проміжних продуктів у вигляді крупок і дунстів та вимелювання оболонкових продуктів поділяють на три групи систем: першої та другої якості і вимелювання оболонкових продуктів до отримання висівок. В даній групі помелів, в залежності від конкретного помелу, повному або частковому збагаченню в ситовійних машинах підлягають тільки проміжні продукти першої якості [16].



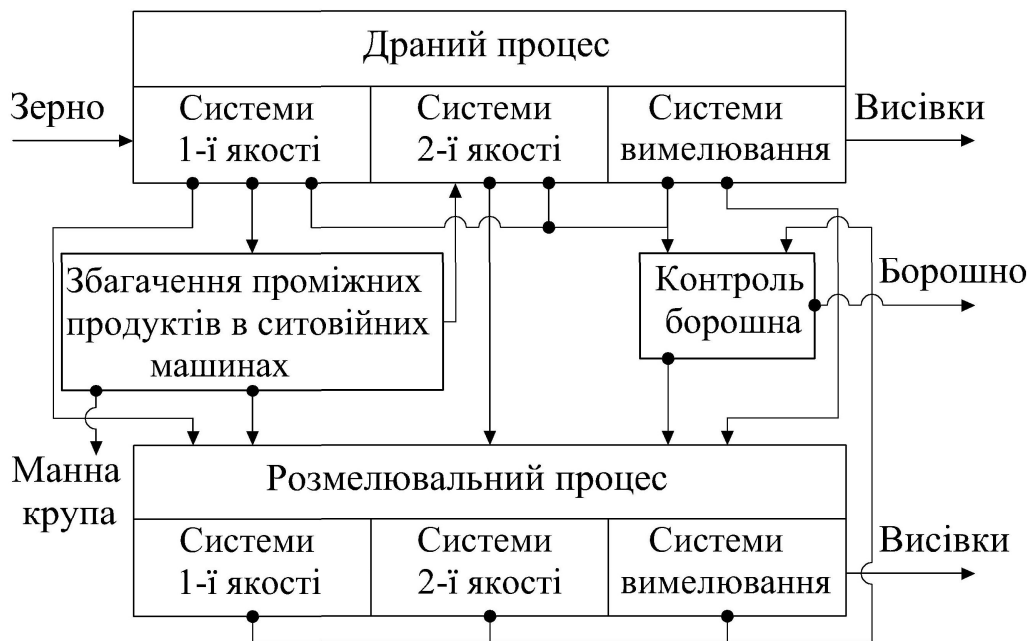


Рис. 4.9. Принципова схема складних помелів за скороченою схемою технологічного процесу

Основна задача розмелювального процесу полягає в подрібненні збагачених проміжних продуктів в борошно високої якості. Цей процес аналогічно до дрального процесу складається з трьох груп систем, а іноді і з чотирьох, якщо до розмелювального процесу відносять шліфувальні системи, які збагачують проміжні продукти.

Контроль борошна проводять за окремими сортами, а іноді і потокам одного і того ж сорту.

З рис. 4.9 видно, що проміжні продукти, які отримано на системах першої якості в дральному процесі, піддають подальшій обробці на системах першої якості наступних етапів, а сходові продукти направляють для обробки на системи другої якості. Рух продуктів на системах другої якості і їх вимелювання аналогічний. Сходові продукти систем вимелювання направляються у висівки [16].

Помели пшениці за скороченою технологічною схемою рекомендовані для борошномельних заводів, які не забезпечені достатньою кількістю обладнання для здійснення технологічного процесу за розвинутою схемою. Принципову схему наведено на рис. 4.10 [3, 5].

В дральному процесі, як правило, тільки друга або друга і третя драні системи поділені на крупні та дрібні. Кількість сортувальних систем скорочено до трьох в порівнянні із розвинутою схемою сортних хлібопекарських помелів. Сортувальні системи задіяні на другому етапі просіювання продуктів подрібнення дрального процесу. Кількість систем збагачення зменшено - до 1...3. Збагаченню піддають крупні та дрібні крупки першої та другої дральної системи. Шліфувальний процес здійснюють на одній-двох системах із використанням вальців із нарізною або мікрошорсткою поверхнею. В останньому випадку обов'язкове застосування деташерів після вальцьових верстатів. Розмелювальний процес здійснюється на 5...8 розмелювальних системах [1, 3].

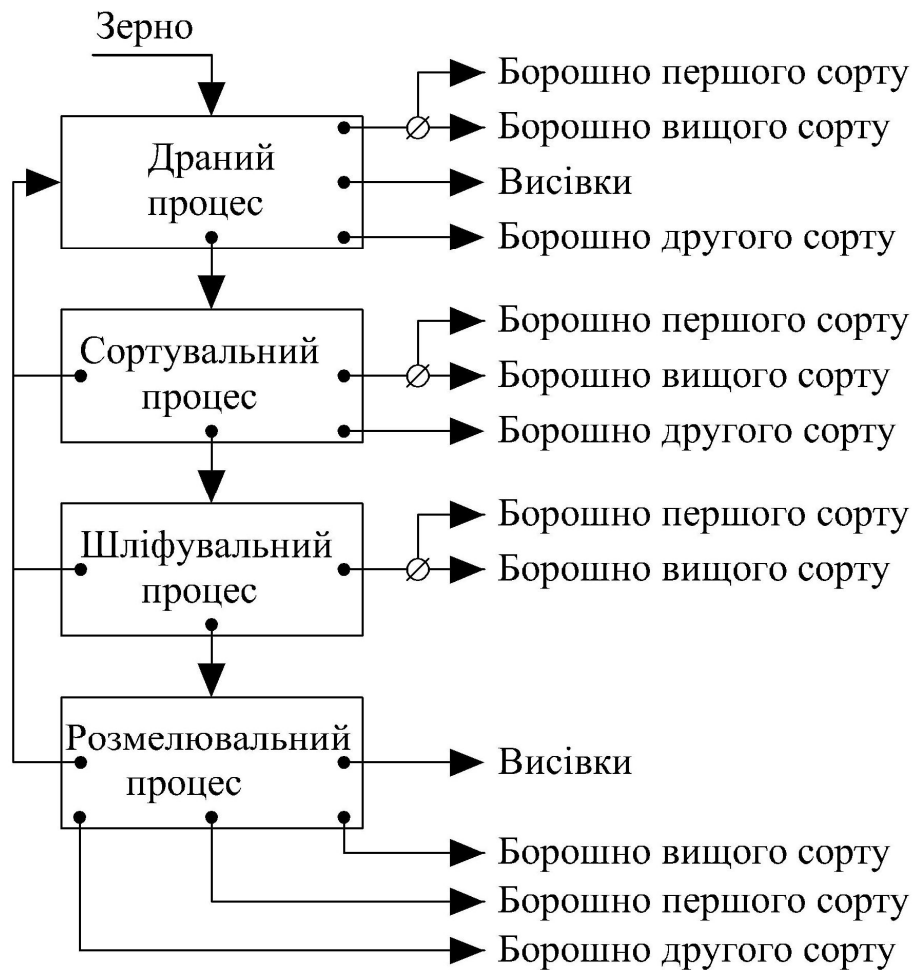


Рис. 4.10. Принципова структурна схема помелу пшениці із скороченим процесом збагачення

Драний процес побудований за принципом послідовного подрібнення зерна після виділення проміжних круподунових продуктів і борошна. Для покращення якості круподунових продуктів та борошна в драному процесі доцільно застосовувати перед I др.с. плющення зерна на вальцях з мікрошорсткою поверхнею при питомому навантаженні 1200 кг/см•добу, коловій швидкості вальців - 6 м/с, співвідношенні колових швидкостей 1:1. Загальний добуток після плющильної системи – 2...3 % (контрольне металоткане сито №08). Для підвищення ефективності подрібнення в драному процесі і зниження навантаження на розсійники драних систем доцільно продукти подрібнення додатково подрібнювати у бичевих машинах [1, 3, 5].

Шліфувальний процес здійснюється на одній-двох системах. На шліфування направляють крупні та середні крупки, що пройшли процес збагачення. Режим систем шліфувального процесу визначається добутком борошна (сито № 43) в кількості 15...20 % на першій шліфувальній системі і 20...25 % на другій. Оболонки повертаються в драний процес для вимелювання, а борошно – на контроль відповідного сорту борошна [1, 3, 5].

Розмелювальний процес проміжних продуктів здійснюється на вальцях з мікрошорсткою поверхнею та наступним подрібненням проміжних продуктів в

ентолейторах або деташерах. На останніх розмелювальних системах рекомендується використовувати вальці з нарізною поверхнею – це збільшує вихід борошна. Борошно направляється на збірні шнеки відповідного сорту, а потім на контроль відповідного сорту, дунсти – на наступну розмелювальну систему, а сходові продукти (із значним вмістом оболонок) – на спеціальну сходову систему.

На перших розмелювальних системах загальне добуток повинен складати 45...50 % (прохід капронового сита №49). На 4-й та 5-й р.с. добуток борошна повинен складати 30...35 %, на інших системах – 20...25 % (прохід поліамідного сита ПА №41/43) [3, 17].

Борошна вищого сорту формують з потоків першої та другої розмелювальних систем. Борошно першого сорту формують з борошна перших трьох драних систем, першої та другої шліфувальних систем, перших чотирьох розмелювальних систем. Борошно другого сорту формують з потоків всіх інших систем.

Всього борошна вилучають 75...75 %. В драному процесі – 26...28 %, в шліфувальному – 3...5 %, на першій та другій розмелювальних системах – 20...25 %, на третій, четвертій та п'ятій розмелювальних системах – 20...25 %, на інших системах – 3...7 %. Технологічну схему помелу зерна пшениці за скороченою технологічною схемою наведено на рис. 4.11.

При односортному помелі пшениці в борошно хлібопекарське 2-го сорту з виходом 85 %, процес збагачення проміжних продуктів можна виключити, а розмелювальний скоротити до 3...5 систем.

На рис. 4.12 наведено технологічну схему сортового помелу пшениці із скороченим процесом збагачення та скороченим розмелювальним процесом.

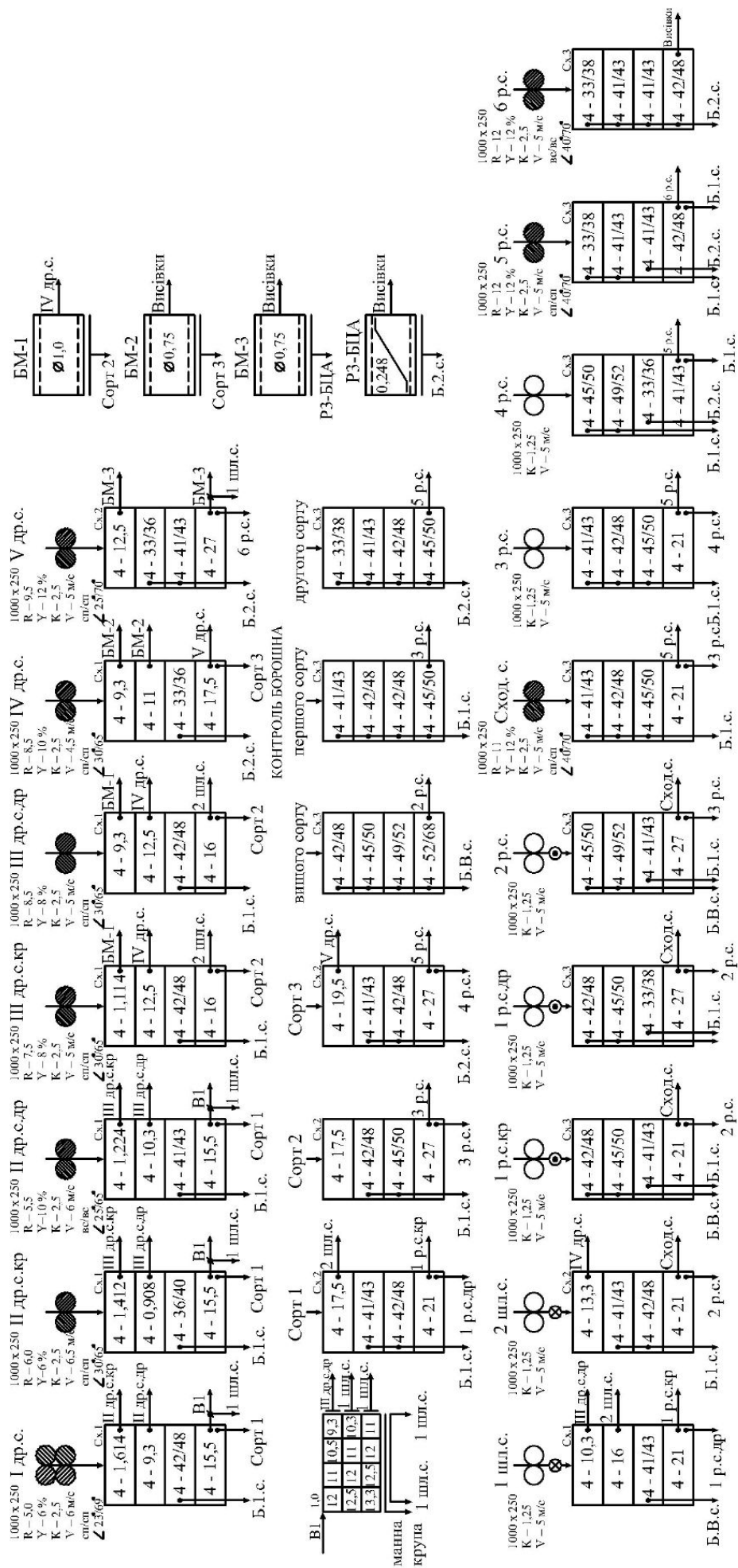


Рис. 4.1.1. Скорочена схема технологiчного процесу помелу зерна пшениці



#### 4.6. Хлібопекарські помели пшениці з розвинутою схемою технологічного процесу

Зерно пшениці переробляється, головним чином, в борошно високих сортів. Підвищені вимоги до якості борошна, визначають необхідність більш складної організації технологічної схеми помелу. Особливе значення набуває обробка проміжних продуктів – крупок на ситовійних машинах з метою підвищення їх якості. У зв'язку з цим такі помели визначаються як складні повторювальні помели з розвинутим процесом збагачення крупок. Структурна схема помелу наведена на рис. 4.13 [3, 4, 5].

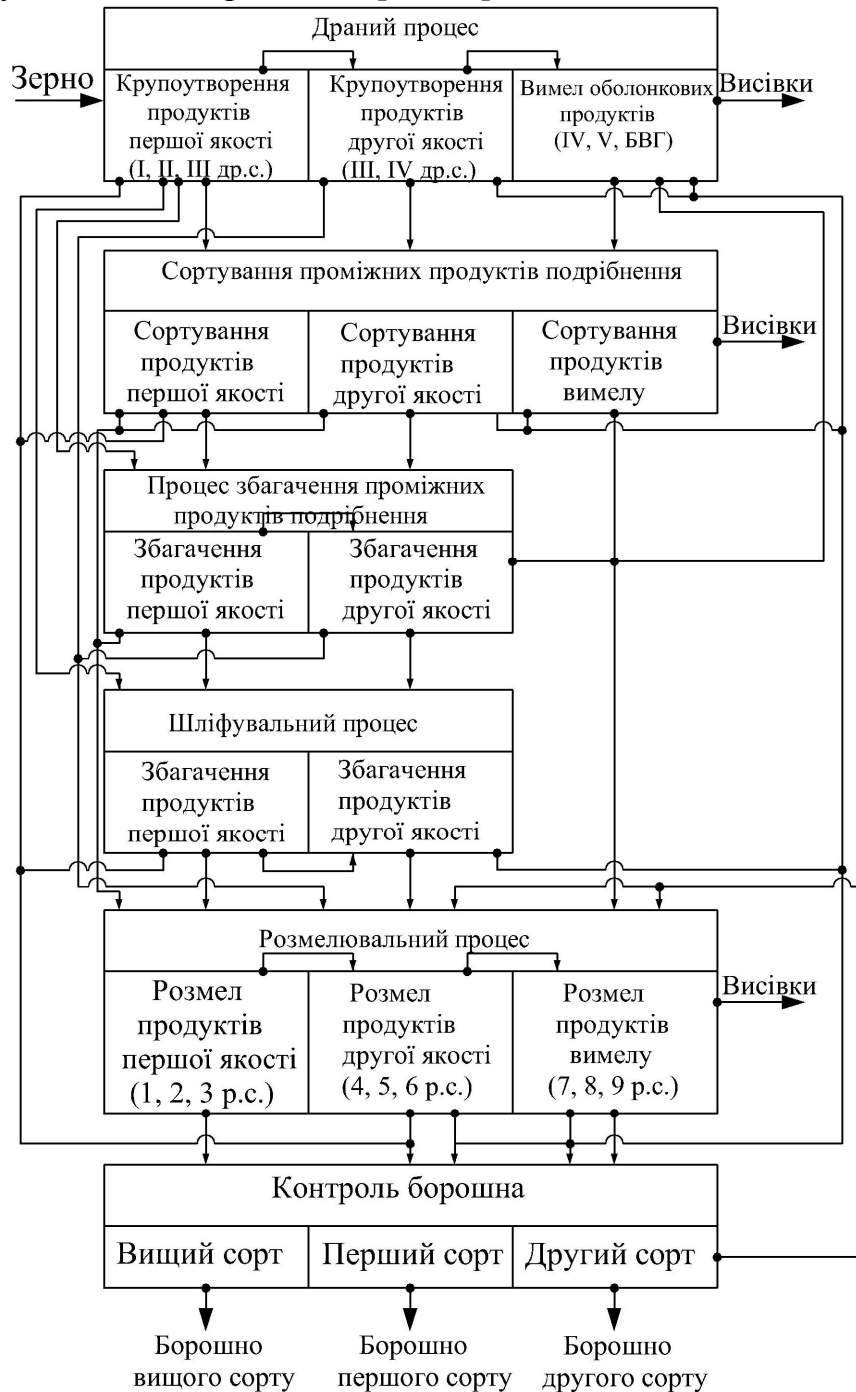


Рис. 4.13 Принципова схема хлібопекарських помелів пшениці з розвинутою схемою технологічного процесу [4, 5]

До даної групи помелів відносять односортний 72 %-ний (75 %-ний) помел; двосортні 75 %-ний та 78 %-ний помели та трьосортні 75 %-ний та 78 %-ний помели пшениці, які дозволяють отримувати борошна вищого сорту. Ці помели найбільше розповсюджені, за винятком односортного 72 %-го помелу. Вони об'єднані в одну групу за ознакою наявності розвинутого процесу збагачення проміжних продуктів подрібнення зерна пшениці [5].

У драному процесі досягають найбільш повного виділення ендосперму зерна у вигляді крупок і дунстів, при цьому також отримують борошно. Додаткове просіювання здійснюється на сортувальних системах. Крупна, середня і дрібна крупки проходять збагачення на ситовійних системах, при цьому частина сходових продуктів високої зольності направляється на драні системи, а збагачені продукти направляються у розмелювальний процес для подрібнення в борошно. В ситовійному процесі в якості готового продукту можуть бути виділені крупки манні. Відбирання круп манних не перевищує 2 % від маси перероблюваної партії зерна. В розмелювальному процесі здійснюється інтенсивне подрібнення крупок і дунстів, тут утворюється від 2/3 до 3/4 всього борошна. З останньої розмелювальної системи сходовий продукт може бути повернений у драний процес для вимелювання. Така багатоетапна будова процесу помелу дозволяє отримувати 75...76 % борошна вищого сорту. Загальний вихід борошна в цих помелах складає 75...78 % при середньому вмісті ендосперму у зерні пшениці 82,5 % [3].

Драний процес, процес сортування і розмелювальний процес проміжних продуктів представлено трьома групами систем, які обробляють продукти першої, другої якості і продукти вимелу. Процес збагачення проміжних продуктів поділяють на дві групи систем для проміжних продуктів першої і другої якості. Продукти вимелу не збагачують.

Драний процес складається із трьох груп систем. На першій групі систем, яка складається з двох-трьох драних систем, проходить крупоутворення продуктів першої якості, які складаються із частинок ендосперму та оболонки. На другій групі систем, яка складається з однієї-двох драних систем, отримують продукти другої якості, які містять більше оболонки, ніж продукти першої якості. На третій групі систем здійснюється вимелювання оболонкових продуктів від залишків часток ендосперму до отримання висівок [3, 4, 5].

Процес сортування поділяється на три групи систем. Він обслуговує відповідні групи систем первинного подрібнення зерна. Отримані в процесі сортування однорідні фракції проміжних продуктів направляють на системи збагачення або в розмелювальний процес, а борошно – на контроль.

Розмелювальний процес проміжних продуктів здійснюється на трьох групах систем, які відрізняються якістю продуктів, що обробляються.

Особливістю складних сортових помелів є направлення продуктів з одного процесу на наступні з дотриманням принципу якості, тобто отримані продукти на крупоутворюючих системах першої якості надходять на наступні процеси для подальшої обробки тільки на системи першої якості. Невикористані на системах першої якості продукти у вигляді сходів

передаються на системи другої якості. Така схема обробки характерна і для продуктів другої якості. Невикористані продукти другої якості у вигляді сходів направляють на системи вимелу, де отримують борошно та висівки [3, 4, 5].

### *Сортовий помел пшениці на комплектному обладнанні*

Найбільш поширеними борошномельними заводами, які оснащені комплектним обладнанням, є заводи сортового помелу пшениці потужністю 500 т/добу. Технологічний процес помелу здійснюється на двох самостійних секціях потужністю 250 т/добу кожна: високоскловидну пшеницю (скловидністю понад 55 %) переробляють у секції А, а низькоскловидну (скловидність менше 55 %) – у секції Б. У кожній секції передбачена можливість одержання трьох проміжних потоків борошна: перший – в кількості 70...72 %, другий – 4...6 %, третій – 3...5 %. Із зазначених потоків обох секцій формують різні сорти борошна: вищий, перший, другий сорт, а також борошно обойне. В залежності від виду помелу і завдання на формування сортів борошна, загальний вихід борошна може коливатись у межах 72 ...83 % [4].

На рис. 4.14 наведено технологічну схему сортового помелу пшениці на комплектному обладнанні.

Подрібнення продуктів здійснюється на чотирьох драних системах, третя та четверта драні системи поділені на крупну та дрібну.

Розділення сходових продуктів після II др.с. на крупну та дрібну фракції обумовлено їх відмінністю за вмістом ендосперму: в крупній фракції його менше. Тому добуток на III др.с. крупній нижче, ніж на III др.с. дрібній, а верхній схід з III др.с. крупної направляється для вимелювання на VM-1.

На перших трьох системах подрібнення вилучають основну масу ендосперму у вигляді низькозольних продуктів, які класифікують як продукти 1-ї якості. Загальний добуток цих продуктів складає 78...80 %, в тому числі 18...20 % у вигляді крупної крупки, 22...24 % – середньої крупки, 13...15 % – дрібної крупки, 12...14 % – дунстів і 13...15 % борошна. У вигляді крупок і дунстів добуток повинен бути в розмірі близько 65 % від маси зерна [3 - 5].

Дунсти і частково дрібну крупку направляють безпосередньо в розмелювальне відділення, решта крупки проходить збагачення на ситовійних системах окремо за класами крупності.

На IV др.с.кр та IV др.с.др проходить вимелювання оболонки, 1-й та 2-й схід додатково обробляється на вимелювальних машинах, сходом з яких отримують висівки. Прохід вимелювальних машин направляється на віброцентрофугал РЗ-БЦА для додаткового просіювання.

На перших трьох сортувальних системах розділяють проходові фракції розсійників драних систем на дрібну крупку, дунсти і борошно. Дрібну крупку – схід із розсійників направляють на ситовійні системи, дунсти – безпосередньо у розмелювальний процес.

У зв'язку із інтенсивним подрібненням ендосперму на перших трьох драних системах дунсти, борошно і дрібна крупка, які вилучають на IV др.с і на 4-й та 5-й сортувальних системах, мають підвищену зольність в порівнянні з продуктами на перших трьох драних системах. Тому їх класифікують як



продукти другої якості. З продуктів 2-ї якості виділяють: дрібної крупки 1...2 %, дунстів – 3...5 % і борошна – 4...6 %. Загальний добуток продуктів у драному процесі складає 85...87 % від маси зерна, яке надходить на I др.с. [4, 17].

Щільність нарізання рифлів поступово зростає від 4 до 10 на 1 см довжини кола вальця, ухил їх збільшується з 4 до 8 %. Подрібнення ведуть при співвідношенні колових швидкостей вальців 2,5 і взаємному розташуванні рифлів сп/сп, кут загострення рифлів 95° при куті вістря 30° і куті спинки 65°. Така технічна характеристика вальців забезпечує ефективне подрібнення проміжних продуктів, не допускаючи надмірне подрібнення оболонкових продуктів [3 - 5].

Режим систем оцінюють добутком продуктів, які рекомендується підтримувати в наступних межах: на I др.с. – 25...35 %, на II др.с. – 50...60 %, на III др.с. – 36...45 % по відношенню до маси зерна, яке надходить на кожен систему [3 - 5, 17].

Організація драного процесу при використанні традиційного обладнання та обладнання виготовленого за ліцензією фірми BUNLER однакова. Це обумовлено незмінними принципами технології сортового помелу зерна, які розроблені у світовій практиці. Основна відмінність - це використання надійного високоефективного технологічного обладнання (розсійники, вальцьові верстати тощо). Технічні характеристики систем подрібнення і їх режими однакові. Однак більш чітке розділення продуктів на фракції при сортуванні їх на розсійниках РЗ-БРБ і більш досконалий характер подрібнення на вальцьових верстатах А1-БЗН забезпечують низьку зольність крупок і дунстів [3].

Розміри отворів сит на ситовійних машинах А1-БСО визначається крупністю крупки, яка надходить на відповідну систему: збагачена крупка іде на перші розмелювальні системи, продукти з великим вмістом зростків направляють для додаткової обробки на шліфувальні системи. Сходовий продукт з верхніх ярусів сит ситовійних машин для крупної і середньої крупки повертають на III др.с.др, за рахунок високого вмісту в ньому оболонок. Схід з верхнього яруса сит для дрібної крупки іде на 7 р.с., а схід 2-го яруса на 4 р.с., на яких обробляють сходові продукти з інших розмелювальних систем. Аналогічно організований процес сортування за добротністю крупок з I та III драних систем [3].

На шліфувальних системах подрібнення крупок ведуть за режимів, які забезпечують відділення ендосперму без надмірного руйнування оболонок „зростків”. На вальцьових верстатах цих систем встановлюють рифлені вальці з щільністю нарізки 10...12 рифлів на 1 см довжини кола або вальці з мікрошорсткою поверхнею.

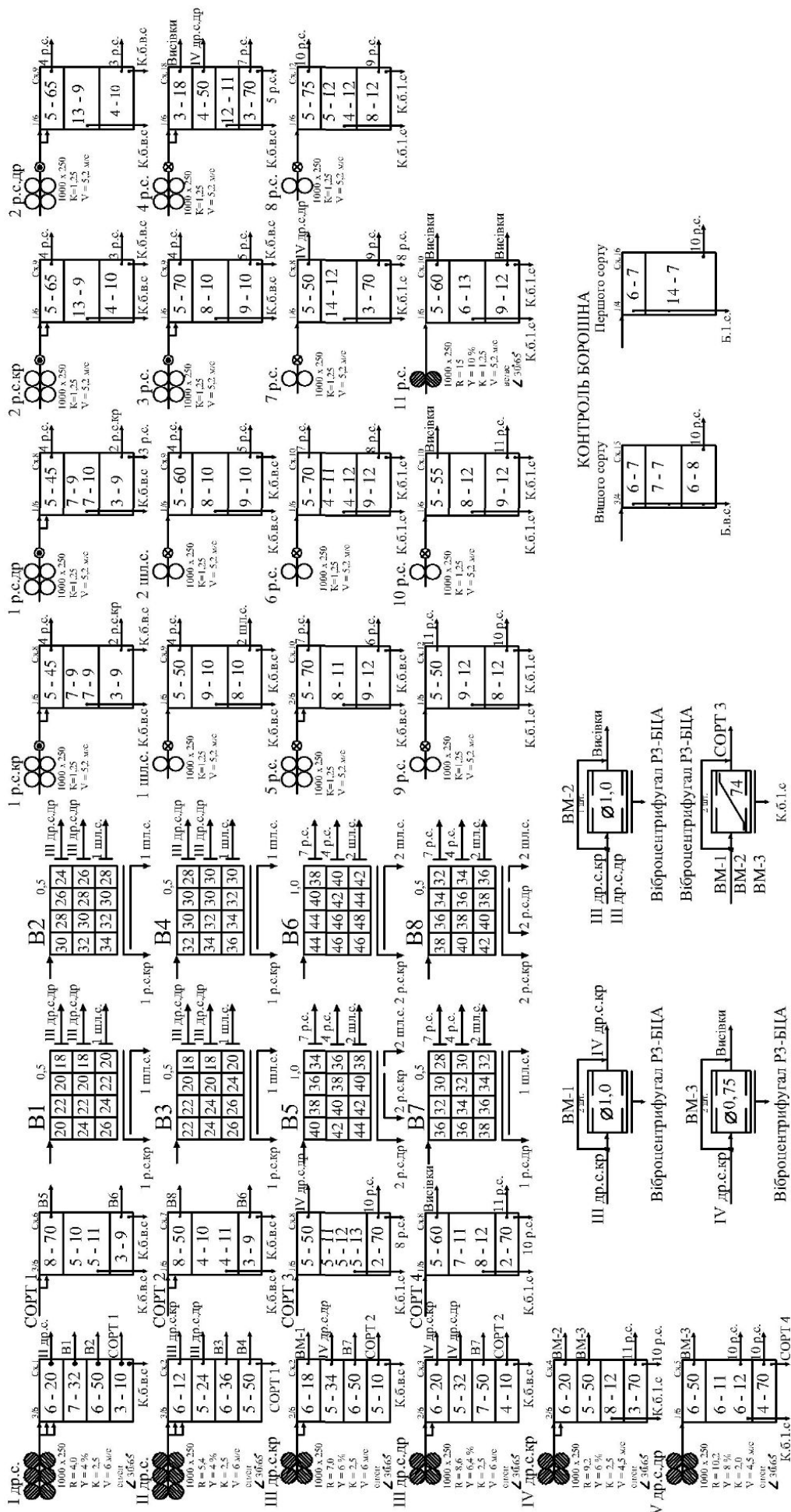


Рис. 4.14. Технологічна схема сортового помелу пшениці борошномельного заводу потужністю 500 т/добу на комплектному обладнанні (Секція Б)

В розмелювальному процесі подрібнюють крупки і дунсти, які отримані в драному і сортувальному процесах і пройшли додаткову обробку на шліфувальних та ситовійних системах. Більш проста задача розмелювального процесу визначає і більш просту її організацію. Розмелювальний процес включає 10...12 систем з послідовно направленням продуктів [3].

Перші три розмелювальні системи утворюють групу систем, які обробляють проміжні продукти 1-ї якості. 4, 7 та 9 розмелювальні системи є сходовими системами, на які направляють сходові продукти з попередніх двох або трьох груп систем.

В розмелювальному процесі використовують вальці з мікрошорсткою поверхнею. Після вальцьових верстатів продукти додатково обробляють на ентолейторах на 1, 2 та 3 розмелювальних системах. Деташери застосовують на інших розмелювальних системах окрім останньої, яка має рифлені вальці. Застосування деташерів та ентолейторів забезпечує суттєве підвищення виходу борошна на кожній системі і покращує процес сортування у розсійниках [3].

Застосування мікрошорстких вальців у розмелювальному процесі дозволяє запобігти небажаному подрібненню частинок оболонок. Збереження цілості оболонок, які присутні в проміжних продуктах подрібнення, дозволяє виділити їх у вигляді самостійних потоків на 4 та 7 розмелювальних системах і направити їх у драний процес. Ефективне подрібнення продуктів і ретельне сортування забезпечує направлення їх у висівки з верхнього сходу з 10 р.с. та обох сходів з 11 р.с [3].

На 4 р.с. у вигляді самостійного продукту виділяють зародок у кількості 0,2...0,3 % від маси всього зерна; при подрібненні на рифлених вальцях цього досягнути не вдається. При відсутності потреби виділення зародка як окремого продукту, його направляють у висівки.

Для виділення борошна із маси подрібнених проміжних продуктів використовують густі сита, що забезпечує його низьку зольність.

На 11 р.с. нарізають 14...16 рифлів на 1 см кола вальця з ухилом 8...10 % і кутом загострення 120° (50°/70°) і розташовують їх вс/вс при співвідношенні швидкостей вальців 2,5. На інших системах це співвідношення приймають рівним 1,25; швидкість швидкообертового вальця 5 м/с на всіх системах [3].

При помелі зерна високої скловидності додають ще одну систему подрібнення – 12 р.с. Тоді 11 розмелювальну систему обладнують мікрошорсткими вальцями і деташером. Для 12 р.с. виділяють половину вальцьового верстату з IV др.с.др.

При загальному виході борошна у 75...75 % добуток борошна по етапах (процесах) помелу рекомендується здійснювати в такій кількості: в драному процесі – 17...20 %, в шліфувальному – 4...6 %, на перших трьох системах розмелювального процесу – 30...35 %, на 4...7 р.с. – 12...15 %, на інших системах – 3...7 %, [3, 17].

#### **4.7. Помели пшениці в борошно для макаронних виробів**

До борошна для макаронних виробів висувають інші вимоги і за

крупністю і за якістю клейковини. Традиційно це борошно отримують при помелі ярої твердої пшениці Дурум, але в теперішній час широко використовують також м'яку твердозерну пшеницю високої скловидності. За крупністю макаронне борошно вищого сорту (крупка) являє собою суміш середньої і дрібної крупки з невеликою кількістю дунстів. Борошно 1-го сорту (напівкрупка) складається із суміші дрібної крупки з дунстами. Крупність борошна також обмежується і по вмісту дрібної фракції («не більше»). Норми крупності макаронного борошна наведено в табл. 4.4. Борошно типу 2-го (хлібопекрського) сорту, яке отримують в процесі макаронного помелу, використовується у хлібопекарському виробництві у вигляді суміші з борошном, яке отримують при помелах м'якої пшениці. [3].

Таблиця 4.4 – Норми крупності макаронного борошна

Показники	Борошно із пшениці			
	твердої	м'якої	твердої	м'якої
	вищого сорту (крупка)		1-го сорту (напівкрупка)	
Залишок на ситі (номер), %, не більше	140 3	150 3	190 (3)	190 (3)
Прохід сита (номер), %, не більше	260(27) 12	260(27) 15	43 40	43 50

Зольність борошна вищого сорту (крупка) із зерна Дурум не повинна перевищувати 0,75 %, а борошна першого сорту (напівкрупка) – 1,10 %. Високі значення зольності обумовлені підвищеною зольністю ендосперму твердої пшениці в порівнянні із зольністю м'якої пшениці.

Крупка повинна містити сирої клейковини не менше 30 %, напівкрупка – не менше 32 %.

Вихід борошна при макаронному помелі встановлений у розмірі 75 % з різним співвідношенням виходу борошна по сортах при двох- і трьохсортному помелі [3].

Макаронне борошно, яке вироблене з м'якої високоскловидної пшениці поступається за якістю борошну, яке вироблене із твердої пшениці: в борошні менше білка і клейковини і воно має меншу крупність.

Враховуючи різні технологічні властивості зерна твердої та м'якої пшениці, застосовують і різні варіанти побудови етапів технологічних схем виробництва макаронного борошна. Однак загальні принципи побудови технологічних схем (етапів) виробництва макаронного борошна залишаються незмінними.

Принципова схема технологічного процесу виробництва макаронного борошна наведена на рис. 4.15 [4, 5, 16].

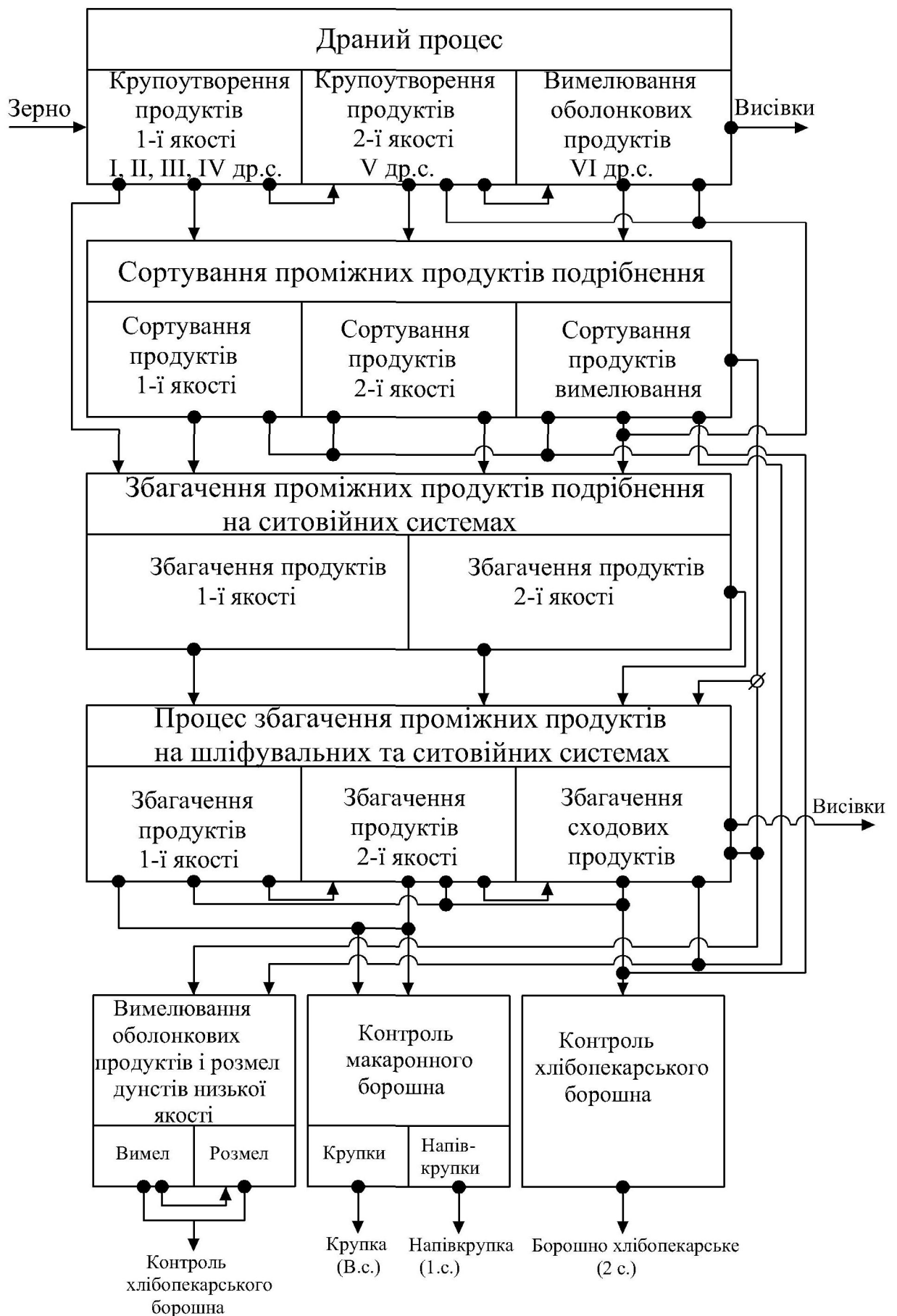


Рис. 4.15. Принципова схема технологічного процесу виробництва макаронного борошна

Принципова схема макаронних помелів включає шість процесів обробки проміжних продуктів: драний процес; процес сортування проміжних продуктів; процес збагачення проміжних продуктів на ситовійних системах; процес збагачення проміжних продуктів на шліфувальних та ситовійних системах; процес вимелювання оболонкових продуктів і розмел дунстів низької якості; етап контролю макаронного та хлібопекарського борошна [5].

Кожний з процесів поділяють на групи систем, які обробляють продукти різної якості. Особливість принципової схеми макаронних помелів у порівнянні зі схемою хлібопекарських помелів полягає у відсутності розвиненого процесу розмелу збагачених крупок і дунстів в борошно, оскільки макаронне борошно, яке має розміри частинок характерні для крупок і дунстів, після сортування на ситовійних системах, подальшій обробці не підлягає. В розмелювальному процесі, при макаронних помелах, здійснюється вимелювання оболонкових продуктів і подрібнення дунстів низької якості в хлібопекарське борошно типу 2-го сорту [4, 5].

Драний процес призначений для утворення максимальної кількості проміжних продуктів у вигляді крупок. Він представлений шістьма системами. Кількість систем крупоутворення продуктів першої якості збільшений в результаті скорочення кількості систем крупоутворення продуктів другої якості і вимелювання оболонкових продуктів [4, 5].

Процес сортування проміжних продуктів подрібнення призначений для сортування дунстів і борошна. Сортування дунстів та борошна складається з трьох груп систем. Отримані дунсти направляють на повторне сортування для максимального висіювання борошна [4, 5].

Процес збагачення проміжних продуктів подрібнення на ситовійних системах більш розвинутий, ніж при хлібопекарських помелах. Збагаченню підлягають не тільки крупки, але і дунсти як першої, так і другої якості.

Характерним для макаронних помелів є розвинутий процес збагачення крупок на шліфувальних системах, а в подальшому – повторно на ситовійних системах. Для цього застосовують від шести до восьми шліфувальних систем. Більшу кількість шліфувальних систем при помелах твердої пшениці і меншу при помелах м'якої високоскловидної пшениці. Перша та друга шліфувальні системи можуть бути поділені на крупну та дрібну [4, 5].

При макаронних помелах борошно хлібопекарське та борошно для макаронних виробів вищого сорту і першого сорту контролюють окремо. Борошно для макаронних виробів контролюють на ситовійних системах, а хлібопекарське тільки в розсійниках.

Проміжні продукти першої і другої якості змішують для збільшення виходу макаронного борошна, особливо вищого сорту. При цьому крупки, які отримано на системах другої якості, після їх ретельного збагачення можна направляти для подальшої обробки на системи першої якості. Це пов'язано і з тим, що допускається більш висока зольність борошна для макаронних виробів: вищий сорт не більше 0,75 %, а перший сорт не більше 1,10 % [5].

При побудові схем макаронного помелу необхідно враховувати наступні рекомендації: число драних систем – 6; шліфувальних – 6...8; вимелювальних і

розмелювальних – 2...6; відношення довжини вальцьової лінії драних систем до вальцьової лінії шліфувальних, вимелювальних і розмелювальних систем – 0,7...1,0; для просіюючої поверхні розсіюників – 0,6...1,0 [5].

В табл. 4.5 наведено технічну характеристику та режими систем в драному процесі макаронного помелу твердої пшениці. При помелі м'якої високоскловидної пшениці добуток на перших трьох системах становить: крупної крупки – 19...21 %, середньої крупки – 23...25 %, дрібної крупки – 7...9 %, дунстів – 9...11 %, борошна 2-го сорту – 10...12 % при загальному виході 72...75 %.

На I др.с. встановлюють високий режим системи – добуток складає не більше 7...10 %. Задача полягає у подрібненні зерна, основне виділення ендосперму проводять на II та III драних системах. Схему технологічного процесу помелу твердої або м'якої високоскловидної пшениці в борошно для макаронних виробів наведено на рис. 4.16.

Таблиця 4.5 – Технічна характеристика та режими систем драного процесу макаронного помелу

Показники	I др.с.	II др.с.		III др.с.		IV др.с.		V др.с.		VI др.с.
		кр.	др.	кр.	др.	кр.	др.	кр.	др.	
Технічна характеристика систем										
Кількість рифлів на 1 см, п, шт.	3,5	4,5	4,5	5,0	6,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,5
Ухил рифлів, У, %	6	6	6	8	8	10	10	12	12	12
Колова швидкість вальця, V, м/с	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0
Співвідношення швидкостей, К	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Кути рифлів, α/β	35/65	30/60	30/60	30/60	30/60	30/60	30/60	30/60	30/60	35/65
Розташування рифлів	вс/вс	вс/вс	вс/вс	вс/вс	вс/вс	вс/вс	вс/вс	вс/вс	сп/сп	сп/сп
Режими систем										
Контрольний номер сита	1	1	1	08	08	056	056	---	---	---
Добуток, И, %, до даної системи	7...10	40...45	35...40	40...45	35...45	30...35	35...40	---	---	---

На вальцях шліфувальних систем нарізають від 8 до 10 рифлів на 1 см при ухилі 10 %, з кутами вістря і спинки 30°/60°. Взаємне розташування рифлів на перших 3...5 системах – вс/вс, на останніх – сп/сп. Колова швидкість швидкобертового вальця 4,0...4,5 м/с при співвідношенні швидкостей від 3,0 до 2,5. Режим системи - високий, добуток (прохід сита № 29к) становить не більше 2...5 %.

В розмелювальному процесі застосовують рифлені або мікрошорсткі вальці, загальний добуток борошна 2-го сорту складає 2...5 %.

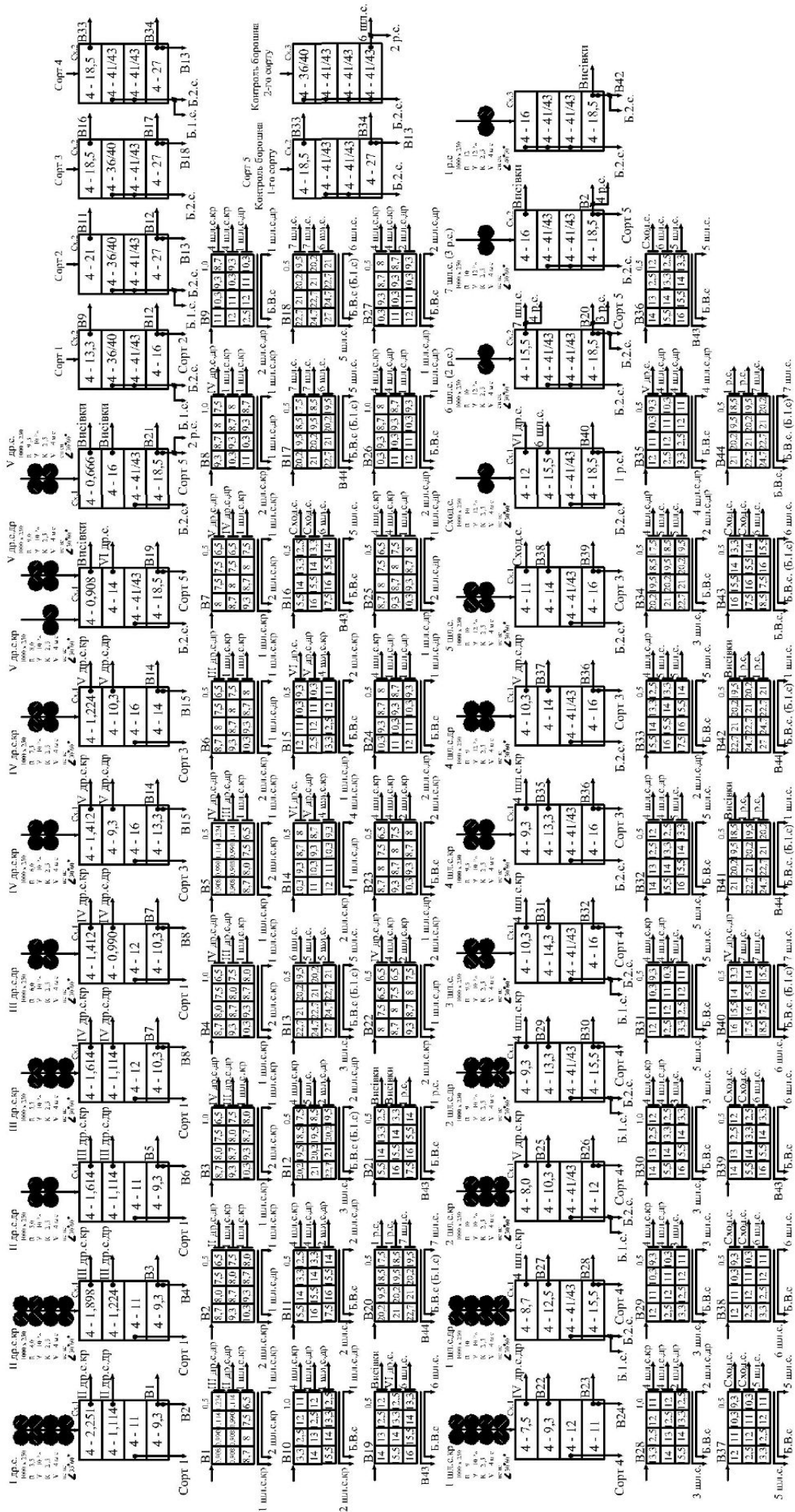


Рис. 4.16. Технологічна схема 75 %-го помелу двосортного (65 % + 10 %) твердої пшениці або трисортного (30 % + 25 % + 20 %) м'якої пшениці в макаронне борошно для борошномельного заводу потужністю 250 т/добу [17]





### *Виробництво макаронного борошна при хлібопекарських помелах*

Виробництво борошна для макаронних виробів можливе також при сортових хлібопекарських помелах. Для забезпечення належної якості макаронного і хлібопекарського борошна для таких помелів використовують м'яку пшеницю із скловидністю не менше 50 % і вмістом сирої клейковини не менше 27 %. Виробництво макаронного борошна здійснюють на борошномельних заводах із розвинутим технологічним процесом (рис. 4.17) [4].

Драний процес складається із чотирьох систем і за структурою є аналогічним до дрального процесу при сортових помелах пшениці на заводах з комплектним обладнанням. Особливість процесу в тому, що на кожній драній системі вилучають дрібні крупки, дунсти і борошно, які потім направляють на індивідуальні сортувальні системи. Борошно в драному процесі отримують тільки на V драній системі, а з інших драних систем – в процесі сортування проміжних продуктів подрібнення [4].

Процес сортування проміжних продуктів подрібнення розширений і складається з п'яти систем. Перші три сортувальні системи обслуговують системи першої якості, а четверта і п'ята – системи другої якості та вимелу. Особливістю процесу сортування є одержання жорсткого та м'якого дунстів. Жорсткий дунст направляється для збагачення на ситовійні системи, а м'який – на розмелювальні системи.

В процесі сортування проміжних продуктів одержують 15...18 % хлібопекарського борошна. Усі крупки і дунст з систем першої якості дрального і сортувального процесів направляють для збагачення на десять ситовійних систем, на яких отримують 6...8 % макаронного борошна.

Характерним для цього помелу є розвинутий шліфувальний процес крупок і дунстів. Він складається з п'яти шліфувальних систем і восьми ситовійних систем, що їх обслуговують. Перші шліфувальні системи обробляють крупки першої якості, а четверта і п'ята шліфувальні системи обробляють сходові продукти. Одержані на шліфувальних системах крупки і жорсткий дунст направляють на ситовійні системи для збагачення, а м'який дунст – на перші три розмелювальні системи. На ситовійних системах у шліфувальному процесі отримують до 12...14 % макаронного борошна [4].

Розмелювальний процес майже не відрізняється від аналогічного розмелювального процесу при сортовому помелі на комплектному обладнанні і побудований на одинадцяти розмелювальних системах із застосуванням мікрошорстких вальців та ентолейторів на перших трьох розмелювальних системах, та на інших системах - деташерів. Особливістю цього процесу є використання на усіх розмелювальних системах густих сит (№№ 25, 27, 29) для виділення м'яких дунстів. На розмелювальних системах отримують основну кількість хлібопекарського борошна трьох сортів (біля 30...35 %).

Макаронне борошно вищого сорту (крупку) формують із збагачених середньої та дрібної крупок, отриманих на системах першої якості у драному і шліфувальному процесах [4].

Контролюють хлібопекарське борошно у розсійниках за окремими сортами, а макаронне борошно – у ситовійках двома потоками, що

відрізняються за крупністю.

Технічна характеристика систем чотирьохсортного помелу дещо відрізняється від хлібопекарського помелу на комплектному обладнанні. Колова швидкість швидкооберткових вальців у драному процесі знижена до 4,5...5,0 м/с, взаєморозташування рифлів на перших трьох драних системах «вс/сп», що забезпечує підвищення виходу крупок у драному процесі. Інші параметри залишаються такими ж, як і при хлібопекарському помелі пшениці на комплектному обладнанні [4].

Максимальний вихід борошна для макаронних виробів може сягати 20 %. При зменшенні виходу макаронного борошна збільшується вихід хлібопекарського борошна вищого сорту.

#### **4.8. Технологія спеціальних сортів борошна**

Для виробництва деяких дієтичних продуктів та борошняних кондитерських виробів необхідне борошно з особливими властивостями: з підвищеним або зниженим вмістом білка, клітковини, мінеральних речовин і вітамінів. Отримати таке борошно можна шляхом відбору потоків борошна з певних систем процесу помелу. Наприклад, високий вміст білка, мінеральних речовин і вітамінів міститься в борошні, яке отримують з останніх систем драного і розмелювального процесу, високий вміст крохмалю і знижений вміст білка – в борошні, яке добувають проходом крізь густі сита перших систем розмелювального процесу. Виробництво борошна з специфічними властивостями потребує застосування спеціальної технології [3].

Для отримання борошна з високим вмістом крохмалю або високим вмістом білка проводять додаткове подрібнення звичайного борошна і його розділення на декілька фракцій за крупністю в повітряному класифікаторі спеціальної конструкції. При цьому в тонкій фракції борошна розміром до 17 мкм вміст білка досягає 17...19 % при вмісті його у вихідному борошні 11...12 %, у фракції середньої крупності з розміром частинок від 17 до 35 мкм міститься білка від 5 до 10 %. Ці фракції виділяють у вигляді самостійних потоків і використовують: першу – для виробництва продуктів дієтичного харчування, другу – в кондитерському виробництві [3].

Для отримання борошна з підвищеним вмістом клітковини відбирають потік дрібних висівок, додатково їх подрібнюють і дозують в певній кількості в борошно вищого або першого сорту [3].

Для збагачення борошна вітамінами застосовують спеціальну технологію, яка передбачає точне їх дозування і двох-трьохетапне змішування з борошном для забезпечення рівномірного їх розподілу по всій масі борошна [3].

В деяких країнах проводять збагачення борошна мінеральними речовинами для підвищення вмісту в ньому заліза, кальцію тощо [3].

#### **4.9. Формування сортів борошна і контроль готової продукції**

Борошномельні заводи, які обладнані високопродуктивним комплектним обладнанням мають гнучку схему формування сортів борошна. Цех формування сортів борошна, безтарного зберігання і відпуску борошна дозволяє підвищити стабільність показників якості і ефективність використання зерна, оперативно змінювати і розширювати асортимент борошна [2].

Зазвичай формування сортів борошна проводять в розмелювальному відділенні борошномельного заводу з потоків борошна систем технологічного процесу. Порядок формування сортів борошна суттєво залежить від характеристик робочих органів технологічного обладнання, яке застосовується в розмелювальному відділенні.

При використанні вальцових верстатів БВ рекомендується наступний порядок формування сортів борошна [2]:

1. Вищий сорт формують з потоків борошна з розмелювальних систем, які переробляють продукти першої якості;
2. Перший сорт формують з потоків борошна з драних крупоутворюючих систем, зі шліфувальних систем, з першої сходової і розмелювальних систем, які переробляють потоки продуктів другої якості до другої сходової системи;
3. Другий сорт формують з усіх інших потоків борошна драного і розмелювального процесів.

При використанні вальцових верстатів А1-Б3Н рекомендується наступний порядок формування сортів борошна:

1. Вищий сорт формують з потоків борошна з драних, шліфувальних систем та розмелювальних, які переробляють продукти першої якості, з першої сходової системи і з наступної за нею розмелювальної системи.
2. Перший сорт отримують з потоків борошна з першої драної вимелювальної системи, шліфувальних систем, які переробляють продукти другої якості, з інших систем розмелювального процесу, які переробляють продукти другої якості, з другої сходової системи і з наступної розмелювальної системи, яка іде за сходовою;
3. Другий сорт формують з потоків борошна з інших систем драного і розмелювального процесів.

При формуванні потоків борошна за сортами необхідно передбачити можливість перенаправлення одного-двох потоків борошна, зазвичай вищого сорту в перший, перший сорт у другий і навпаки. Це необхідно для оперативного регулювання якості борошна з метою забезпечення випуску борошна у відповідності із стандартом на неї [2].

Для відбору борошна в технологічному процесі застосовують сита з розмірами отворів від 160 до 100 мкм.

Потоки сформованих сортів борошна направляють на відповідні розсійники контролю борошна.

В контрольних розсійниках встановлюють сита на один-два номери рідші, ніж на робочих системах. При нормальній роботі контрольного розсійника сходові продукти не повинні перевищувати 5 % від маси продукту, який надходить.

Схеми контролю борошна наведені на рис. 4.18.

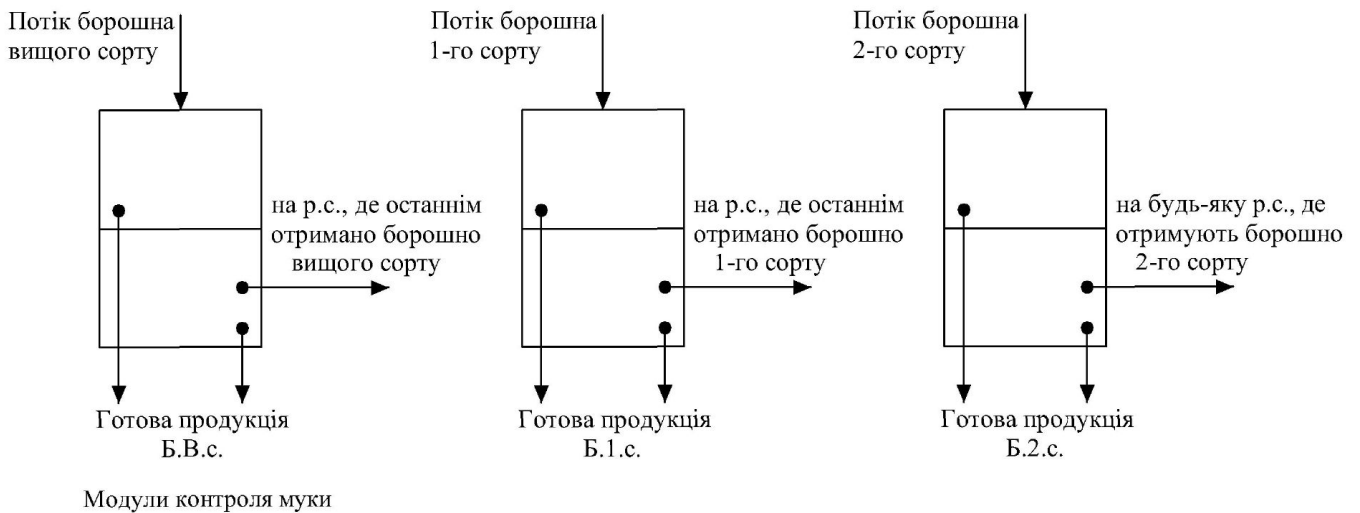


Рис. 4.18. Схеми контролю борошна [2]

З розмелювального відділення у відділення формування сортів борошна направляють два-три потоки, які являють собою суміш із близьких за якістю потоків із загального числа 46...49 індивідуальних потоків борошна, висівок, а також додатковий потік крупів манних [2].

Відділення формування сортів борошна для сучасного борошномельного заводу являє собою самостійний цех, який обладнаний засобами механізації і автоматизації на високому рівні [2].

У відділенні формування і безтарного зберігання борошна можна одночасно виконувати такий комплекс робіт:

1. Приймати із розмелювального відділення зважені потоки борошна, крупів манних і висівок та розміщення їх у силосах;
2. Зберігати безтарним способом потоки окремих сортів борошна, сформовані сорти борошна, крупи манні та висівки;
3. Упаковувати борошно у мішки по 50 кг на карусельних ваговибійних апаратах, формувати і складати пакети з борошном в штабелі;
4. Фасувати борошно в паперові пакети масою по 1...2 кг і крупи манні в пакети масою 0,5...1,0 кг;
5. Проводити відпуск борошна тарним або безтарним способом на авто або залізничний транспорт [2].

#### 4.10. Вітамінізація борошна

За умовами ведення технологічного процесу на борошномельних заводах сортового помелу проходить розділення периферійної частини зерна та ендосперму. Біологічна природа зерна така, що основна кількість біологічно активних речовин – вітамінів, мікроелементів міститься в периферійних частинах зерна. Тому борошно високих сортів містить малу кількість вітамінів, необхідність штучного введення вітамінів в борошно високих сортів стає очевидною [6].

Вітамінізація борошна вищого і першого сорту здійснюється шляхом

введення синтетичних вітамінів в наступних масових частках:  $V_1$  – 0,4 мг;  $V_2$  – 0,4 мг; РР – 2,0 мг в 100 г борошна.

Технологічна схема введення вітамінів у борошно наведена на рис. 4.19. Спочатку готують вітамінний концентрат. Для цього у змішувач-розтирач вітамінів вводять одночасно розрахункову кількість вітамінів  $V_1$ ,  $V_2$ , РР і борошна і проводять змішування [6].

Підготовлений концентрат вітамінів змішують із борошном. Цю суміш називають попередньою. На третьому етапі попередню суміш вітамінів і борошна дозують об'ємним або ваговим способом у певному співвідношенні, яка потім змішується з потоком борошна в порційному змішувачі. Вміст введених вітамінів у борошно визначається хімічним шляхом за допомогою інструментальних методів аналізу [6].

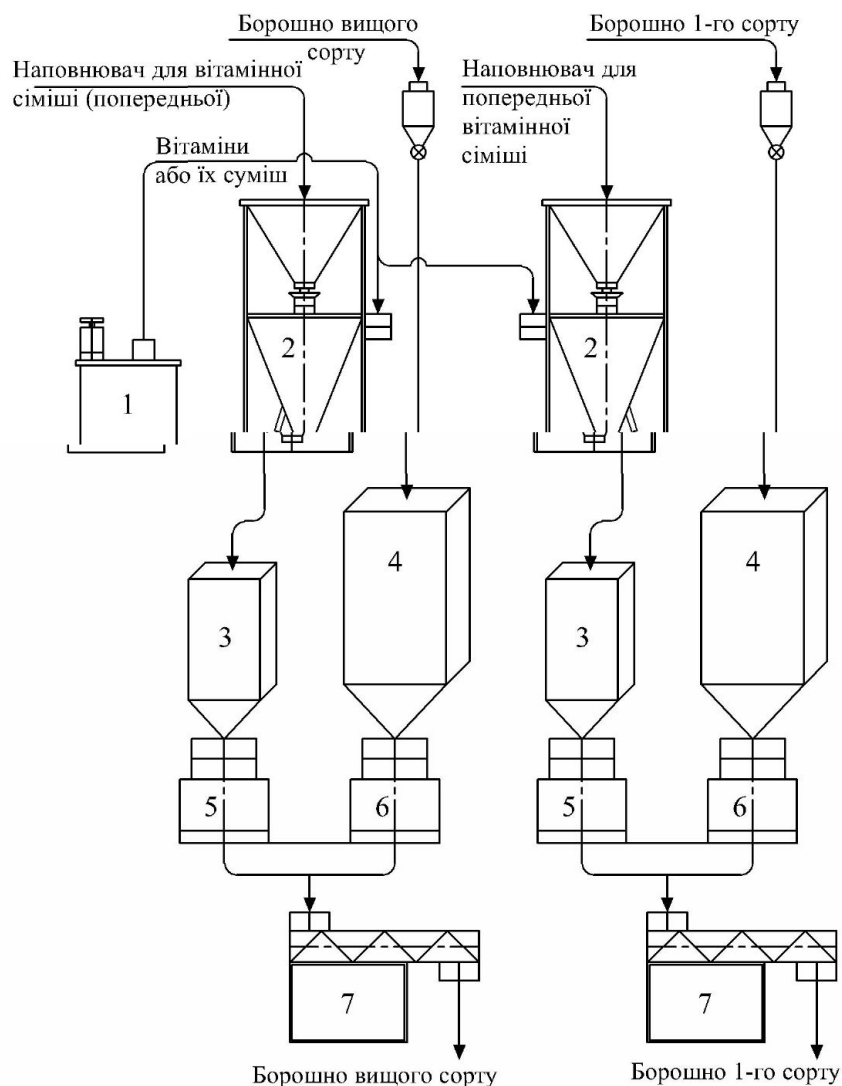


Рис. 4.19. Схема вітамінізації пшеничного хлібопекарського борошна вищого та першого сорту:

1 – ваги для зважування вітамінів; 2 – установки для одержання вітамінного концентрату і попередньої вітамінної суміші; 3 – бункери для попередньої вітамінної суміші; 4 – бункери для сортів борошна; 5 – дозатори для попередньої вітамінної суміші; 6 – дозатори для борошна; 7 – апарат для змішування попередньої вітамінної суміші та борошна.

#### **4.11. Особливості помелу зерна пшениці на комплектному високопродуктивному обладнанні**

Досвід експлуатації борошномельних заводів, які обладнані комплектним високопродуктивним обладнанням виготовленим за ліцензією фірми «BUHLER», показав, що досягається стійкий та високий ефект використання зерна. При переробці зерна за якістю в межах борошномельних кондицій, вихід борошна зольністю 0,55 % складає до 75 %.

Особливості побудови технологічного процесу визначаються високою ефективністю та надійністю роботи обладнання [9].

В процесі підготовки зерна до помелу широко використовується пневмосепаруюче обладнання (аспіраційні канали, пневмоаспіратори) і обладнання флотаційного принципу дії (каменевідбірники, концентратори), які дозволяють забезпечити високу ефективність очищення зерна від смітної домішки. Використання вискоефективних машин для обробки поверхні зерна (вертикальні та горизонтальні оббивальні машини з ситовою обичайкою, машини мокрого лушення) забезпечує високий ефект очищення поверхні зерна і зниження його зольності в процесі підготовки на 0,06...0,08 %. Конструкція машин дозволяє візуально контролювати процес на робочих органах або в робочій зоні, що значно спрощує налагодження машини.

Висока ефективність роботи каменевідбірників та оббивальних машин дозволяє виключити із схеми зерноочисного відділення мийні машини та замінити їх на шнеки інтенсивного зволоження, які дозволяють здійснювати одночасне введення в зерно до 5 % вологи.

Відмінною особливістю зерноочисного відділення зерноочисного відділення є можливість окремої обробки чотирьох потоків зерна різної якості з наступним їх групуванням по два перед направленням їх у розмелювальне відділення.

Точне автоматичне дозування і велика місткість силосів для неочищеного зерна дозволяє витримувати задане співвідношення компонентів у помельній партії, а безперервне заповнення та звільнення силосів для відволоження – заданий час відволоження [9].

Великий вплив на ефективність роботи зерноочисного відділення здійснює стабілізація витрат зерна на вході та виході і на окремих процесів.

Процес подрібнення зерна також має ряд суттєвих особливостей. Драний процес здійснюється на чотирьох системах і закінчується розвиненим процесом вимелювання сходових продуктів, починаючи з III др.с. на бичевих машинах. Усі круподунстові продукти дрального процесу, крім м'якого дунста та борошна, перед направленням у розмелювальний процес збагачуються на ситовійних машинах.

Ефективність роботи ситовійних машин висока та стабільна. Збагачення продуктів у них проходить послідовно на трьох ярусах сит. Ситовійні машини мають достатньо гнучку схему і дозволяють отримати шість продуктів різної якості.

В розмелювальному процесі подрібнення продуктів проводиться в основному на вальцях з водяним охолодженням, які мають мікрошорстку

поверхню. Застосування цих вальців дозволяє більш диференційовано впливати на продукт, який надходить в процесі подрібнення. В результаті оболонкові частинки не пошкоджуються, і ендосперм в практично чистому вигляді переходить в борошно. Для інтенсифікації процесу подрібнення на перших трьох розмелювальних системах після вальцьових верстатів встановлені ентолейтори, які дозволяють не тільки отримувати додатково (10...25 %) кількість борошна з системи, але і стабілізувати вихід борошна з системи. На системах, які подрібнюють продукти другої якості після вальцьових верстатів, встановлені детащери, які призначені для подрібнення агломератів частинок борошна, які утворюються при подрібненні продуктів на вальцях з мікрошорсткою поверхнею [9].

Розмелювальний процес умовно можна поділити на чотири частини.

1. Подрібнення круподунстових продуктів першої якості (перші проходи ситовійних машин, які збагачують круподунстові продукти I...III драних систем), які складаються в основному із частинок ендосперму. Цей процес включає перші три розмелювальні системи. Мета його – отримання максимальної кількості борошна на кожній системі. Подрібнення на вальцьових верстатах встановлюється в залежності від крупності та розмелоздатності продукту.

2. Подрібнення крупок першої якості, більш крупних і які складаються із частинок ендосперму зі зростками оболонок (другий прохід і схід нижнього ярусу ситовійних машин). Цей процес умовно названий шліфувальним, хоча режими систем подрібнення і класифікація продуктів подрібнення не відповідають вимогам, які висуваються до шліфувального процесу. У зв'язку із якістю і крупністю продукту, який надходить, застосовується двох етапне подрібнення, при якому на першій системі здійснюється попереднє подрібнення, при «м'яких» режимах системи, а на другій системі інтенсивне подрібнення – в режимі розмелювальної системи. Це дозволяє подрібнювати продукти з мінімальним подрібненням оболонок і отримувати борошно високої якості.

3. Подрібнення крупок і дунстів другої якості (верхній схід перших трьох розмелювальних систем, крупки і дунсти шліфувального процесу, другий схід ситовійних машин). Цей процес включає 4, 5, 6 розмелювальні системи і призначений для отримання борошна, яке за якістю відповідає борошну вищого сорту.

4. Вимелювання сходових продуктів включає усі інші системи. Слід відмітити, що цей процес значно розвинутий у порівнянні з традиційною технологією, що дозволяє застосовувати на системах диференційовані режими систем подрібнення (від 5 до 25 %) в залежності від якості продуктів і отримувати борошно високої якості до 8...9-ої розмелювальних систем [9].

#### **4.12. Сортові помели пшениці на обладнанні нового покоління**

Удосконалення технології виробництва борошна відбувається на основі використання обладнання нового покоління. Один із напрямів – це підвищення



одиночної потужності основного обладнання, що призводить до створення більш компактних схем [7].

Ряд іноземних виробників обладнання (BUHLER, OCRIM, GOLFETTO, Muehlenbau, ANA Group, Unormak) випускають восьмивальцьові верстати, в яких вальці встановлені на двох рівнях. Продукти подрібнення з вальців верхнього рівня без проміжного сортування одразу надходять на вальці нижнього рівня. Таким чином, в одному верстаті здійснюються операції, що раніше здійснювались на двох окремих системах (наприклад, I і II др. с). При цьому добуток проміжних продуктів та борошна відповідає суммарному добутку цих продуктів при подрібненні на окремих системах в традиційній схемі. Два процеси просіювання замінені одним. Такі верстати можна використати і для об'єднання деяких розмелювальних систем. Це дозволяє значно збільшити питомі навантаження на вальцьові верстати і розсійники. В традиційних схемах розвинутого сортового помелу питомі навантаження на вальцьові верстати складають 70...75 кг/(см•добу), на розсійники – 1330 кг/(м<sup>2</sup>•добу), а у схемі із використанням восьмивальцьових верстатів навантаження на вальцьову лінію складає 100 кг/(см•добу), а на розсійники – 1800 кг/(м<sup>2</sup>•добу) [7].

Технологічна схема помелу зерна з використанням восьмивальцьових верстатів спрощується за рахунок скорочення, насамперед, процесу просіювання продуктів подрібнення зерна. Приклад такої схеми наведено на рис. 4.20.

Драний процес представлений п'ятьма системами, причому у восьмивальцьових верстатах здійснюють послідовно подрібнення I і II др.с., а також III і IV др.с., V драна система поділена на крупну та дрібну із сумісним просіюванням. З розсійника I-II драних систем отримують крупну і середню (з дрібною) крупки, які направляють на ситовійні системи № 1 і 2, відсіюють частину борошна, решту борошна з дунстами просіюють на 1-й сортувальній системі [7].

Сходовий продукт надходить на наступний восьмивальцьовий верстат, який виконує функції III і IV драних систем. Після двократного подрібнення, із проміжних продуктів залишаються дрібна крупка і дунсти, які разом із залишками невисіяного борошна сортують на сортувальній системі № 2.

Крупні сходові продукти після обробки у бичевих машинах № 1 і 2 вимелюють у вальцьових верстатах V драної системи крупної та дрібної. Проходи сит бичевих машин направляють на сортувальну систему № 3. Перший і другий схід з розсійника V др.с. окремо вимелюють у бичевих машинах, сходом з сит яких отримують висівки, а проходи просіюють у сортувальній системі № 4. Нижній схід з розсійника V др.с. розмелюють у вальцьовому верстаті 9-ї р.с., висівають борошно, а суміш дрібних продуктів просівають у розсійнику сортувальної системи № 4.

На сортувальних системах отримують борошно, а різні фракції дунстів і сходових продуктів, які залишилися направляють на різні розмелювальні системи в залежності від їх якості.

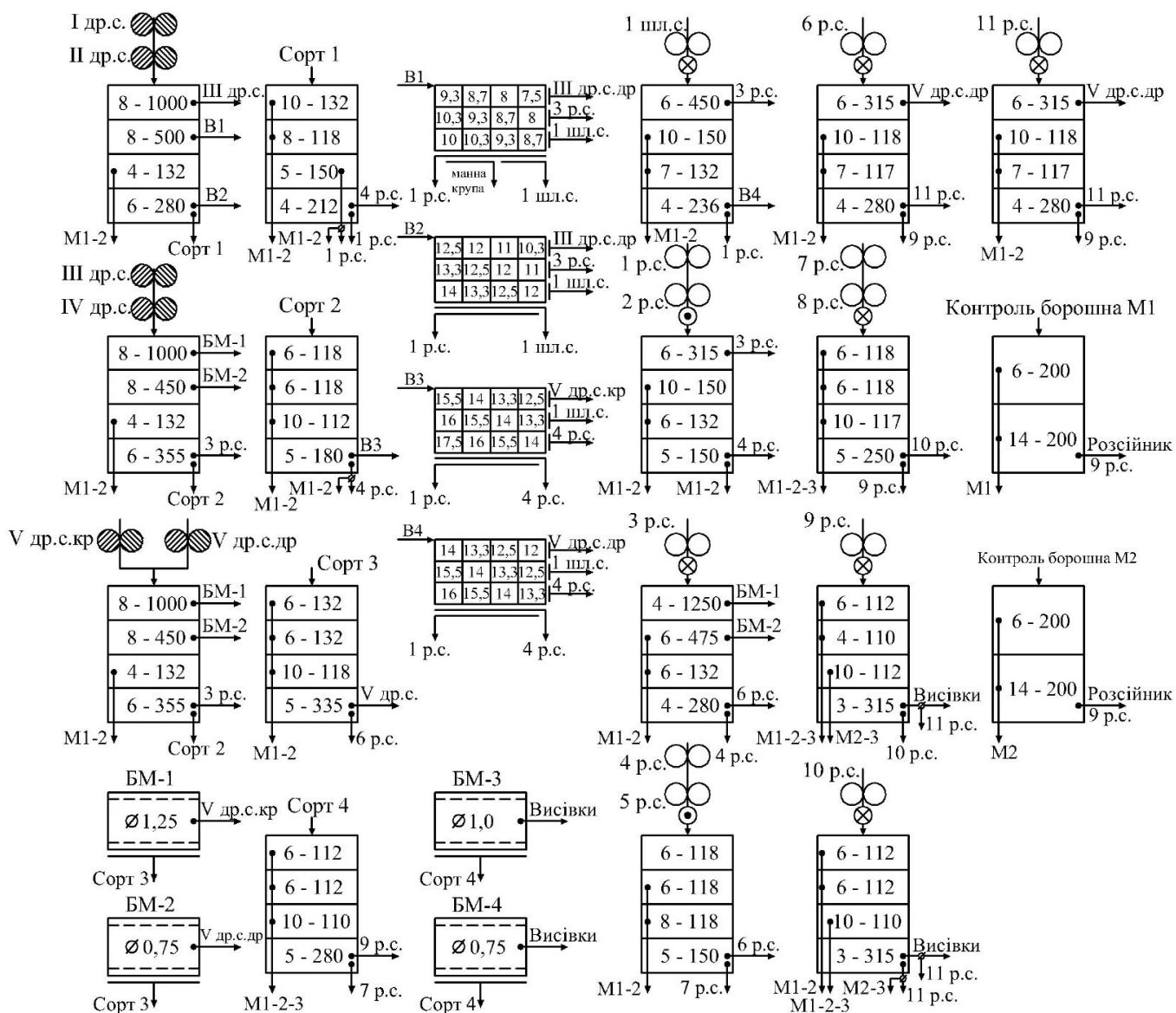


Рис. 4.20 Технологічна схема помелу зерна в сортове борошно з використанням восьмивальцьових верстатів і нових розсійників фірми «BUHLER» [7]

Процес збагачення проміжних продуктів дуже компактний: чотири ситовійні системи і одна шліфувальна, на яку направляють проміжні продукти з ситовійних систем № 1 і 2.

Розмелювальний процес поділений на чотири частини. Кожна з перших трьох частин включає один восьмивальцьовий верстат для основного подрібнення продуктів і чотирьох вальцьовий в якості сходової системи.

На кожній системі формується один або два потоки борошна, причому з останніх розмелювальних систем борошно формує третій потік. Борошно першого і другого потоків просіюється в контрольних розсійниках.

Поряд із перевагами застосування восьмивальцьових верстатів є деякі недоліки: технологічна схема при їх використанні менш гнучка, якість борошна поступається якості борошна, яке отримують із використанням звичаних вальцьових верстатів, велика трудомісткість обслуговування восьмивальцьових

верстатів.

Для покращення якості борошна при послідовному подрібненні проміжних продуктів італійська фірма OCRIM розробила восьмивальцьовий верстат в якому відбувається проміжне просіювання продукту в барабанному просіювачі.

Між верхньою та нижньою парами вальців встановлене сито і барабанний ротор. Дрібний продукт проходить через сито і обходить нижню пару вальців по спеціальному каналу. При цьому він може виділятися в потік і подаватися окремим пневмопідйомником в контрольну точку технологічної схеми, або змішуватися з продуктом, який надходить від нижньої пари вальців і транспортуватися загальним пневмопідйомником.

Усі ці заходи проводять для того, щоб розділити продукти помелу і не допустити повторного подрібнення проміжних продуктів, що знижує їх якість, а також знизити навантаження на наступне обладнання в технологічному процесі [7].

### **Запитання для самоперевірки**

1. Призначення та роль «Правил організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» ?
2. Основні процеси помелу ?
3. Поняття характеристики системи та її режиму ?
4. Структура обойного помелу пшениці і жита ?
5. Призначення системи контролю борошна при обойному помелі ?
6. Побудуйте структуру обдирного помелу жита ?
7. Технічна характеристика та режим систем обдирного помелу жита ?
8. Технічна можливість підвищення ефективності простих помелів пшениці і жита ?
9. Структура сортових помелів жита ?
10. Які сита використовують для одержання сіяного і обдирного борошна ?
11. З яких етапів складається сортовий помел пшениці за скороченою схемою ?
12. Технічна характеристика і режим систем скороченого сортового помелу пшениці ?
13. Принципова структурна схема сортового помелу пшениці з розвиненою технологічною схемою ?
14. Призначення кожного процесу сортового помелу пшениці ?
15. Режими основних систем сортового помелу пшениці на комплектному устаткуванні ?
16. Основні принципи формування різних сортів борошна при сортовому помелі пшениці ?
17. Особливості сортового помелу пшениці на комплектному устаткуванні ?
18. Організація вимелювання оболонкових продуктів при сортовому помелі пшениці ?
19. Організація процесу збагачення проміжних продуктів подрібнення при сортовому помелі пшениці на комплектному устаткуванні ?
20. Структура шліфувального та розмелювального процесів сортового помелу пшениці на комплектному устаткуванні ?
21. Структура помелів пшениці в борошно для макаронних виробів ?
22. Особливості макаронних помелів ?
23. Сортові помели пшениці на обладнанні нового покоління ?

## 5. УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА

### *Основні задачі управління технологічними процесами переробки зерна*

Борошномельні заводи сортових помелів відзначаються високою складністю технологічних процесів, яка проявляється в багаторазовому впливі на результати виробництва великої кількості одночасно діючих чинників. Обслуговуючому персоналу важко прийняти правильне та своєчасне рішення по управлінню із-за відсутності необхідної інформації про хід технологічного процесу на різних етапах. Рівень функціонування технологічного процесу оцінюється, як правило, на завершальному етапі виробництва за кількістю та якістю готової продукції. Це призводить до нерівномірного протікання технологічного процесу, його невпорядкованості і зниження ефективності [4].

Основним методом управління на усіх етапах технологічного процесу виробництва борошна є стабілізація, яка складається з двох елементів: налагодження будь-якого процесу на заданий режим обробки зернових продуктів підбором певних параметрів, а в подальшому - підтримання встановлених режимів систем на заданому рівні, тобто їх стабілізація [4].

Стабільність управління технологічними процесами виробництва борошна, забезпечується стабільністю подачі зернових потоків, що направляються у переробку, режимів роботи технологічного і транспортного обладнання, використанням надійних засобів і методів оперативного контролю і управління. Для забезпечення вказаних чинників на належному рівні слід передбачити у технологічному процесі наступне устаткування чи операції:

- попереднє очищення зерна в елеваторі від домішок з виділенням дрібної фракції зерна, що забезпечить високу вирівняність вихідних партій зерна, які подаються в зерноочисне відділення;
- багатоканальні випускні пристрої у днищах зернових бункерів, які забезпечують рівномірний випуск зерна з бункерів, не допускаючи його самосортування;
- автоматичні регулятори потоку зерна із кожного бункера, які забезпечують формування помельних партій зерна із кількох компонентів, заданого їх об'єму та співвідношення, в загальній партії;
- високоефективне очищення зерна від домішок та очищення поверхні зерна для забезпечення високої якості партії зерна, що подається на розмел;
- безперервний спосіб відволоження зерна в бункерах;
- автоматичні вагові дозатори з програмним управлінням для забезпечення рівномірної та стабільної подачі підготовленого в зерноочисному відділенні зерна на I драну систему, яка забезпечує стабільність усього розмелювального процесу;
- вальцьові верстати марки А1-БЗН з охолодженням вальців, що мають високу зносостійкість робочої поверхні і забезпечують стабільний режим систем подрібнення зернових продуктів з високою ефективністю;
- всмоктувальні системи пневматичного транспортування проміжних продуктів розмелу зерна, які забезпечують високу надійність транспортування і

виконують важливі технологічні операції охолодження та знепилення зернових продуктів;

- групове обладнання гвинтових конвейерів для збирання борошна різних сортів з розсійників, що забезпечує оперативність управління потоками борошна різних сортів і значно скорочує довжину самопливів;

- двоетапне подрібнення збагачених зернових продуктів на розмельних системах (ентолейтори, деташери), забезпечує високу ефективність подрібнення (до 60...65%);

- автоматична реєстрація виходів борошна різних сортів;

- контроль білості потоків борошна після контрольних розсійників [4].

## **5.1. Управління технологічними процесами очищення і підготовки зерна до помелу**

### *Управління технологічними процесами очистки зерна від домішок*

Основою управління технологічним процесом очищення зерна від домішок є контроль як усього технологічного процесу, так і окремих технологічних операцій і машин. При перевищенні допустимої норми домішок в зерновій масі, що направляється на помел, вироблене борошно не буде відповідати вимогам діючих нормативних документів. При управлінні процесом очищення необхідно встановити, який вид домішок міститься в найбільшій кількості в зерновій масі, що надходить на I драну систему, а потім провести налагодження тієї машини, яка відповідає за видалення цієї домішки. Визначення виду домішок проводиться шляхом їх аналізу на розбірній дошці.

Технологічний процес сучасних борошномельних заводів може забезпечити очищення зернової маси, якщо в ній міститься не більше 2 % сміттевої домішки. При більшій кількості домішок необхідно організувати попереднє очищення зерна на хлібоприймальних підприємствах та елеваторах [4].

### *Управління технологічним процесом підготовки зерна до помелу*

Управління процесом підготовки зерна до помелу зводиться до вибору і забезпечення оптимальних режимів водотеплової обробки (ВТО) даної партії зерна. При найбільш розповсюдженому методі водотеплової обробки зерна - холодному кондиціюванні, основними режимами підготовки зерна є ступінь його зволоження та час відволожування в силосах. При виборі оптимальної величини зволоження і часу відволожування слід враховувати вихідну вологість, скловидність, типовий склад зерна та рекомендації «Правил», де наведені режими ВТО різного за якістю зерна, залежно від методу кондиціювання [17]. Управління процесом ВТО зерна зводиться до встановлення і дотримання заданих для даної партії зерна режимів, їх постійному контролю і коригуванні при відхиленні від заданих.

Управління технологічною операцією відволожування зерна в бункерах складається з встановлення його витрати з кожного бункера за допомогою вагового пристрою для регулювання витрати зерна в потоці УРЗ-1 відповідно

до рецептури зернової суміші. Загальна витрата зерна повинна дорівнювати продуктивності борошномельного заводу. Час відволожування зерна контролюється кількістю зерна, що направляється в розмелювальне відділення. Необхідно систематично перевіряти також точність дозування зерна з кожного силоса [4].

## **5.2. Управління технологічними процесами помелу і сортування зернових продуктів**

### *Управління процесом подрібнення*

В процесі помелу зерна і зернових продуктів змінюється їх фізико-технологічна характеристика. Процес подрібнення є визначальним серед чинників, що впливають на ефективність всього технологічного процесу виробництва борошна. Ефективність подрібнення зернових продуктів визначається режимом кожної системи за різними показниками, які характеризують добуток певного продукту з даної системи. Щоб забезпечити заданий загальний вихід борошна і вихід борошна різних сортів, режими систем нормуються «Правилами» [17].

Основою управління різними системами процесу подрібнення є стабілізація заданих режимів систем. Управління процесом проводиться у дві стадії: спочатку налагоджують вальцьовий верстат кожної системи подрібнення на заданий режим, а потім, при відхиленні від заданого, режим відновлюють шляхом регулювання.

Контроль режимів систем подрібнення проводять ситовим аналізом подрібнених продуктів з використанням сит, які рекомендовані «Правилами» [4].

### *Управління процесом сортування в розсійниках*

Сортування продуктів помелу зернових продуктів у розсійниках є визначальним для забезпечення заданої продуктивності заводу, виходу і якості борошна. Ефективність цього процесу визначається по величині недосівів у сходових та деяких проходових продуктах, які нормуються «Правилами» [17]. Відхилення від норм свідчить про незадовільну роботу розсійників. Основою управління процесом сортування у розсійниках, як і в процесі подрібнення, є стабілізація недосівів у сходових продуктах. Управління процесом сортування зернових продуктів проводять у дві стадії: спочатку налагоджують процес і встановлюють подачу зерна на I драну систему, що забезпечує задану продуктивність заводу, а потім рівномірно розподіляють навантаження за секціями розсійників кожної системи, щоб уникнути перевантаження інших. Після розподілу навантаження секцій визначають недосів у сходових продуктах проведенням ситового аналізу сходових продуктів на тих самих ситах, з яких вони одержані. При відхиленні від рекомендованих «Правилами» норм настає друга стадія управління - забезпечення нормативних недосівів [4].

Підвищені недосіви в розсійниках можуть бути при перевантаженні розсійників, невдало підібраних сит, порушенні режиму систем подрібнення,

підвищеній вологості зернових продуктів, порушенні очищення сит, зменшенні частоти коливань розсійника тощо. З'ясувавши, яке порушення негативно впливало на ефективність сортування у даному розсійнику, необхідно його усунути і стабілізувати тим самим процес сортування на даній системі технологічного процесу [4].

#### *Управління процесом збагачення проміжних продуктів*

Ефективне збагачення проміжних продуктів у ситовійках забезпечує значне підвищення якості борошна. Порушення режиму процесу збагачення призводить до перерозподілу потоків проходових і сходових продуктів з ситовійок, що викликає порушення на всіх наступних системах технологічного процесу.

При налагодженні кожної ситовійки на заданий режим необхідно знати, який проміжний продукт на ній збагачується і яка повинна бути ефективність збагачення. Налагодження починають з перевірки сит, що встановлені в ситовійці, рівномірного розподілу продукту на ситах і регулювання повітряного режиму ситовійки. Шар продукту повинен повністю покривати сито з поступовим зменшенням його товщини від прийому до виходу. Повітряний режим ситовійки повинен бути таким, щоб забезпечити рівномірно псевдозрідження («кипіння») продукту на всьому ситі.

Після завершення налагодження ситовійки на заданий режим необхідно перевірити ефективність збагачення на кожній ситовійці. При відхиленні від заданого режиму необхідно усунути недоліки, що порушили ефективність збагачення. Найбільш розповсюджені недоліки в роботі ситовійних машин такі: підвищення навантаження на машину, порушення повітряного режиму, нерівномірний розподіл продукту на ситах, висока швидкість проходження продукту по ситах, недостатнє очищення і пошкодження сит [4].

### **5.3. Управління виходом і якістю борошна і висівок**

Управління виходами різних сортів борошна та їх якістю зводиться до додержання вказаних норм як за кількістю одержаного борошна, так і за його якістю.

Виробництву борошна вищого сорту віддають перевагу перед іншими сортами, оскільки він має найвищу ціну і користується підвищеним попитом споживачів. Кількісний вихід борошна вищого сорту із даної помельної партії відомий із розрахункового виходу, який розробляється лабораторією підприємства. Допускається збільшення виходу борошна вищого сорту без погіршення якості інших сортів [4].

Кількісний вихід і якість борошна вищого сорту необхідно контролювати систематично через 1...2 год. При зменшенні виходу борошна вищого сорту проти запланованого слід встановити причини такого порушення та провести необхідні налагодження в технологічному процесі. Найбільш розповсюдженими причинами зменшення виходу борошна вищого сорту є зменшення навантаження зерна на I драпу систему, збільшення його вологості

та зменшення кількості збагачених проміжних продуктів, які направляються на розмельні системи, де вилучають борошно вищого сорту.

Якість борошна вищого сорту оперативно контролюють за його білістю. При погіршенні якості борошна необхідно підкорегувати якість борошна шляхом виведення із нього гірших за якість потоків і тим самим покращити якість інших потоків, що утворюють вищий сорт. Після цього необхідно знайти причини, що спричинили погіршення якості борошна [4].

Управлінням якістю борошна першого сорту доводиться користуватись частіше у порівнянні з вищим сортом за рахунок того, що якість борошна першого сорту та її вихід залежать як від вищого, так і від другого сортів, або виходу висівок при двосортному помелі. Основними причинами погіршення якості борошна першого сорту є ті ж самі причини, що викликають погіршення якості борошна вищого сорту. Порушення в технологічному процесі нескладно усунути переведенням деяких потоків борошна із вищого сорту до першого, або виведенням гірших потоків борошна із першого сорту до другого. Такі можливості у технологічному процесі необхідно передбачати. Управління іншими чинниками в технологічних процесах виробництва борошна першого сорту такі ж самі, як при виробництві борошна вищого сорту. Це може бути вплив якості зерна (вологість, скловидність і ін.), режимів його водотеплової обробки, порушення режимів систем подрібнення, сортування та збагачення проміжних продуктів [4].

Управління виходом борошна другого сорту проводиться зміною режимів подрібнення та сортування на останніх системах подрібнення зерна, а також індивідуальним вибором потоків борошна з різних систем, утворюючих борошно другого сорту. Основні фактори, що впливають на вихід і якість борошна другого сорту, такі: вологість та вимелюваність зерна, загальний вихід борошна усіх сортів, якість сходових оболонкових продуктів, що надходять на останні драні та розмелювальні системи, їх режим тощо [4].

Управлінням якістю борошна другого сорту доводиться займатись частіше, ніж її виходом. При відхиленні білості борошна від еталону в бік погіршення необхідно оперативно покращити борошна другого сорту шляхом переведення одного із потоків борошна першого сорту в другий, а потім знайти причину порушення і провести необхідні налагоджування, аналогічні тим, що наведені при управлінні якістю борошна високих сортів.

Вихід висівок, як і борошна, передбачається розрахунковим виходом, дотримання якого є строго обов'язковим, бо він забезпечує загальний вихід борошна і характеризує рівень використання зерна. Підвищений вихід висівок, проти розрахункового, свідчить про незадовільний стан технологічного процесу виробництва борошна. Причина такого стану може бути від підвищеної вологості зерна, підвищеного навантаження на І др.с., високих режимів подрібнення зернових продуктів, незадовільного очищення сит у розсійниках на вимелюючих системах, низької ефективності вимелюючих машин А1-БВГ. Усунення цих причин стабілізує нормативний вихід висівок при даному помелі [4].

Якість висівок визначається тільки вологістю (не більше 15 %), але



підвищена кількість борошна у висівках (понад 10 %) свідчить про наявність певних порушень у технологічному процесі, які необхідно з'ясувати і усунути [4].

#### **5.4. Баланс помелу**

Контроль і аналіз технологічного процесу виробництва борошна найбільш повно можна провести на основі балансу помелу. Під балансом помелу розуміють рівність кількості (і якості) продуктів, які надходять на окрему систему, етап технологічного процесу або весь технологічний процес і продуктів, які виходять з цієї ж системи, етапу або всього технологічного процесу. Тому розрізняють баланси системи, етапу, загальний баланс технологічного процесу.

Баланс помелу являє собою кількісну або кількісно-якісну характеристику усіх продуктів за технологічною схемою помелу. Перший містить тільки дані о кількісному розподілі продуктів, а в другому вказують і зольність усіх потоків продуктів. Наявність балансу помелу для кожного борошномельного заводу є обов'язковим, оскільки на його основі здійснюють оперативний контроль режимів окремих технологічних систем і корегування організації і ведення помелу [1, 3].

Баланс помелу на діючому підприємстві необхідно знімати не рідше двох разів на рік: перший раз до капітального ремонту, а другий – після капітального ремонту. На основі першого здійснюється аналіз всієї технології і вносяться необхідні зміни в схему і режими систем, а другий слугує для оцінки ефективності виконаних змін. Однак, отримання фактичного балансу помелу є складною задачею і може бути виконане тільки досвідченими технологами.

При підготовці до зняття балансу необхідно виконати наступні заходи:

1. Ретельно перевірити технологічну схему, щоб вона точно відображала фактичний напрямок руху продуктів з одних систем на інші;
2. Виявити фактичне формування борошна по сортам із потоків окремих систем;
3. Намітити точки відбору продуктів;
4. Підготувати інвентар (ваги, секундомір, спеціальні ковші для відбору продуктів, пакети для відбору проб на аналіз, етикетки на продукти, журнал для запису результатів), зважити ковші, пронумерувати їх і записати масу;
5. Відрегулювати режим роботи усіх машин і апаратів не тільки в розмелювальному а і в зерноочисному відділенні, щоб процес був стабільним; особливу роль відіграє стабільність навантаження на I др.с., обов'язково створити незмінну помельну партію зерна на термін не менше доби;
6. Підібрати і навчити методиці зняття балансу і відбору проб продуктів на різних системах процесу спеціальну бригаду з персоналу борошномельного заводу.

При розробці проекту підприємства обов'язково складається теоретичний баланс помелу. Для цього використовують існуючі рекомендації в різних технологічних документах, перш за все «Правил».

Запис балансу помелу ведуть у вигляді таблиці-шахматки. Сума отриманих продуктів з етапу, системи тощо обов'язково повинна дорівнювати масі продукту, що надходить на них – тому і документ отримав назву балансу.

Баланс помелу являє собою характеристику прийнятої на борошномельному заводі технології виробництва борошна [1, 5].

Приклад теоретичного балансу наведено в табл. 4.5. Схему технологічного процесу наведено на рис. 5.1.

Існуючий метод оцінки ефективності помелу зерна за виходом та зольністю борошна не дозволяє точно оцінювати і надійно порівнювати діяльність різних борошномельних заводів. Зольність ендосперму варіюється в широких межах, особливо при різному вмісті в помельній партії дрібного зерна. Впливають й інші фактори: тип, сорт, ґрунтово-кліматичні умови, агротехніка тощо, тому діюча методика оцінки промислової діяльності сортових борошномельних заводів не є об'єктивною. На основі порівняння виходів та зольності борошна можна дати тільки приблизну оцінку організації і ведення помелу на різних заводах [3].

Однак, якщо взяти співвідношення цих величин, то достовірність оцінки суттєво збільшується (5.1):

$$K = \frac{B}{Z} \quad (5.1)$$

де,  $K$  – узагальнений показник;  $B$  – вихід борошна, %;  $Z$  – зольність борошна, %.

В залежності від конкретної організації технологічного процесу та рівня його ведення на борошномельних заводах величина  $K$  суттєво змінюється. Аналіз цієї варіації показує, що для трьохсортного 75 %-го помелу значення показника  $K$  знаходиться в діапазоні від 88 до 132 при середньоарифметичному значенні, рівному 103; для трьохсортного 78 %-го – від 82 до 112 при середньому значенні  $K = 100$ , для двохсортного 78 %-го – від 72 до 108 при середньому значенні  $K=89$ .

Застосування узагальненого показника  $K$  не в повній мірі відповідає задачі оцінки ефективності процесу, оскільки при його розрахунку враховується тільки кінцевий результат помелу, а вихідна зольність зерна не враховується. У той же час очевидно, що отримати підвищений вихід низькозольного борошна легше при низькому значенні зольності зерна, ніж при високому. Тому показник  $K$  неможна використовувати для порівняння оцінки роботи різних технологічних бригад або результатів переробки партій зерна різної вихідної якості.



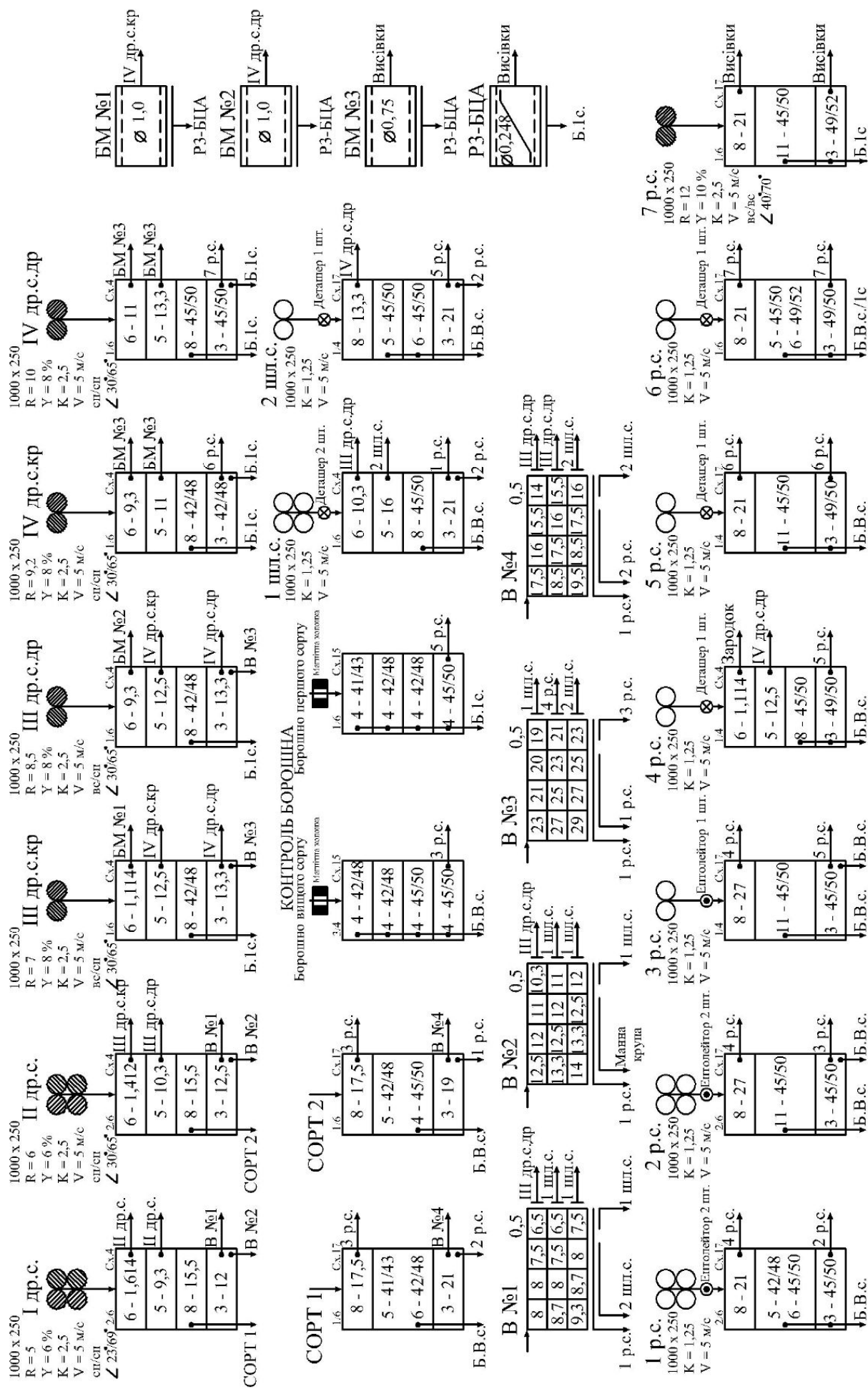


Рис. 5.1. Схема технологічного процесу помелу пшениці за скороченою схемою

При такому аналізі необхідно використовувати комплексний критерій ефективності (5.2):

$$E = I \frac{Z_0 - Z_i}{Z_0} = I \cdot \Delta \quad (5.2)$$

де,  $I$  – добуток продуктів, %;  $Z_0, Z_i$  – відповідно зольність продуктів, що надходять та продуктів, які добути, %.

Таким чином, цей критерій містить і кількісну, і якісну складові, тобто забезпечує об'єктивну оцінку даної операції або даного етапу процесу [3].

### 5.5. Баланс борошна

Баланс борошна містить відомості про величину добуток борошна з кожної із технологічних систем і зольність кожного потоку. Він може бути розроблений на основі кількісно-якісного балансу помелу або отриманий незалежно від нього, при самостійному аналізі технологічного процесу. На основі балансу борошна будують так звану кумулятивну криву зольності борошна (рис. 5.2), за якою судять про рівень організації і ведення процесу помелу на підприємстві.

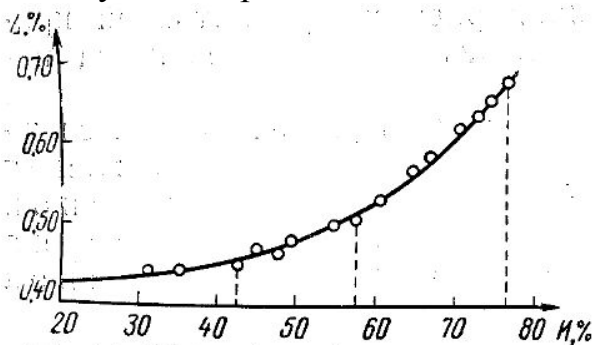


Рис. 5.2 Кумулятивна крива зольності борошна при сортовому помелі

Кумулятивна крива зольності борошна являє собою залежність зміни середньозваженої зольності борошна по мірі зростання його виходу.

При аналізі кумулятивної кривої особливу увагу звертають на нахил і протяжність її першої ділянки, на якому зольність борошна збільшується повільно; відмічають також положення точки, після якої спостерігається швидкий стрибок кривої; ця точка визначає той вихід борошна, після якого зольність її суттєво збільшується.

Незначний нахил початкової ділянки кривої на великій її протяжності говорить про те, що по мірі зростання виходу борошна її зольність збільшується повільно; це вказує на високий рівень організації технологічного процесу на підприємстві. Про це ж говорить і більш віддалене від початку кривої положення точки її швидкого підйому.

### 5.6. Поняття про технологічний режим

Під режимом системи розуміють вихід і якість продуктів, що здобуваються, характерних даних системі (ДСТУ2209-93).

Вибір режиму системи технологічного процесу залежить від структурно-механічних властивостей зерна (вологості, твердості, скловидності тощо); технічної характеристики робочих органів вальцьових верстатів (діаметра вальців, колової швидкості вальців, числа рифлів та їх взаємного розташування,

співвідношення колових швидкостей вальців, величини зазору між вальцями, розмірів отворів сит в просіюючих машинах, навантаження на них та інших факторів).

Враховуючи те, що технічна характеристика робочих органів вальцьових верстатів переважно постійна, основну увагу слід приділяти факторам, які змінюються, тобто на структурно-механічні властивості зерна. Недооцінка цих властивостей призводить до зменшення виходу, погіршення якості борошна, збільшення витрат електроенергії на 1 тону готової продукції.

Технологічний режим характеризується загальним і частковим добутком продукту.

Загальний добуток продукту являє собою величину проходивої фракції крізь певний номер сита (ДСТУ 2209-93). Тобто це співвідношення маси продуктів, які отримано на драній системі проходом через сито визначеного номеру і направлених на інші операції та процеси, до маси зерна, яке надходить на I др.с., або до навантаження на дану систему, виражене у відсотках.

Частковий добуток продукту – це величина фракції продукту обмежена за крупністю розмірами отворів двох різних сит (ДСТУ 2209-93). Тобто це співвідношення маси певної фракції продукту подрібнення зерна, отриманої з даної системи і направленої на інші операції та процеси, до маси зерна, що надійшло на I др.с., або до навантаження на дану систему, виражене у відсотках.

В обох випадках враховують величину недосіву, що міститься у продукті, який надійшов у вальцьовий верстат даної системи.

На борошномельних заводах також розрізняють низький та високий режими помелу.

При низькому режимі зазор між вальцями малий.

Високий режим, навпаки, характеризується більшим робочим зазором між вальцями у порівнянні з низьким режимом.

При високому режимі на драних системах отримують велику кількість якісної крупки з переважно високим вмістом ендосперму і мало борошна, а при низькому – невелику кількість якісної крупки і більше борошна.

Суттєвий вплив на режими помелу здійснюють наступні фактори:

кількість систем;

кінематичні параметри вальців;

геометричні параметри вальців;

розподіл вальцьової лінії;

розподіл просіюючої поверхні;

питомі навантаження на вальцьову лінію та просіюючу поверхню.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Які основні завдання управління технологічними процесами переробки зерна ? 2. Як здійснюється управління технологічними процесами очищення зерна від домішок ? 3. Як здійснюється управління технологічним процесом підготовки зерна до помелу ? 4. Які чинники слід враховувати при виборі режимів водотеплової обробки зерна ? 5. Як здійснюється управління

технологічним процесом помелу зерна ? 6. Як здійснюється управління технологічним процесом сортування продуктів подрібнення у розсійниках ? 7. Як здійснюється управління технологічним процесом збагачення ? 8. Як здійснюється управління якістю борошна і висівок при різних помелах ?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Основна

1. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства (с основами экологии). – М.: Агропромиздат, 1989. – 464 с.
2. Вашкевич В.В., Горнец О.Б., Ильичев Г.Н. Технология производства муки на промышленных и малых мельницах. – Барнаул: 1999. – 215 с.
3. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2005. – 296 с.
4. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Одеса: Друк, 2001. – 348 с.
5. Мерко И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства. – М.: Агропромиздат, 1985. – 288 с.
6. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. – Москва: ИКЦ «Март», Ростов-н/Д: Издательский центр «Март», 2004. – 688 с.

### Додаткова

7. Бутковский В.А., Галкина Л.С., Птушкина Г.Е. Современная техника и технология производства муки. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 319 с.
8. Верещинский А.П. Обработка поверхности зерна на мельницах / А.П. Верещинский, А.В. Крошко // Хранение и переработка зерна. – 2005. - № 5.
9. Временная инструкция № 9-3-83 по организации и ведению технологического процесса на мельницах, оснащенных высокопроизводительным оборудованием. – М.: ЦНИИТЭИ, 1984. – 43 с.
10. Демский А.Б. Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности. – М.: Дели принт, 2004. – 264 с.
11. Демский А.Б., Веденьев В.Ф. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. Справочник. – М.: ДеЛи Принт, 2005. – 760 с.
12. Егоров Г.А. Технология муки. Практический Курс. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 143 с.
13. Егоров Г.А., Петренко Т.П. Технология муки и крупы: учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности 270100 «Технология хранения и переработки зерна». – М.: Издательский комплекс МГУПП, 1999. - 336 с.
14. Казаков Е.Д., Кретович В.А., Биохимия зерна и продуктов его

переработки. - М.: Агропромиздат, 1989.-365 с.

15. Кулак В.Г., Максимчук Б.М. Технология производства муки. – М.: Агропромиздат, 1991. – 224 с.

16. Мерко И.Т., Моргун В.А., Погирной Н.Е. Структура и эффективность технологических процессов производства муки. – М.: Колос, 1983. – 239 с.

17. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. - К.: КІХ Мінагропрому України, 1998.

18. Практикум по технологии мукомольного, крупяного и комбикормового производства. – М.: Колос, 1974. – 208 с.

19. Технология переработки зерна. Под ред. Куприца Я.Н. - М.: Колос, 1965.- 504 с.

20. Птушкина Г.Е., Товбин Л.И. Высокопроизводительное оборудование мукомольных заводов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 288 с.

21. Торжинская Л.Р., Яковенко В.А., Технохимический контроль хлебопродуктов. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Агропромиздат, 1986.-399 с.