

Міністерство освіти і науки України

**Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

*Кафедра технічної механіки та  
сільськогосподарських машин*

# **МЕХАНІЗАЦІЯ ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання практичних робіт**

для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності  
133 «Галузеве машинобудування» з орієнтацією на спеціалізацію  
«Машини сільськогосподарського виробництва»

Тернопіль  
2018

**УДК 631.36(075.3)**  
**ББК 36.81я722**  
**X 76**

Автори:

*Н.І. Хомик*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Рецензент

*Стадник І.Я.*, д.т.н., професор кафедри обладнання харчових виробництв

*Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин протокол № 1 від 29.08.2017р.*

*Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій, протокол № 1 від 31.10.2017р.*

**Хомик Н.І.**

**X 76** Механізація зберігання сільськогосподарської продукції: методичні вказівки до виконання практичних робіт / Н.І. Хомик. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 60 с.

Розроблено відповідно до навчальної програми і призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва».

Практичні роботи з «Механізації зберігання сільськогосподарської продукції» призначені для поглиблення знань і навиків студентів.

**УДК 631.36(075.3)**  
**ББК 36.81я722**

© Хомик Н. І.  
2018

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
<b>Практична робота №1.</b> Розрахунок виходу готової продукції при помелах пшениці та жита .....	5
<b>Практична робота №2.</b> Визначення технологічної ефективності роботи обладнання зерноочисного відділення .....	12
<b>Практична робота №3.</b> Підбір режимів кондиціювання зерна та розрахунок необхідної ємності для відволоження .....	20
<b>Практична робота № 4.</b> Визначення технологічної ефективності роботи обладнання розмельного відділення.....	27
<b>Практична робота № 5.</b> Розробка технологічної схеми підготовки зерна до сортового помелу. Підбір та розрахунок технологічного обладнання зерноочисного відділення.....	33
<b>Практична робота № 6.</b> Розробка технологічної схеми сортового помелу. Підбір та розрахунок технологічного обладнання розмельного відділення .....	39
<b>Практична робота №7.</b> Вивчення технологічних процесів та операцій в овочесховищах .....	41
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>58</b>

## ВСТУП

Збереження і раціональне використання усього вирощеного врожаю, отримання максимально корисної продукції із сільськогосподарської сировини – одна з основних задач переробної галузі промисловості.

Сільськогосподарське виробництво, зокрема, збирання врожаю більшості сільськогосподарських рослин, пов'язане із сезонністю, тому виникає необхідність збереження с.-г. продукції для її використання на різні потреби протягом року і довше. Розвиток науки про збереження с.-г. продуктів і широке впровадження механізації переробки та зберігання дозволили ввести в практику удосконалені нові технологічні прийоми, що забезпечують зниження витрат при зберіганні. Фахівці даної спеціальності повинні добре орієнтуватися в питаннях якості продукції рослинництва і тваринництва й шляхах її підвищення, знати природу втрат цих продуктів й організацію їхнього зберігання, а також раціональні способи обробки і переробки сільськогосподарської сировини.

Сільське господарство виробляє основні харчові продукти, а також сировину для харчової та деяких галузей легкої промисловості, що випускають товари народного споживання. Від кількості та якості цих продуктів, розмаїття їхнього асортименту багато в чому залежать здоров'я, працездатність і настрої людей. Тому створення в країні достатньої кількості с.-г. продуктів високої якості – одна з умов розвитку суспільства. Поряд зі збільшенням виробництва с.-г. продукції необхідним є підвищення її якості, а також економічності машин та обладнання з переробки і зберігання.

У методичних вказівках до практичних робіт наведені такі технологічні розрахунки: розрахунок виходу готової продукції при помелах пшениці та жита; підбір режимів кондиціонування зерна, розрахунок необхідної ємності для відволоження зерна; визначення технологічної ефективності роботи обладнання зерноочисного та розмельного відділення; рекомендації до розробки технологічних схем підготовки зерна до помелу та сортового помелу, підбір та розрахунок технологічного обладнання зерноочисного та розмельного відділень; підбір обладнання для зберігання плодів та овочів. Кожна практична робота представлена за єдиним планом, який включає мету роботи, загальні положення, методику проведення, оформлення протоколу. Пропонований методичний матеріал дає змогу студентам краще освоїти методику виконання необхідних технологічних розрахунків. Наведений перелік рекомендованих літературних джерел дає можливість студентам самостійно підготуватися до виконання практичних робіт та поглибити знання з даного предмету.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

**Тема:** Розрахунок виходу готової продукції при помелах пшениці та жита.

**Мета:** Ознайомитися і вивчити методику розрахунку виходу готової продукції при помелах пшениці та жита. Виконати розрахунок готової продукції при сортовому помелі жита, відповідно зерну заданої якості.

### Порядок виконання роботи

1. Розглянути та вивчити методику розрахунку виходу готової продукції при помелах пшениці та жита.

2. Виконати розрахунки виходу готової продукції при помелах пшениці та жита відповідно до варіанту запропонованого викладачем.

3. Зробити висновки щодо якості зерна.

### Оформлення протоколу

1. Кожен студент індивідуально виконує поставлену перед ним задачу, в якій вказано продуктивність борошномельного заводу, вид помелу та якість зерна, яке необхідно переробляти у борошно.

2. Результати розрахунку виходу продукції внести до таблиці аналогічній табл. 1.2.

3. Обґрунтувати висновок.

### Загальні положення

Вихід готової продукції (борошна) визначають залежно від умовного зерна базисних кондицій. На борошномельному заводі встановлюють певний вид помелу зерна. Всі можливі види помелів пшениці та жита поміщені у «Правилах...» [25]. Розрахунок виходу готової продукції при будь-якому помелі фактичної партії зерна визначають порівнюючи показники якості цієї партії з базисними показниками. Базисні показники якості зерна пшениці та жита є у «Правилах...» [25]: зольність зерна, очищеного від смітних домішок, – 1,85% при сортових помелах і 1,97% – при оббивних помелах; вміст смітної домішки – 1%, у тому числі шкідливої – 0,1%; вміст зернової домішки – 1%; натура пшениці при сортових помелах – 775 г/л; натура жита при сортових помелах – 700 г/л; загальна скловидність пшениці при сортових помелах – 50% для м'якої і 80% для твердої.

Масу отриманого борошна за сортами, висівками, кормопродуктами і відходами виражену у відсотках до маси зерна, що переробляється, називають **виходом продукції**. Розрізняють вихід **базисний, розрахунковий** та **фактичний**.

**Базисний вихід** – маса продукції, яка має бути отримана при переробці зерна базисних кондицій.

**Розрахунковий вихід** – маса продукції, яка має бути отримана із певного зерна фактичної якості з врахуванням норм добавок і знижок до базисного виходу.

**Фактичний вихід** – маса фактично отриманої продукції при переробці даної партії зерна. Фактичний вихід борошна має бути не меншим розрахункового виходу.

Якщо розрахунковий вихід продукції визначають для однієї партії зерна, то показники якості цієї партії порівнюють з базисними, використовуючи рекомендації «Правил...» [25] щодо надбавок і знижок, складають розрахунковий вихід.

Якщо розрахунковий вихід продукції визначають для кількох партій зерна, які будуть переробляти за якийсь період, то визначають середньозважений показник якості із декількох партій за формулою:

$$K_{cp} = \frac{a_1 \cdot Q_1 + a_2 \cdot Q_2 + \dots + a_n \cdot Q_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (1.1)$$

де  $K_{cp}$  – середньозважене значення будь-якого показника якості

(скловидність, зольність, натура і т. ін.);

$a_1, a_2, \dots, a_n$  – аналогічний показник якості окремих партій зерна;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  – маса кожної партії зерна, т.

Рекомендовані «Правилами...» [25] надбавки і знижки при розрахунку виходу готової продукції із зерна з фактичними показниками якості порівняно з зерном з базисними показниками якості наведені в табл. 1.1.

При використанні вказаних у табл.1.1 надбавок та знижок необхідно враховувати наступне:

1. Фактичні та розрахункові зволоження і усушка визначають за формулою:

$$\chi = \frac{(a - b) \cdot 100}{100 - b}, \quad (1.2)$$

де  $\chi$  – зволоження або усушка;

$a$  – середньозважена вологість зерна до очищення (вологість зерна нижче 12 % прирівнюють при розрахунках до 12 %);

$b$  – середньозважена розрахункова (фактична) вологість продукції (борошна, манних круп, мучки кормової, висівок та ін.).

Таблиця 1.1 – Надбавки і знижки з виходів продукції при відхиленнях фактичних показників якості перероблюваного зерна від розрахункових

Ознака якості	Умови розрахунку		Зміна базисного виходу: (+) збільшення, (-) зменшення			
			борошно, висівки	відходи I-II категорії	відходи III категорії з механічними втратами	усушка
1	2	3	4	5	6	
Вологість	<b>При сортових помелах м'якої і твердої пшениці Розрахункова вологість продукції 14,5% (середньозважена)</b>					
	За кожний процент розрахункового зволоження або усушки:	а) при зволоженні	+0,5	-	-	-0,5
		б) при усушці	-1	-	-	+1
	<b>При сортових помелах жита, обойних помелах пшениці та жита</b>					
	За кожний процент фактичного зволоження або усушки:	а) при зволоженні (рівень зволоження продукції підвищують на величину норми усушки 0,3 %)	+1			-1
		б) при фактичній усушці більше норми (0,3 %)	-1			+1
Зольність	<b>При сортових помелах пшениці та жита</b>					
	За кожний 0,01 % зольності зерна більше базису (1,85):	борошно	-0,18	-	-	-
		висівки	+0,18	-	-	-
	<b>При обойних помелах пшениці та жита</b>					
	За кожний 0,01 % зольності зерна більше базису (1,97 %)	борошно	-0,20	-	-	-
		висівки	+0,20	-	-	-

1	2	3	4	5	6	
<b>Скловидність</b>	<b>При сортових помелах пшениці</b>					
	За кожний процент загальної скловидності:	м'якої пшениці менше базису (50 %)	борошно	-0,05	-	-
			висівки	+0,05	-	-
	твердої пшениці менше базису (80 %)	крупка + напівкрупка	-0,1	-	-	-
борошно 2 сорту (х/п)		+0,1	-	-	-	
<b>Натура</b>	<b>При сортових помелах пшениці та жита</b>					
	За кожний грам натури менше: 775 г/л – для пшениці і 700 г/л – для жита (знижку з виходу по зольності не проводять)	борошно	-0,05	-	-	-
висівки		+0,05	-	-	-	
<b>При всіх видах помелів пшениці та жита</b>						
<b>Смітна домішка</b>	За кожний процент смітної домішки (згідно ГОСТ): більше базису (1 %)		-1	+1	-	-
<b>Шкідлива домішка</b>	За кожний 0,01 % шкідливої домішки (При використанні знижок з норм виходу за шкідливою домішкою її кількість у складі смітної домішки не враховують)		-0,06	-	+0,06	-
<b>Зерна, уражені сажкою</b>	За кожні 5 % мазаних		-0,3	+0,3	-	-
	За кожні 5 % синьогузочних		-0,1	+0,1	-	-
<b>Зернова домішка і дрібне зерно</b>	За кожний процент загальної зернової домішки більше базису (1 %) і дрібного зерна:	при сортових помелах	-0,35	+0,35	-	-
		борошно	-0,18	-	-	-
		висівки	+0,18	-	-	-
		при обойних помелах	-0,25	+0,25	-	-



2. При відхиленні фактичної якості зерна від розрахункової здійснюють пропорційну зміну виходу сортів борошна, мучки і висівок, встановленого для даного борошномельного заводу.

3. При переробці в сортове борошно впродовж місяця окремих партій пшениці та жита з натурою зерна менше 775 і 700 г/л, відповідно, або зольністю понад 1,85 % розрахунковий вихід визначають, виходячи з питомої ваги такого зерна в загальному об'ємі переробки за звітний період. Його масу встановлюють за даними кількості та якості перероблюваного зерна впродовж зміни або за розпорядженнями про відпускання зерна на переробку.

4. Показники якості продуктів (борошна, мучки й висівок) при розрахунках фактичного виходу приймають як середньозважені величини за звітний період.

5. При відборі дрібної фракції зерна в зерноочисному відділенні борошномельного заводу розрахунок виходу продукції за натурою не виконують і вміст дрібного зерна не враховують.

6. У зерноочисному відділенні борошномельного заводу сортового помелу дозволяється відбирати кормові відходи I та II категорій при забезпеченні розрахункового виходу основної продукції. Фактичну кількість отриманих кормових відходів вказують у звітних документах.

### **Методика розрахунку**

Проведемо розрахунок виходу готової продукції на конкретному прикладі. *Приклад.* Необхідно розрахувати вихід готової продукції для борошномельного заводу сортового помелу продуктивністю 250 т/доб, який працює з виходом борошна вищого сорту – 40 %, першого сорту – 35 %, висівок – 22,1 %, побічних кормопродуктів – 2,2 %, відходів та механічних втрат – 0,7 % відносно зерна базисних кондицій. Фактична якість пшениці, яку необхідно переробити: вологість 13,8 %; зольність 1,87 %; смітна домішка 1,44 %; зернова домішка 2,0 %; натура 800 г/л. Оскільки показники якості зерна відхиляються від базисних, то необхідно визначити розрахунковий вихід готової продукції із цього зерна і передати його технологам для орієнтування при переробці.

#### **1. Розрахунок виходу продукції за відхиленням вологості зерна готової продукції**

У результаті зволоження зерна збільшується його маса і маса готової продукції. Враховуючи вологість зерна і задану якість готової продукції із нього, визначають зволоження

$$\frac{(13,8 - 14,5) \cdot 100}{100 - 14,5} = -0,8.$$

При зволоженні зерна надбавка на борошно і висівки дорівнює:  $0,8 \cdot 0,5 = 0,4\%$ . Оскільки загальний вихід борошна і висівок за базисом складає (97,1 %), то надбавка відноситься до всього загального виходу та її потрібно розділяти пропорційно виходу окремих сортів і висівок:

Вихід вищого сорту борошна збільшується на

$$\frac{0,4 \cdot 40}{97,1} = 0,16\% .$$

Вихід першого сорту борошна збільшується на

$$\frac{0,4 \cdot 35}{97,1} = 0,15\% .$$

Вихід висівок збільшується на

$$\frac{0,4 \cdot 22,1}{97,1} = 0,09\% .$$

## 2. Розрахунок виходу продукції за відхиленням зольності зерна від базису

Якщо зольність зерна не перевищує базисну (1,85 %), то вихід продукції не змінюють. В даному прикладі зольність зерна перевищує базисну на 0,02 % і тому вихід борошна зменшується на 0,18 % за кожний 0,01 % золи. Загальне зменшення виходу борошна порівняно з базисним складає  $0,18 \cdot 2 = 0,36\%$  при відповідному збільшенні виходу висівок (0,36 %). Загальну знижку на вихід борошна розподіляємо пропорційно за сортами:

Вихід вищого сорту борошна зменшується на

$$\frac{0,36 \cdot 40}{75} = 0,19\% .$$

Вихід першого сорту борошна зменшується на

$$\frac{0,36 \cdot 35}{75} = 0,17\% .$$

За такою ж методикою проводять розрахунок і за іншими показниками якості зерна. Розрахункові дані зводять до табл. 1.2.

### Питання для самоконтролю.

1. Що називають виходом продукції борошномельного заводу?
2. Методика розрахунку виходу готової продукції при помелах пшениці та жита.
3. Що розуміють під базисним виходом борошномельного заводу?
4. Що розуміють під розрахунковим виходом борошномельного заводу?
5. Що розуміють під фактичним виходом борошномельного заводу?

Таблиця 1.2 – Приклад розрахунку виходу готової продукції при двох сортному помелі зерна пшениці (45+30) %

Показники якості, %	Якість зерна		Зміна виходу, %	Базисний вихід, %					Усушка, %	Відходи III категорії, механічні втрати	Всього
	Базисна	Фактична		Борошно, вищий сорт	Борошно, перший сорт	Висівки	Відходи I та II категорій	Відходи III категорії з механічними втратами			
Вихід продукції по базису, %	-	-	-	40	35	22.1	2,2	0,7	-	-	100
Вологість	14,5	13,8	0,4	+0,16	+0,15	+0,09	-	-	-0,4	-	0
Зольність	1,85	1,87	-	-0,19	-0,17	+0,36	-	-	-	-	0
Смітна домішка	1,0	1,44	-	-0,18	-0,16	-0,10	+0,44	-	-	-	0
Шкідлива домішка	-	-	-					-	-	-	-
Зернова домішка, вражена головною	-	-	-					-	-	-	-
Зернова домішка	1,0	2,0	-	-0,14	-0,12	0-0,09	+0,35	-	-	-	0
Всього	-	-	-	-0,35	-0,30	+0,26	+0,79	-	-0,4	-	0
Розрахунковий вихід продукції	-	-	-	39,65	34,70	22,36	2,99	0,7	-0,4	-	100

Рекомендована література [16, 24, 25].

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2**

**Тема:** Визначення технологічної ефективності роботи обладнання зерноочисного відділення.

**Мета:** Вивчити будову машин та визначити їх місце в технологічній схемі очищення зерна перед помелом. Освоїти методики контролю роботи основних зерноочисних машин. Порівняти технологічну ефективність роботи однотипних машин.

### **Порядок виконання роботи**

1. Розглянути основне зерноочисне обладнання та визначити його місце у структурній схемі зерноочисного відділення борошномельного заводу.

2. Набути навиків оцінювання технологічної ефективності зерноочисного обладнання.

3. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан роботи зерноочисного обладнання.

### **Оформлення протоколу**

1. Кожен студент індивідуально виконує поставлене завдання з визначення ефективності роботи зерноочисного відділення.

2. Результати розрахунку потрібно внести до таблиць.

3. Обґрунтувати висновок.

### **Загальні положення**

Під час обмолоту зерна в зернову масу потрапляють різноманітні домішки, що відрізняються від основного зерна за розмірами та аеродинамічними властивостями.

Зерно, що направляється із зерносховища в зерноочисне відділення борошномельного заводу, має мати такі показники якості: вологість – до 13 % при багатосортних помелах і до 14 % при інших типах помелу; вміст смітної домішки – не більше 2 %, у тому числі шкідливої домішки до 0,2 %; вміст зернової домішки – не більше 5 % у пшениці і 4 % у жита.

На I драну систему (надалі др. с.) розмельного відділення млина зерно повинно надходити з такими показниками: вологість – 14,5...16,5 %; вміст смітної домішки – не більше 0,4 %, у тому числі шкідливої домішки до 0,05 %; вміст зернової домішки – не більше 4,0 %; вміст мінеральної домішки – не допускається; зниження зольності зерна – не менше, ніж на 0,06 %.

Для забезпечення необхідних показників якості зерна при передачі його в розмельне відділення процес підготування зерна до помелу в підготовчому відділенні включає такі етапи:

1) *очищення зерна від домішок*, що відрізняються за геометричними, аеродинамічними, магнітними властивостями, густиною і станом поверхні;

2) *сухе або вологе очищення поверхні зерна* з метою видалення мінерального пилу, мікроорганізмів, чубка, часткового видалення оболонки і зародка;

3) *воднотеплову обробку зерна* для цілеспрямованої зміни його вихідних технологічних властивостей і хлібопекарських якостей отриманого борошна;

4) *формування помольних партій* за заздалегідь складеною рецептурою;

5) *зnezаражування зерна*.

**Зерноочисні машини** призначені для виділення із зернової маси сторонніх домішок. Наявність таких домішок погіршує технологічні властивості зерна, відбивається на якості готової продукції. Тому, в зерноочисному відділенні борошномельного заводу встановлюють такі машини, як повітряні сепаратори, технологічний процес яких забезпечує відокремлення таких домішок. Конструкція робочих органів повітряних сепараторів РЗ-БАБ та А1-БИС-12 і параметри їх робочого процесу відповідають особливостям конкретної операції, відокремленню домішок за розмірами та аеродинамічними властивостями.

Зернова суміш після очищення в сепараторах, як правило, містить органічні та мінеральні домішки, які можуть бути легші або важчі за зерно, але практично не відрізняються за розмірами та аеродинамічними властивостями. Ці домішки вважають важко відокремлюваними.

На борошномельних заводах з комплектним обладнанням «сухий» спосіб очищення зерна має забезпечити високоефективне видалення мінеральних домішок, оскільки навіть незначна їх кількість у готовій продукції викликає відчуття хрусту при розжовуванні та шкідлива для здоров'я. Мінеральні домішки відокремлюються на першому етапі очищення зерна, щоб запобігти зношуванню робочих органів наступних машин та можливості іскроутворення. Ця операція відбувається у вібропневматичних каменевідбірних машинах типу РЗ-БКТ, які встановлюють після сепараторів.

Основною властивістю, за якою можна відокремити мінеральні домішки із зерна – є густина, що складає 1,9...2,7 г/см, тобто приблизно в двічі більша за густину зерна (1,3...1,4 г/см<sup>3</sup>).

Процес відокремлення від зерна мінеральних домішок здійснюють на робочому органі – **похилосортувальній поверхні** (деко) в умовах повітряного потоку (без просіювання).

*Після каменевідбірних машин у технологічному процесі встановлюють трієри або концентратори.* Робота концентратора також ґрунтується на вібропневматичному відокремлюванні зернової суміші. Він виділяє легкі домішки органічного походження, у тому числі вівсюг. Тому концентратор іноді встановлюють замість трієрів – вівсюговідбірників.

Очищення зерна на ситах та за допомогою повітряного потоку не забезпечує необхідної ефективності відокремлення домішок, які мають такий же поперечний переріз, що й зерно, але відрізняється від нього за довжиною. До таких домішок відносять кулеподібні короткі зерна (кукіль, польовий горох, бите зерно основної культури) або довгі зерна з більшою довжиною, ніж культура, що очищається (вівсюг, овес, ячмінь та ін.).

Для виділення з зернової маси коротких та довгих домішок застосовують обладнання з лунковою обертовою робочою поверхнею – **трієри**. Їх встановлюють на першому етапі підготовчого відділення борошномельного заводу після каменевідбірної машини (спочатку кукілевідбірники, потім вівсюговідбірники).

Методика, що приведена нижче, придатна для аналізу роботи таких машин: дуоаспіраторів, аспіраційних колонок, повітряно-ситових сепараторів, трієрів.

У зерноочисному відділенні виробничо-технологічна лабораторія проводить оперативний контроль усього технологічного обладнання. У результаті такого контролю визначають відповідність режимів роботи обладнання встановленим нормам і формують рекомендації, направлені на підвищення ефективності процесів у підготовчому відділенні. Перелік основного технологічного обладнання зерноочисного відділення і норми його технологічної ефективності наведені в табл. 2.1.

*Методика контролю роботи всіх машин зерноочисного відділення однотипна.* Оволодівши нею, спеціаліст не зустріне труднощів у проведенні аналізу ефективності будь-якої машини (каменевідбірної, магнітного сепаратора і т.п.).

*Для проведення контролю сепаратора, трієра, оббивальної або щіткової машини та іншого технологічного обладнання відбирають проби зерна до і після машини і виділяють середній зразок масою 2 кг. Зі зразка виділяють наважку масою 100 г.*

Для визначення ефективності роботи сепаратора у наважках, відібраних до і після зерноочисної машини, виділяють домішки, які відділяються на даному обладнанні.

Для контролю роботи трієра у наважках визначають довгі або короткі домішки, залежно від призначення.

Таблиця 2.1 – Норми ефективності очищення зерна технологічним обладнання зерноочисного відділення млинів

Назва обладнання		Ефективність виділення домішок із зерна, %		Допустимий вміст металомінеральної домішки в очищеному продукті, МГ/КГ	Зниження зольності зерна, %	Допустиме збільшення у відходах вмісту битих зерен, %	Збільшення вологості зерна, %
		загальної (смітної і зернової)	мінеральної				
1		2	3	4	5	6	7
<b>Сепаратори:</b>	А1-БМС-6, А1-БИС-12, А1-БЛС-12, А1-БЛС-16	60...80					
	ЗСМ-5, ЗСМ-10, ЗСМ-20, ЗСП-5, ЗСП-10	60...70					
<b>Пневмосепаратори, аспіратори:</b>	РЗ-БАБ,	65...75*					
	А1-БДА, РЗ-БСД	50...60*					
<b>Концентратори:</b> А1-БЗК-9, А1-БЗК-18		60					
<b>Трієри:</b>	А9-УТК-6	80...90				2,0	
	А9-УТО-6	80...85				5,0	
	ЗТК-5РМ	70				2,0	
	ЗТО-5М, ЗТО-10М	80...85				5,0	
<b>Камене-відбірники:</b>	РЗ-БКТ-100, РЗ-БКТ-150		98...99			0,05	
	А1-БКМ, А1-БОК		95...97				

1		2	3	4	5	6	7
<b>Сепаратори магнітні:</b>	У1-БММ, У1-БМП, У1-БМЗ, У1-БМП-01 У1-БМЗ-01			3			
<b>Машини обби-вальні з абрази-вним циліндром</b>	ЗНП-5, ЗНП-10, ЗНМ-5				0,03... 0,05	2,0	
	ЗНЛ-5				0,04... 0,06		
	ЗОН-5				0,05... 0,06	2,0	
<b>Машини оббивальні:</b>	РЗ-БМО-6, РЗ-БМО-12, РЗ-БГО-6, РЗ-БГО-8, ЗМП-5, ЗМП-10, ЗОМ-5				0,02... 0,03	1,0	
<b>Щіткові машини</b>	БЩП-5, БЩП-10, БЩМ-5, БЩМ-10				0,02... 0,04	0,2...0,3	
<b>Ентолейтори для стерилізації зерна РЗ-БЕЗ</b>						1,0	
<b>Машина для миття зерна Ж9-БМБ</b>		75...100	71...75		0,024... 0,039	1,0	2,2...2,5
<b>Машина для мокрого луцення зерна А1-ШБУ-1</b>					0,03... 0,04	1,0	1,5...2,0
<b>Машина для зволоження зерна А1-ШБУ-1</b>					0,01... 0,03		1,0
<b>Зволожувальні апарати:</b>					0,01... 0,03		4,0...5,0
А1-БУЗ							
А1-БАЗ							0,1...1,1

\* – ефективність очищення від легких домішок.



Ефективність роботи зерноочисної машини – це ступінь відбору домішок, які необхідно виділити із зернової суміші та втрати зерна у відходах.

Ефективність роботи зерноочисних машин прийнято виражати у відсотках. Розраховують її за такою формулою, єдиною для даної групи машин:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де  $C_1$  – вміст домішок, що виділяються із зернової маси до машини;

$C_2$  – вміст домішок, що виділяються із зернової маси після машини.

Втрати зерна у відходах визначають з відношення повноцінного зерна у відходах до маси відходів.

При контролі аспіраційної колонки враховують тільки аеродинамічні домішки, при контролі роботи повітряно-ситового сепаратора – крупні, дрібні і легкі домішки (окремо і в сумі), при контролі трієрів – короткі та довгі домішки.

***Сухе очищення поверхні зерна виконують на таких машинах:***

- оббивна з абразивною поверхнею;
- оббивна зі стальним циліндром;
- щіткова машина.

В оббивних та щіткових машинах поверхня зерна очищається від пилу, бруду, часточок мікроорганізмів, виділяються надірвані частини плодових оболонок. У результаті зменшується зольність зерна. Цим користуються для оцінювання ефективності роботи машини. Відповідно до рекомендацій «Правил...» [25], роботу машин вважають доброю, якщо зольність в абсолютному вираженні зменшується на 0,03...0,05 % для оббивних машин з абразивним циліндром і 0,02...0,03 % для кожної з інших вказаних машин.

До основних процесів підготовки зерна до помелу, що якісно покращують його продовольче використання, відносять ***зволоження та миття зерна***. В процесі зволоження та наступного відволоження в зерні відбуваються фізико-біологічні зміни, в результаті яких легше відокремити оболонки від зерна при незначних втратах ендосперму. При митті очищується поверхня зерна, знищуються мікроорганізми.

На даний час для зволоження зерна на різних етапах технологічної схеми підготовки зерна до помелу використовують швидкохідні шнеки, або шнеки інтенсивного зволоження.

Випускають машини типу А1-БШУ-1 в двох варіантах з аналогічним обладнанням. Машину А1-БШУ-1 встановлюють на початку третього

етапу холодного кондиціювання над бункерами для зволоження зерна перед I драною системою.

Машину А1-БШУ-2 використовують для основного зволоження і встановлюють на початку першого етапу холодного кондиціювання перед розподільчим гвинтовим конвеєром, що направляє зерно в бункери для відволожування. Машина А1-БШУ-1 відрізняється від машини А1-БШУ-2 меншою довжиною шнека. Зволожуючі апарати А1-БУЗ та А1-БАЗ в технологічному процесі використовують на двох стадіях: перед надходженням зерна в бункери для відволожування – апарат А1-БУЗ з витратою води до 300 л/год; для дозволожування перед I драною системою – апарат А1-БАЗ з витратою води до 50 л/год. Зволожуючі апарати цього типу відрізняються простотою конструкції.

**Приклад:** Вміст смітної домішки в неочищеному зерні пшениці складав 0,21 %, зернової – 1,76 %. Після проходу через сепаратор А1-БИС-12 вміст смітної і зернової домішок знизився до 0,04 % і 1,28 % відповідно. Технологічна ефективність сепаратора при очищенні пшениці склала:

при виділенні зернової домішки:

смітної домішки:

$$E = \frac{(1,76 - 1,28)}{1,76} \cdot 100 \% = 27,28 \% ;$$

$$E = \frac{(0,21 - 0,04)}{0,21} \cdot 100 \% = 80,95 \% .$$

### Завдання

1. Виконати технологічне оцінювання ефективності роботи сепаратора А1-БИС-12 за показниками якості зерна, наведеними у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Показники якості зерна

Назва домішки	До машини	Після машини	Технологічна ефективність	Примітки
Вміст смітної домішки, %	1,60	0,90		
В т. ч. легкі	0,30	0,22		
Смітного насіння	0,84	0,62		
Дрібні домішки	0,2	0,04		
Мінеральні домішки	0,26	0,02		

2. Виконати технологічне оцінювання ефективності роботи каменевідбірної машини РЗ-БКТ за показниками якості зерна, наведеними у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Показники якості зерна

Назва машини	Кількість домішок, %		Технологічна ефективність	Примітки
	до	після		
Каменевідбірник РЗ-БКТ	0,26	0,01		
	0,26	0,02		
	0,40	0,01		
	0,22	0,02		
	0,32	0,03		

3. Виконати оцінювання технологічної ефективності роботи трієрів за показниками якості зерна, наведеними у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Показники якості зерна

Назва машини	Кількість домішок, %		Технологічна ефективність	Примітки
	до	після		
Кукілевідбірник	0,80	0,12		
	0,84	0,17		
Вівсюговідбірник	0,80	0,22		
	0,80	0,24		

#### Питання для самоконтролю:

1. Яке обладнання використовують у зерноочисному відділенні млинів? Його призначення?
2. Яке обладнання забезпечує первинну обробку зерна?
3. Яке обладнання забезпечує вторинну обробку зерна?
4. Як визначити ефективність роботи зерноочисного обладнання?
5. Призначення, будова та принцип дії машини інтенсивного зволоження А1-БЩУ та зволожувальних апаратів А1-БУЗ та А1-БАЗ.
6. Які фактори впливають на технологічну ефективність машин для інтенсивного зволоження та машин для сухого очищення зерна?
7. Яке місце займають у технологічній схемі очищення зерна машини «сухого» та «вологого» очищення зерна?

Рекомендована література [16, 17, 24, 25].

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

**Тема:** Підбір режимів кондиціювання зерна та розрахунок необхідної ємності для відволоження.

**Мета:** Набути навиків організації процесу вологотеплової обробки (надалі ВТО) зерна на борошномельному заводі.

### Порядок виконання роботи

1. Відповідно до завдання розрахувати кількість та ємність бункерів для кондиціювання зерна та викреслити схему технологічного процесу ВТО зерна для даного помелу.

2. Зробити аналіз схеми кондиціювання зерна.

### Оформлення протоколу

1. Кожен студент індивідуально підбирає режими кондиціювання зерна та виконує розрахунок необхідної ємності для його відволоження, використовуючи необхідні дані за своїм варіантом із табл. 3.2.

2. Результати розрахунку внести до таблиці (аналогічній табл. 3.1).

3. Обґрунтувати висновок.

### Загальні положення

Гідротермічну (вологотеплову) обробку зерна на борошномельних заводах здійснюють, використовуючи, як складні машини та апарати, що оснащені автоматичними системами керування та контролю, так і достатньо просте обладнання типу бункерів для відволоження. Їх об'єднують у технологічну схему, яка визначає необхідну послідовність впливу на властивості зерна.

У процесі ВТО зерно піддають дії води та тепла. Тому параметрами, що визначають режими цього процесу, є вологість, температура, тиск та тривалість процесу (в цілому та поетапно).

Змінити вологість зерна можна різними способами: додаванням води в масу зерна, миттям у спеціальних машинах, обробкою зерна парою в апаратах-пропарювачах. Зволожене зерно можна прогріти або здійснити наступні етапи процесу при звичайній температурі.

Конкретне поєднання таких параметрів процесу визначає *метод ВТО*, а значення параметрів у даному методі – *режим оброблення*.

На борошномельних заводах можливе застосування двох методів ВТО: *холодне та швидкісне кондиціювання*.

Метод холодного кондиціювання полягає у зволоженні зерна та в наступному відволоженні його в бункерах; назва цього методу обумовлена тим, що його виконують без підігріву.

У процесі швидкісного кондиціювання зерно обробляють парою разом з миттям у холодній воді. Завдяки такому впливу на зерно властивості його змінюються дуже швидко, та необхідна тривалість відволоження значно скорочується. Тому цей метод і отримав назву **швидкісне кондиціювання**.

При **холодному кондиціюванні** зерно проходить оброблення в машинах мокрого лущення, додаткового зволоження, відволоження. При високій скловидності рекомендують двократне зволоження та відволоження зерна. Така послідовність етапів є основою цього методу ВТО.

На рис. 3.1 та 3.2 представлені схеми холодного та швидкісного кондиціювання зерна.

**Приклад:** На борошномельний завод продуктивністю 250 т/добу надійшла партія зерна пшениці IV типу зі скловидністю 63% та вологістю 10,5%. Організуйте процес ВТО для хлібопекарного сортового помелу, якщо на заводі встановлено такі ємності:

- висота бункерів – 3 поверхи;
- висота одного поверху – 4,8 м;
- ширина бункера – 2,5 м;
- довжина бункера – 2,5 м.

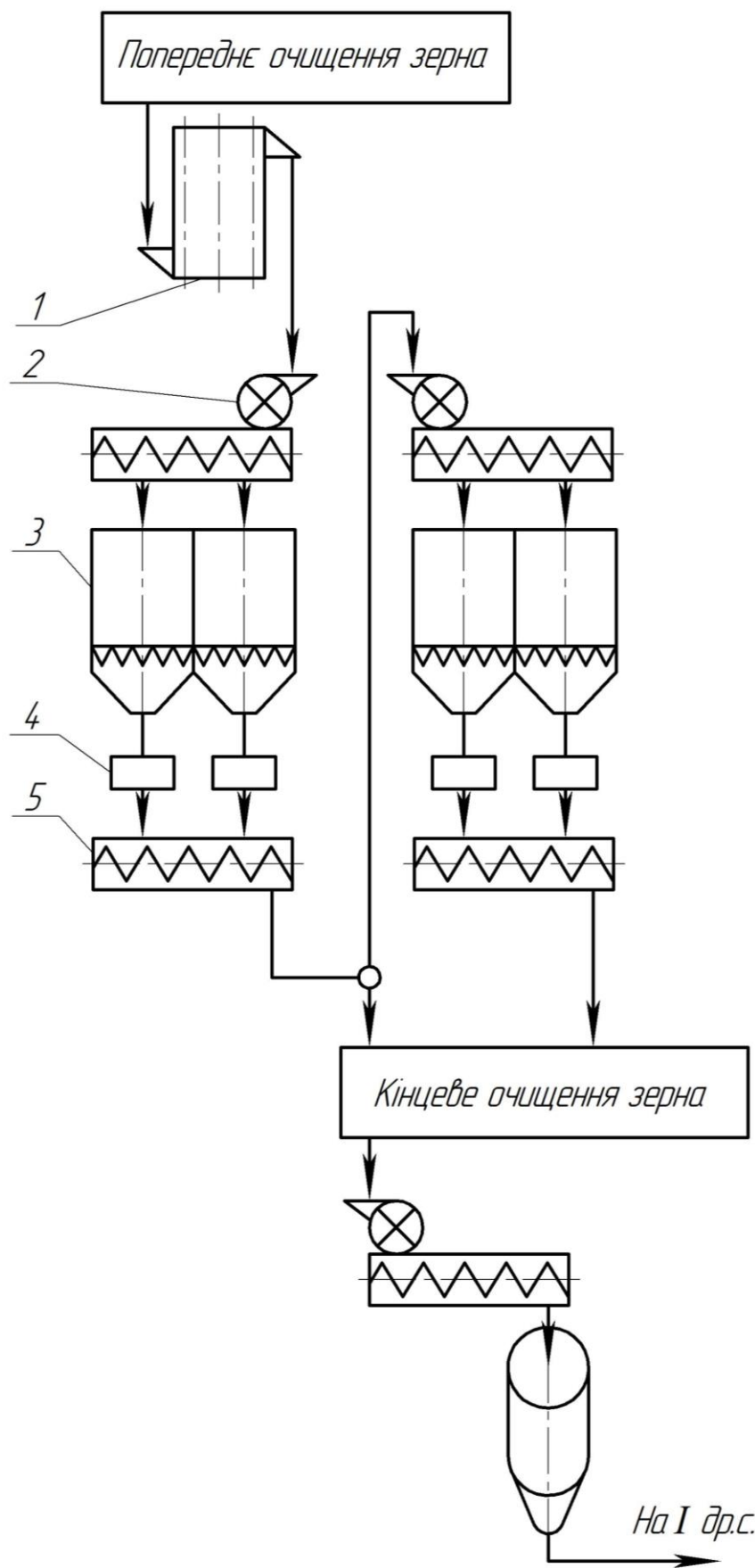
Побудуйте процес ВТО з встановленням технологічних машин та необхідних бункерів для відволоження.

### **Розв'язування**

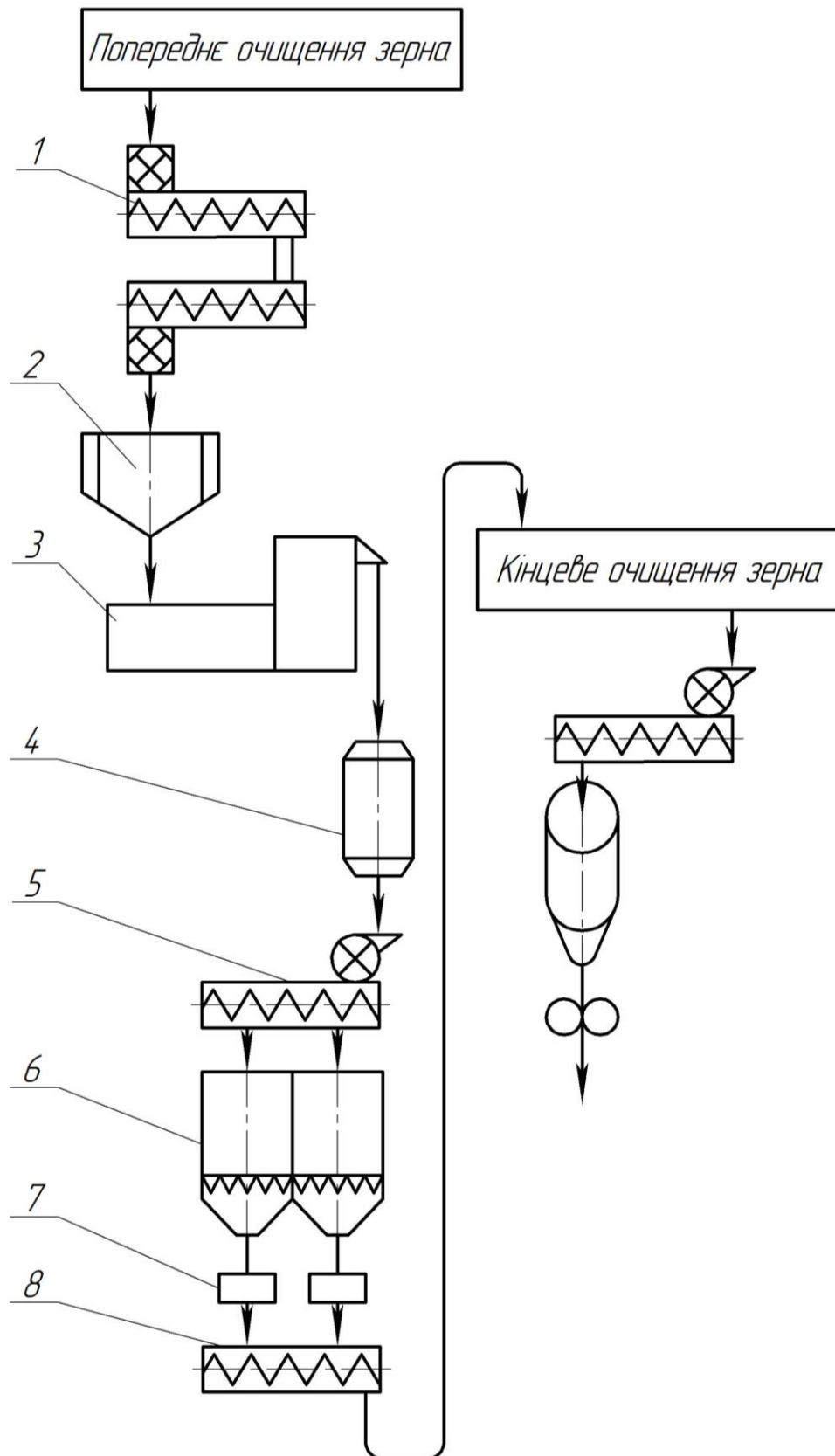
Так як дана партія пшениці є високо скловидною, згідно «Правил...» [23] встановлюємо режими холодного кондиціювання [15, ст. 30, табл. 6]. Рекомендована вологість зерна на  $I_{др.с.} = (16,5...17,0)\%$ . Отже, мета кондиціювання – звожити зерно на  $16,5\% - 10,5\% = 6,0\%$ . Знаючи тип, початкову вологість зерна та скловидність, згідно «Правил...» встановлюємо кількість етапів кондиціювання [15, ст. 30, табл. 6].

Отже, **кондиціювання відбувається в три етапи:**

- на першому етапі надамо приріст вологості – 3,5 %, а тривалість відволоження має бути 24 год.;
- на другому етапі надамо приріст вологості – 2,0 %, а тривалість відволоження має бути 6 год.;
- на третьому етапі надамо приріст вологості – 0,5 %, а тривалість відволоження становить 30 хв.



1 – мокрий лушитель; 2 – зволожувальний апарат;  
 3 – бункери для зволоження; 4 – дозатор; 5 – шнек-змішувач  
 Рисунок 3.1. Технологічна схема холодного кондиціювання зерна



1 – агрегат типу АСК; 2 – бункер для теплообробки; 3 – миюча машина;  
 4 – вологознімач; 5 – зволожувальний апарат; 6 – бункери для зволоження;  
 7 – дозатор; 8 – шнек-змішувач

Рисунок 3.2. Технологічна схема швидкісного кондиціювання зерна

1. Розраховуємо кількість бункерів, що необхідні для етапів кондиціювання:

**а) загальний об'єм бункерів,  $V_B$ , м<sup>3</sup>, для I відволоження зерна:**

$$V_B = Q \cdot \frac{t}{24} \cdot q_3 \cdot k_B, \quad (3.1)$$

де  $Q$  – продуктивність заводу,  $Q = 250$  т/доб.;

$t$  – час знаходження зерна в бункерах,  $t = 24$  год.;

$q_3$  – об'ємна маса зерна,  $q_3 = 0,75$  т/м<sup>3</sup>;

$k_B$  – коефіцієнт використання бункерів,  $k_B = 0,85$ .

Підставивши дані, отримаємо

$$V_B = 250 \cdot \frac{24}{24} \cdot 0,75 \cdot 0,85 = 392 \text{ м}^3.$$

**б) кількість бункерів,  $n_B$ , шт., для I відволоження зерна:**

$$n_B = \frac{V_B}{h_B \cdot S_B}, \quad (3.2)$$

де  $h_B$  – висота бункера, м;

$S_B$  – площа бункера, м<sup>2</sup>.

Тоді,

$$n_B = \frac{392}{(3 \cdot 4,8) \cdot (2,5 \cdot 2,5)} = 4,35.$$

Приймаємо 5 бункерів.

**в) об'єм одного бункера,  $V_{1B}$ , т, визначаємо за формулою:**

$$V_{1B} = Q \cdot \frac{t}{24} \cdot n_B. \quad (3.3)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$V_{1B} = 250 \cdot \frac{24}{24} \cdot 5 = 1250 \text{ т.}$$

Аналогічно розраховуємо другий етап кондиціювання.

Дані вносимо до табл. 3.1.



Таблиця 3.1 – Результати розрахунків

Етап кондиціювання	Початкова вологість, %	Приріст вологості, %	Час відволоження, год.	Загальна ємність бункерів, м <sup>3</sup>	Кількість бункерів, шт.	Ємність бункерів, т
I етап	10,5	3,5	24	392	4	63
II етап	14,0	2,0	6	98	1	63
III етап	16,0	0,5	0,5	–	1	3

2. Будуємо технологічну схему ВТО. Для даного помелу застосовуємо холодне кондиціювання.

#### Питання для самоконтролю:

1. Яка суть кондиціювання зерна?
2. Які є методи кондиціювання зерна?
3. Які фактори впливають на кондиціювання зерна?
4. Яке обладнання застосовують при холодному та гарячому кондиціюванні зерна?
5. Який час необхідний для відволоження зерна IV типу скловидністю 60% при холодному та гарячому кондиціюванні?
6. Яка оптимальна вологість зерна має бути на I драній системі при різних помелах та різних видах транспорту на борошномельному заводі?
7. Які режими обробки рекомендують при холодному та гарячому кондиціюванні зерна?

Рекомендована література [2, 8, 15, 24, 25].

Таблиця 3.2 – Завдання до практичної роботи  
«Аналіз процесу ВТО зерна на підприємстві»

Варіант	Тип пшениці	Скловидність, %	Вологість, %	Продуктивність заводу, т/доб	Висота одного поверху бункера, м	Розмір бункера, М×М
1	I	53	11,5	250	2,5	1,5×1,5
2	IV	38	13,0	500	4	2,0×2,0
3	I	50	10,5	300	3	2,0×2,0
4	III	63	12,0	50	2	1,5×1,5
5	IV	36	13,0	100	2	2,0×2,0
6	III	67	10,0	100	3	1,0×1,0
7	III	56	11,5	150	2,5	2,0×2,0
8	III	35	13,0	750	4	2,5×2,5
9	I	69	12,0	70	3	1,5×1,5
10	IV	62	12,5	50	2	2,0×2,0
11	IV	47	12,0	1000	4	3,0×3,0
12	I	57	10,5	250	4	1,5×1,5
13	IV	50	13,0	500	4	3,0×3,0
14	I	37	10,0	350	4	2,0×2,0
15	IV	35	11,5	80	2	1,5×1,5
16	I	59	12,5	50	3	1,5×1,5
17	III	70	10,0	150	2,5	2,0×2,0
18	I	78	13,0	100	3	1,5×1,5
19	IV	36	10,5	200	3	2,0×2,0
20	III	65	12,0	150	3	2,5×2,5
21	III	63	13,0	220	4	2,0×2,0
22	III	53	10,5	500	3	3,0×3,0
23	III	58	13,0	130	2	1,5×1,5
24	I	69	10,5	350	3	2,5×2,5
25	IV	58	14,0	150	2	2,0×2,0
26	I	37	13,0	90	2,5	1,5×1,5
27	IV	73	12,0	80	2	1,5×1,5
28	I	39	14,0	300	3	2,0×2,0

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №4**

**Тема:** Визначення технологічної ефективності роботи обладнання розмельного відділення.

**Мета:** Вивчити принцип роботи обладнання розмельного відділення. Освоїти методику визначення технологічної ефективності роботи обладнання розмельного відділення.

### **Порядок виконання роботи**

1. Розглянути обладнання розмельного відділення та визначити його місце у структурній схемі борошномельного заводу.

2. Набути навиків оцінювання технологічної ефективності обладнання, яке використовують у розмельному відділенні.

3. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан роботи розмельного обладнання.

### **Оформлення протоколу**

1. Кожен студент індивідуально виконує поставлене завдання з визначення ефективності роботи обладнання розмельного відділення.

2. Результати розрахунку потрібно внести до таблиць (аналогічних таблицям, які наведені у практичній роботі №2).

3. Обґрунтувати висновок.

### **Загальні положення**

У розмельному відділенні борошномельного заводу відбуваються такі процеси:

– подрібнення зернових продуктів на відповідних машинах;  
– забезпечення відносної однорідності подрібнених зернових продуктів сепаруванням суміші за розмірами на ситах (сортування) у розсійниках;

– розділення проміжних продуктів за добротністю у ситовіальних машинах.

Процес подрібнення зернових продуктів при виробництві борошна є найважливішим, оскільки він суттєво змінює кількісно-якісну характеристику зернових продуктів і впливає на вихід та якість борошна.

**Подрібнювання** – це процес розділення твердих тіл на частки під дією зовнішніх сил.

Ефективність процесу подрібнювання, як на окремих етапах, так і у всьому технологічному процесі розмелу зерна, в значній мірі визначає стан виробництва борошна в цілому: раціональне використання зерна, обладнання та енергії; вихід та якість борошна та технічно-економічні показники виробництва.

Методи подрібнювання зернових продуктів у борошномельному виробництві ґрунтуються на використанні таких деформацій, як зсув, стиск, удар, стирання. Для подрібнювання зернових продуктів у борошномельному виробництві застосовують такі машини: вальцеві верстати; бичові і щіткові подрібнювачі; ентолейтери і деташери.

Ефективність процесу подрібнювання зернових продуктів визначається сукупністю кількісних, якісних та енергосилових показників.

**Кількісні показники процесу подрібнювання:**

- загальне вилучення продукту  $B_o$ , що характеризує кількість прохідової фракції через певний номер сита  $v$ ;
- часткове вилучення продукту ( $B_{B1}/B_{B2}$ ), що характеризує частину загального вилучення і є його фракцією, яка отримана проходом через сито  $v_1$  і сходом з сита  $v_2$  (наприклад, крупна крупка 7/12);
- коефіцієнт загального або часткового вилучення ( $K_B$ ):

$$K_B = \frac{B_K - B_{II}}{100 - B_{II}} \cdot 100, \quad (4.1)$$

де  $B_K$  – кількість вилученої прохідової фракції через певний номер сита після подрібнювання продукту, %;

$B_{II}$  – кількість вилученої прохідової фракції через те ж сито до подрібнювання продукту, %;

– величина відносної деформації:

$$\varepsilon = \frac{S_K - S_{II}}{S_{II}}, \quad (4.2)$$

де  $S_K$  – кінцева сумарна поверхня часток зернової суміші після подрібнювання;

$S_{II}$  – початкова сумарна поверхня часток зернової суміші до подрібнювання.

Кількісні показники ефективності подрібнювання використовують диференційовано на різних етапах технологічного процесу. Так, показник вилучення  $B_1$  використовують для оцінювання ефективності крупоутворюючих систем (I...III др.с.), на яких отримують проміжні продукти майже всіх класів крупності. На інших етапах подрібнювання (шліфувальний і розмельний процеси, процеси вимелювання оболонкових продуктів) для оцінювання їх ефективності використовують показник

часткового вилучення (вихід борошна), хоча можливе оцінювання і за іншими кількісними показниками.

**Якісні показники процесу подрібнення:**

- зольність, як відносний показник різних продуктів, що вилучається із зернового продукту після подрібнювання;
- колір борошна і деяких проміжних продуктів;
- вміст клейковини в різних проміжних продуктах;
- вміст крохмалю в оболонкових продуктах.

*Зольність* широко використовують для оцінювання якості проміжних продуктів (крупок, дунстів і борошна), а також оболонкових (сходових) продуктів. Це відносний показник якості, оскільки він залежить від зольності зерна, що переробляється, та його анатомічних частин.

*Колір борошна* є оперативним показником споживчої якості.

*Вміст клейковини* в зернових продуктах є найбільш повним показником їх якості. Цей показник на практиці використовують рідко через складність і тривалість аналізів.

*Вміст крохмалю* в оболонкових продуктах визначають на поляриметри. Цей показник найбільш повно оцінює ефективність вимелювання оболонкових продуктів. Оскільки крохмаль міститься в основному в ендоспермі, то його наявність в оболонкових продуктах свідчить про залишки ендосперму в цьому продукті.

**Енергосилові показники процесу подрібнювання:**

- питомі витрати електроенергії на отримання одиниці певного продукту (наприклад, борошна);
- питомі витрати електроенергії на приріст нової поверхні подрібнених зернових продуктів;
- питомі витрати електроенергії на подрібнювання зразка зерна до визначеної крупності.

За дослідними даними, питомі витрати електроенергії на I др.с. станка А1-БЗН складають 17,3; на II др.с. – 7,7; на 2 р.с. – 21,9...25,3 кВт·год/т.

Технологічну ефективність роботи вальцових верстатів визначають коефіцієнтом вилучення.

Технологічна ефективність роботи машини А1-БВГ характеризується збільшенням зольності сходової фракції і зменшенням проходової порівняно з вихідними показниками, а також додатковим вилученням борошна. Режим роботи машини за «Правилами...» повинен забезпечувати сумарне вилучення борошна в якості 2...6 % від маси продукту, який поступає на I др.с.

Технологічна ефективність роботи ентолейтора РЗ-БЗР оцінюється додатковим вилученням борошна, яке повинно бути не менше 15 % до системи, де він встановлений. Витрати електроенергії на 1 т борошна, вилученої в ентолейторі, повинні бути 10 кВт·год.

Технологічна ефективність роботи деташера А1-БДГ полягає у зміні гранулометричного складу продуктів подрібнення і відповідно додатковим вилученням борошна до 15...20 %. Витрати електроенергії на 1 т вилученого деташером борошна – 7...10 кВт·год.

Ефективність сортування подрібнених зернових продуктів характеризується повнотою і чіткістю їх розділення на фракції і однорідністю отриманих фракцій.

**Основні показники ефективності сортування продуктів розмелу зерна на ситах:**

- коефіцієнт вилучення прохідного продукту;
- коефіцієнт недосіву.

Коефіцієнт вилучення прохідного продукту визначають за формулою

$$\eta_{ВП} = \frac{P_X}{P_0}, \quad (4.3)$$

де  $P_X$  – кількість виділеного компонента (фракції), %;

$P_0$  – загальна кількість того ж компонента (фракції) у вихідній суміші, %.

Недосів,  $P_H$ , називають ту частину прохідного компонента (фракції) суміші, яка в результаті сортування не просіялась через сито і залишилась у сходовій фракції.

$$P_H = P_0 - P_X. \quad (4.4)$$

Для оперативного оцінювання ефективності сортування продуктів розмелу в розсійниках в умовах виробництва найчастіше використовують **показник недосіву**. Для цього необхідно взяти наважку 100 г сходової фракції з якогось сита і просіяти її ще раз протягом 5 хв на ситі такого ж номеру. Кількість отриманого прохідного продукту і буде недосівом по відношенню до даного сита. Для визначення недосіву у дунстах його просівають на ситах для борошна такого ж номера, сходом з якого вони були отримані.

Недосів негативно впливає як на ефективність сортування продуктів на даній системі, так і на ефективність наступних систем, оскільки підвищує оборот продуктів на наступних системах подрібнювання і сортування і викликає зростання витрат електроенергії у всьому технологічному процесі. Тому встановлені допустимі норми недосіву у різних сходових продуктах і дунстах, зважаючи на короткочасність перебування продуктів у розсійнику. При сортових помелах пшениці допускається недосів у сходових фракціях розсійників: з верхніх сит крупоутворюючих систем в межах 5...10 %, розмельних систем – 8...12 %, з нижніх сит крупоутворюючих і розмельних систем в межах 10...15 %, у дунстах допускається недосів борошна не більше 10...20 %.

У ситовіальних машинах відбувається процес сортування крупок за крупністю та якістю. В результаті зольність крупок, які пройшли крізь сито, набагато зменшується порівняно із зольністю вихідного продукту, а зольність сходу збільшується (зазвичай в 1,5...3,0 рази, залежно від характеристики вихідного продукту та інших факторів).

Для оцінювання ефективності роботи ситовіальних машин можна використовувати **комплексний показник (критерій ефективності процесу збагачення,  $E_{ВП}$ )**, який враховує вихід збагачених крупок і розмір зниження їх зольності.

$$E_{ВП} = \frac{q_i}{Q} \cdot \left( \frac{z - z_i}{z} \right), \quad (4.5)$$

де  $q_i$  – вихід даної фракції збагачених крупок (прохід сита), у відсотках від поданої на ситовіальну машину їх кількості (або в грамах);

$Q$  – кількість крупок, що поступили, при вираженні у відсотках

$$Q = 100\%;$$

$z$  – зольність крупок, що поступили, %;

$z_i$  – зольність отриманої проходом фракції крупок, %.

Для оцінювання ефективності роботи ситовіальних машин необхідні дані кількісно-якісного балансу цієї машини (системи збагачення крупок). У виробничих умовах величина **критерію ефективності процесу збагачення** знаходиться в межах 0,10...0,30.

**Для оперативного контролю ефективності сепарування крупок за добротною в умовах виробництва використовують органолептичний метод, який ґрунтується на порівнянні кольору збагачених крупок з кожного сита з еталоном, який заздалегідь готують для кожної партії зерна, що переробляється.**

**Ефективність сепарування за добротністю в ситовіальних машинах повинна відповідати таким вимогам:**

– зольність сходових продуктів з ситовіальних машин повинна перевищувати зольність вихідної суміші крупок у 2,5...3,0 рази при збагачені крупки і в 2,0...2,5 рази при збагачені середньої і дрібної крупок;

– зольність збагачених крупок першої якості, які направляються для подальшого збагачення на шліфувальні системи, повинна бути не більше 1,20; 1,0; 0,85% відповідно для крупної, середньої і дрібної крупок;

– зольність збагачених дрібних крупок і дунстів першої якості, які направляються на розмельні системи, не повинна перевищувати 0,6 %;

– зольність збагачення середньої і дрібної крупок другої якості не повинна перевищувати 1,3 %.

**Питання для самоконтролю:**

1. Яке обладнання використовують у розмельному відділенні? Яке його призначення?
2. Які процеси відбуваються в розмельному відділенні?
3. Якими показниками можна визначити ефективність процесу подрібнення зерна?
4. Що відносять до якісних та кількісних показників ефективності роботи вальцьових верстатів?
5. Як визначити ефективність роботи розсійника?
6. Що таке недосів?
7. Як визначити ефективність роботи ситовіальних машин?
8. Яке призначення ситовіальних машин?
9. Для чого призначенні ентолейтери та деташери? Яке місце вони займають у структурній схемі розмельного відділення?

**Рекомендована література [15, 16, 17, 24, 25].**



## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №5**

**Тема:** Розробка схеми підготовки зерна до сортового помелу. Підбір та розрахунок технологічного обладнання.

**Мета:** Набути навиків складання структурних технологічних схем очищення і підготовки зерна до помелу залежно від його якості; закріпити навик з підбору режимів вологотеплової (гідротермічної, тобто ГТО), обробки різного за якістю зерна; ознайомитися з методикою розрахунку технологічного обладнання зерноочисного відділення борошномельного заводу.

### **Порядок виконання роботи**

1. Кожен студент, отримавши від викладача індивідуальне завдання, складає структурну схему зерноочисного відділення.
2. Кожен студент проводить підбір режимів кондиціонування зерна, користуючись методикою, викладеною в практичній роботі №3.
3. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан роботи зерноочисного обладнання.

### **Оформлення протоколу**

1. Навести розроблену структурну схему підготовки зерна до сортового помелу.
2. Описати процес ГТО і вказати кількість етапів кондиціонування.
3. Виконати розрахунки з визначення кількості обладнання зерноочисного відділення відповідно до свого варіанту.
4. Обґрунтувати висновки.

### **Загальні положення**

Очищення та підготовка зерна до помелу є важливим етапом технологічного процесу виробництва борошна. Основна задача цього етапу – ефективно виділити із зернової маси смітну та зернову домішку, а також підготувати зерно до помелу зміною його технологічних властивостей. Ефективність очищення значно залежить як від засміченості зерна, так і від обладнання, яке є на підприємстві та ефективності його роботи.

Для стабільності та ефективності очищення зерна від домішок «Правила...» [25] рекомендують направляти в зерноочисне відділення зерно в якому не більше 2 % смітної домішки, в тому числі зіпсованих зернівок не більше 1 % (для макаронних помелів – 0,5 %); шкідливої домішки – не більше 0,2 %. Серед шкідливої домішки вміст сажки – не більше 0,05 %, а польового гірчаку та в'язелю – не більше 0,04 %. Вміст фузаріозних зерен – не більше 1 %. Вміст зернової домішки – не більше

5 % в пшениці та 4 % в житі, в тому числі пророслих зерен не більше 3 % (для макаронних помелів – відповідно не більше 4 і 2 %). Вихідна вологість пшениці та жита, які направляються на сортові помели для виробництва борошна пшеничного високих сортів або житнього сіяного, не більше 13 %, для інших помелів – до 14 %. Кількість та якість клейковини в помольній партії пшениці повинна забезпечувати отримання борошна стандартної якості за даним показником.

Якщо вихідні партії зерна, які поступають на борошномельні заводи, містять велику кількість домішок, то в цьому випадку необхідно забезпечити попереднє очищення зерна в елеваторі, або встановити допоміжне обладнання в зерноочисному відділенні (при наявності виробничого майданчика).

Із елеватора зерно необхідно передавати в зерноочисне відділення однорідним потоком або попередньо сформованими партіями відповідно складеному рецепту загальної помольної партії. Перелік необхідних операцій очищення і підготовки зерна до помелу на сучасних борошномельних заводах наведено в «Правилах...» [25], посібнику з проектування зернопереробних підприємств [17, С. 50–51], посібнику «Технологія мукомольного и крупяного производств» [15, С. 143–146], підручнику [16, С. 206–209] та ін.

При сортових помелах пшениці, залежно від продуктивності борошномельного заводу та якості зерна рекомендують організувати дві паралельні лінії очищення та підготовки різного за якістю зерна до помелу.

Вторинне сепарування зерна на ситоповітряних сепараторах рекомендують здійснювати, якщо зерно містить більше 2 % смітної домішки або підвищену кількість важковідділюваних домішок (пророслі і зіпсовані зернівки, шкідлива домішка).

При підвищеному вмісті в зерновій масі шкідливої домішки її необхідно обробляти або в мийних машинах, або в машинах мокрого лущення.

При підвищеному вмісті у вихідній зерновій масі мінеральної домішки (більше 0,1 %), особливо при виробництві макаронного борошна, рекомендують передбачати в структурі зерноочисного відділення дві послідовні операції очищення зерна на каменевідбірниках.

Якщо в зерновій масі підвищений вміст вівсюга, пророслих зернівок і зернівок, які пошкодженні клопом-черепашкою, найбільш ефективно таку зернову масу очищати в концентраторах.

При макаронних і хлібопекарних помелах з відбором макаронного борошна високої якості, допускається виділення із очищеної і підготовленої до помелу зернової маси 3...5 % дрібної фракції, яка в

розмельному відділенні здрібнюється окремо і направляється на системи другої якості.

Ефективність очищення зерна від домішок регламентується «Правилами...» і наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Ефективність очищення зерна від домішок у зерноочисному відділенні

Домішки		Вміст в очищеному зерні на I др.с., не більше	
		Для макаронних помелів, або з відбором макаронного борошна	Для хлібопекарських помелів пшениці та жита
Смітна домішка	всього	0,3	0,4
	в тому числі кукіль	0,05	0,1
Шкідлива домішка (сажка, ріжка, в'язіль)	всього	0,05	0,05
	в тому числі гірчак	0,04	0,04
Вміст фузаріозних зернівок		0,6 (в твердій пшениці)	0,3

У зерноочисному відділенні борошномельного заводу, крім очищення зерна від домішок, виконують підготовку його до помелу вологотепловою обробкою (ВТО) для зміни технологічних властивостей зерна.

Зміну технологічних властивостей зерна здійснюють для підвищення ефективності його переробки у борошно. На борошномельних заводах використовують два методи ВТО: *холодне і гаряче кондиціювання*. Основним є холодне кондиціювання.

Рекомендовані режими холодного кондиціювання наведені в «Правилах...» [25] при хлібопекарних та макаронних помелах.

Зволоження і відволоження пшениці з вихідною вологістю менше 12 % необхідно виконувати в два етапи. Приріст вологи і тривалість відволожування на першому етапі необхідно забезпечити у співвідношенні 3:1. Перед подачею пшениці на I др.с. необхідно здійснити кінцеве відволоження оболонки на 0,3...0,5 % у бункері протягом 0,3...0,5 год, а при макаронних помелах зволожити на 0,4...0,6 %.

## Методика виконання роботи

При виконанні практичної роботи студенти повинні, відповідно до поставленого завдання, скласти та обґрунтувати структурну схему технологічного процесу очищення і підготовки до помелу заданої партії зерна; визначити режими ВТО; підібрати необхідне обладнання відповідно до розробленої структури та розрахувати необхідну його кількість.

При розробці схеми технологічного процесу за основу можна прийняти рекомендовану «Правилами...» [25] структуру, а потім її відкоректувати з врахуванням якості зерна. При визначенні режимів ВТО встановити вологість заданої партії зерна на I др.с. і тривалість його відволоження на різних етапах, користуючись рекомендаціями наведеними у «Правилах...».

Розрахунок кількості технологічного обладнання виконують з використанням потужності заводу і продуктивності кожної машини, яка передбачена розробленою структурою. Продуктивність машин зерноочисного відділення борошномельного заводу наведена в табл. 5.2., а також у посібнику [17, С. 359–360]. Оскільки типорозмірів машин небагато, то підбирають машину з деякими втратами продуктивної потужності заводу. Крім обладнання, розраховують також необхідну місткість бункерів для неочищеного зерна, для первинного та вторинного відволожування. Для розрахунку обладнання на етапі первинного очищення зерна потужність зерноочисного відділення заводу збільшують на 10...20 % у випадку аварійної зупинки якогось обладнання.

Приклад розрахунку необхідного технологічного обладнання і бункерів для зерноочисного відділення наведено у посібнику [16, С. 76–79].

Кожному студенту видають індивідуальне завдання. Орієнтовна тематика завдань: розробити і обґрунтувати структуру технологічного процесу очищення і підготовки зерна для борошномельних заводів певної потужності і помелу; розрахувати необхідну кількість технологічного обладнання. Відмінність завдань пов'язана з різною продуктивністю заводу, асортиментом борошна, якості перероблюваного зерна.

**Приклад задачі.** Борошномельний завод двохсортного помелу жита потужністю – 150 т/доб. Якість вихідного зерна: вологість 12,8 %, смітна домішка – 2,7 %, в тому числі вівсюг – 2,0 %.

При розробці структури технологічного процесу необхідно враховувати ефективність роботи технологічного обладнання з видалення різних домішок (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Продуктивність та ефективність  
основного технологічного обладнання  
зерноочисного відділення борошномельного заводу

Назва і марка обладнання		Продуктивність, т/доб	Ефективність видалення домішок, %
<b>Ситоповітряні сепаратори:</b>	A1-БИС-12	2x6=12	60...80
	A1-БИС-16	2x8=12	60...80
<b>Каменевідбірники:</b>	P3-БКТ	6	98...99
	P3-БКТ-100	9	98...99
<b>Концентратори:</b>	A1-БЗК-9	9	60...75
	A1-БЗК-18	18	60...75
<b>Магнітні сепаратори:</b>	У1-БМЗ-01	11	60...80
	У1-БМП-01	11	60...80
<b>Трієри:</b>	A9-УТК-6	6	80...85
	A9-УТО-6	6	70...80
<b>Оббивні машини:</b>	P3-БМО-6	6	Зниження зольності на 0,02...0,03 %
	P3-БМО-12	12	
	P3-БГО-6	6...9	
	P3-БГО-8	8...12	
<b>Щіткова машина</b>	A1-БМЩ-12	12	-П-
<b>Повітряні сепаратори:</b>	P3-БАБ	9...12	65...75
	ЛІ-БВЗ	10	70...80
<b>Пневмосепаратор P3-БСД</b>		7	50...60
<b>Машина вологого лущення A1-БМШ</b>		6	Зниження зольності на 0,03...0,04%
<b>Мийна машина Ж9-БМБ</b>		9	70...90
<b>Машина для зволоження зерна:</b>	A1-БШУ-1	12	Зволоження до 1 %
	Л1-БШУ-2	6	до 5 %
	A1-БУЗ	6	до 4 %
	A1-БАЗ	12	до 1 %
<b>Ентолейтор для стерилізації P3-БЕЗ</b>		9...15	70...95
<b>Обладнання попереднього очищення зерна:</b>	Скальпіратор A1-БЗО	100	100
	Сепаратор A1-БИС-100	100	60...80
	Фракціонер 1-БСФ-50	50	30...40

Залежно від засміченості зернової маси та її вихідної вологості необхідно використати відповідні операції та обладнання, а також їх кількість. Наприклад, якщо у зерновій масі знаходиться більше 2 % смітної домішки, то однократне очищення її в ситоповітряному сепараторі А1-БИС-12 недостатнє. Оскільки на ньому можна виділити лише 1,2...1,6 % смітної домішки (60...80 %). Інший вміст домішки повинен бути видалений на інших зерноочисних машинах, або доцільно передбачити двохкратне сепарування зерна на ситоповітряному сепараторі. Кінцевий вміст смітної домішки у зерновій масі, яка подається на І др.с, відповідно до вимог «Правил...» [25], не повинен перевищувати 0,4 %.

Розроблену структурну схему технологічного процесу очищення і підготовки зерна до помелу необхідно обґрунтувати відповідно до вимог «Правил...» [25] очищення зерна. Після обґрунтування структури можна перейти до розрахунку місткості бункерів та обладнання на кожній технологічній операції. Для цього необхідно визначити продуктивність потоку за одну годину і з табл. 5.2. підібрати необхідну кількість обладнання. Методика розрахунку наведена у посібнику [17, С.76–79].

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Яке значення має попередня підготовка зерна до помелу?
2. Які етапи обробки зерна у зерноочисному відділенні?
3. Які основні технологічні операції очищення і підготовки зерна до помелу.
4. Структура і характеристика технологічного очищення і підготовки зерна до сортових помелів.
5. Призначення і методи вологотеплової обробки зерна.
6. Характеристика первинного та вторинного очищення зерна у зерноочисному відділенні.
7. Призначення короткочасного відволожування зерна перед першою драпою системою.
8. Для чого використовують коефіцієнт запасу при розрахунках продуктивності зерноочисного відділення?
9. Який порядок розрахунку ємності бункерів для відволожування зерна.
10. Як розрахувати необхідну кількість обладнання зерноочисного відділення?

**Рекомендована література [16, 17, 24, 25].**

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

**Тема:** Розробка технологічної схеми сортового помелу зерна. Підбір та розрахунок технологічного обладнання розмельного відділення.

**Мета:** Набути навиків складання структурно-технологічних схем помелу зерна; ознайомитися з методикою розрахунку технологічного обладнання розмельного відділення борошномельного заводу.

### Порядок виконання роботи

1. Кожен студент, отримавши від викладача індивідуальне завдання, складає структурну схему розмельного відділення.

2. Виконати розрахунки технологічного обладнання розмельного відділення.

3. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан роботи обладнання розмельного відділення.

### Оформлення протоколу

1. Навести структурну схему помелу.

2. Навести розрахунки з визначення кількості обладнання розмельного відділення відповідно до свого варіанту.

3. Обґрунтувати висновки.

### Методика виконання роботи

Правильний розрахунок і підбір технологічного обладнання на драних, шліфувальних і розмелювальних системах визначають вихід і якість борошна, продуктивність та енергетичні витрати.

Для розрахунку і підбору обладнання використовують схему помелу і баланс помелу. Типові схеми помелу наведені в «Правилах...» [25], підручниках та іншій спеціальній літературі. Там же можна знайти технологічні режими роботи окремих систем, технічні характеристики до схем різних видів помелів.

Технологічна схема повинна враховувати вид помелу, вихід і якість борошна, якість зерна, що переробляється, сучасні наукові і практичні рекомендації щодо цих питань. Орієнтовні показники побудови схем наведені в «Правилах...» [25].

*Існує два методи розрахунку і підбору технологічного обладнання розмелювального відділення. Перший ґрунтується на середніх технічних характеристиках схем і теоретичному балансі помелу. Другий метод передбачає попередню розробку балансу помелу і знання питомих навантажень на обладнання на кожній технологічній*

*системі*. Його застосовують при проектуванні борошномельних заводів сортового помелу пшениці на традиційному і комплектному обладнанні.

Перший метод полягає в розрахунку загальної довжини вальцьової лінії і просіваючої поверхні із наступним розподілом їх по окремих етапах процесу, окремих технологічних системах відповідно до технічних характеристик, наведених у «Правилах...» [25] для кожного виду помелу.

**Питання для самоконтролю:**

1. Які основні види помелів зерна?
2. Що таке процес здрібнення зерна?
3. Що таке процес сортування зерна?
4. Що таке процес збагачення зерна?
5. Що таке процес шліфування зерна?

**Рекомендована література [2, 8, 9, 15, 24, 25]**



## ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

**Тема:** Вивчення технологічних процесів та операцій в овочесховищах. Підбір та розрахунок технологічного обладнання використовуваного в овочесховищах.

**Мета:** Набути навиків вибору способів та обладнання овочесховищ залежно від виду продукції закладеної на зберігання; ознайомитися з методикою розрахунку технологічного обладнання овочесховищ.

### Порядок виконання роботи

1. Кожен студент, отримавши від викладача індивідуальне завдання (таблиця 7.1), вибирає технологічне обладнання овочесховища (залежно від виду продукції, закладеної на зберігання).

2. Виконати розрахунки технологічного обладнання овочесховища.

3. Зробити висновки про технологічну ефективність та технічний стан роботи обладнання овочесховища.

### Оформлення протоколу

1. Вибрати спосіб зберігання плодоовочевої продукції.

2. Навести розрахунки з визначення кількості технологічного обладнання овочесховища відповідно до свого варіанту.

3. Обґрунтувати висновки.

### Загальні положення

#### Особливості технологічного обладнання агрокомплексів

Картопля і коренеплоди з поля надходять з невеликою кількістю ґрунтових домішок і рослинних залишків, якщо їх збирають на добре оброблених ґрунтах при високому агротехнічному рівні. Ці домішки відділяються безпосередньо на завантажувачі, забезпеченому відповідним пристосуванням.

Але в багатьох районах нашої країни є порівняно важкі ґрунтово-кліматичні умови, і тому картопля та овочі від збиральних машин надходять із значною кількістю ґрунтових домішок, які відокремлюють на лініях та пунктах.

У загальній схемі потокового збирання та післязбиральної обробки картоплі та овочів, що включає механізоване зберігання, можна виділити *три основних цикли взаємодії машин:*

**I цикл** – збиральні машини (комбайни) – сортувальні пункти;

**II цикл** – сортувальні пункти – завантажувальні механізми у сховищах;

**III цикл** – механізми для вивантаження зі сховища – машини для підготовки продукції до реалізації.

Таблиця 7.1 – Завдання до практичної роботи

<b>Варіант</b>	<b>Вид продукції закладеної на зберігання</b>	<b>Вага закладеної на зберігання продукції, тонни</b>	<b>Термін зберігання, місяці</b>
1	Картопля	50	6
2	Столові буряки	30	6
3	Морква	20	6
4	Цибуля	10	6
5	Капуста	80	6
6	Томати	30	3
7	Яблука	100	6
8	Виноград	50	3
9	Картопля	80	3
10	Столові буряки	60	3
11	Морква	50	3
12	Цибуля	20	3
13	Капуста	150	6
14	Томати	20	2
15	Яблука	80	3
16	Виноград	20	2
17	Картопля	150	6
18	Столові буряки	50	6
19	Морква	40	6
20	Цибуля	30	6
21	Капуста	100	3
22	Томати	50	1
23	Яблука	200	6
24	Виноград	30	3
25	Картопля	300	3
26	Столові буряки	10	4
27	Морква	20	4
28	Цибуля	50	6
29	Капуста	200	6
30	Томати	10	3

Поряд з удосконаленням існуючих і створенням нових машин для потокової післязбиральної обробки і механізації сховищ картоплі та овочів спостерігається тенденція до об'єднання або поєднання II і III циклів в єдиному підприємстві – *агрокомплексі*.

*Агрокомплекс, розташовуючись в місцях виробництва, тобто в господарствах, забезпечує прийом маси (бульб і коренеплодів з домішками), що надходить від збиральних машин, її первинну обробку, зберігання обробленого продукту з використанням активної вентиляції і необхідну товарну або передпосадкову обробку перед реалізацією.* Залежно від призначення картоплі та коренеплодів агрокомплекси можуть бути для *продовольчої або насіннєвої картоплі*, а також *комбіновані*, тобто для картоплі та овочевих культур або тільки для останніх. У агрокомплексі є повний комплект технологічного обладнання для виконання всіх названих робіт.

Залежно від призначення агрокомплексу та виду культури набір технологічного обладнання може бути різним. Устаткування агрокомплексу, маючи високу продуктивність на прийомі маси від збиральних машин (60...100 т/год), має забезпечити її оброблення та закладення на зберігання в порівняно короткі терміни (15...20 днів). Це обладнання розміщують в спеціальному приміщенні промислового типу.

Агрокомплекс для продовольчої картоплі продуктивністю на прийомі 60...70 т/год і місткістю 15...18 тис. т, створений на базі кількох господарств, може задовольнити круглорічну потребу в цьому продукті 130...150 тис. чоловік. При цьому забезпечується утилізація відходів і витрати праці знижуються в 3...4 рази.

При створенні підприємств такого типу скорочуються транспортні проміжні операції і перевальні пункти, в результаті чого зменшується пошкоджуваність продукту і підвищується його якість. *При впровадженні агрокомплексів ліквідуються пікові навантаження на транспорт, різко зменшується число перевалок на шляху продукту до споживача.* Це знижує втрати продукту, що дає значну економію.

В агрокомплексах в єдиному технологічному ланцюгу *використовують обладнання для:*

- первинної післязбиральної обробки;
- для механізації вантажно-розвантажувальних робіт при зберіганні;
- для вторинної (товарної, передпосадкової) обробки продукту.

У лініях, призначених в основному для товарної обробки картоплі та овочів, поряд з відділенням домішок і калібруванням виконують операції, пов'язані з їх реалізацією (продукт миють, сушать, очищають від шкірки, фасують в сітки і пакети). Після сортувальної лінії продукт відвантажують рівномірно, подача картоплі та коренеплодів зі сховища забезпечує

рівномірне завантаження робочих органів, тому накопичувальні бункери в ці лінії не входять. Замість них є приміщення для тимчасового зберігання готової продукції. Характерною особливістю машинних комплексів є потокове виконання операцій.

### **Технологічні процеси та операції в овочесховищах**

При первинній післязбиральній обробці картоплі та овочів виконують такі операції:

- приймання маси із транспортних засобів;
- відділення від домішок;
- сортування (калібрування) бульб, коренеплодів і плодів на фракції;
- відділення некондиційних коренебульбоплодів,
- подання фракції;
- відділення домішок і некондиційної продукції в тару (мішки, контейнери), бункера або транспортні засоби.

Поряд з названими операціями з деякими культурами можуть виконуватись специфічні операції: наприклад, відділення пера від цибулини, відділення залишок бадилля від коренеплодів, відрізання залишків качанів у капусти та ін. Продукцію між агрегатами передають транспортерами. При зберіганні у тимчасових сховищах виконують також операції закриття і відкриття. **Прийом продуктів.**

При післязбиральному обробітку продукт у більшості випадків приймають із самовивантажувальних транспортних засобів, деколи з великовагових контейнерів. При завантажуванні сховищ можливий прийом продукції через систему стрічкових транспортерів. Одним з основних факторів, що визначають ритмічність роботи комплексу механізмів при поточному машинному збиранні картоплі та овочів є місткість  $V_B$  прийомного бункера лінії або завантажувального механізму. Вона має забезпечувати безперервний прийом картоплі чи овочів, які подаються, і відповідну продуктивність при завантаженні.

Місткість приймального бункера повинна бути не меншою середньої місткості  $M_{CP}$  одного транспортерного засобу і в той же час забезпечувати роботу попередньої ланки (комбайна чи пунктів) протягом однієї робочої зміни. Тобто має виконуватись залежність

$$M_{CP} < V_B \leq \frac{Q_{3M} \cdot z_K}{n_K}, \quad (7.1)$$

де  $Q_{3M}$  – змінна продуктивність комбайна чи пункту, т;

$z_K$  – кількість комбайнів або пунктів у системі;

$n_K$  – число приймальних каналів.

Зазвичай місткість приймальних бункерів на одному приймальному майданчику для орієнтованих розрахунків можна прийняти

$$V_{B \min} = (1,1 \dots 1,5) M_{CP}. \quad (7.2)$$

**При потоковій роботі бункера виконуються дві операції** – прийом продукції із самоскидних транспортних засобів і подавання її на наступні транспортери і робочі органи. Для спорожнення транспортних засобів без їх затримання потрібно швидко забрати матеріал із зони вивантажування. Проте це не завжди вдається, так як при збільшенні швидкості полотна транспортерів для відвантаження продукції із зони вивантаження збільшується і її подача на робочі органи, що не завжди можливе через їх перевантаження. Ця невідповідність виключається при значному збільшенні  $V_B$  приймального бункера, коли зони вивантаження і подачі віддаляються одна від одної.

**Отже, показники роботи пунктів і завантажувальних механізмів сховищ можна покращити, збільшивши число прийомних каналів  $n_K$  або місткість прийомних бункерів. Найбільш раціонально збільшити число прийомних каналів  $n_K$ , так як у цьому випадку найбільше знижуються простой транспортних засобів.**

Залежно від розташування приймальної зони (зони розвантаження транспортних засобів) **бункера можуть бути з торцевою і боковою зоною прийому.** Прийнята маса із бункера відводиться під кутом (переважно під прямим), у напрямку руху його рухомого дна.

На бункерах можуть бути різні приспособлення або пристрої (відвідні щити, напрямляючі лотки і т.ін.). Для транспортування бункери можуть мати ходову частину і причіп.

Щоб компенсувати нерівномірність роботи транспортних засобів при збиранні і доставці продукції у сховища і відповідно покращити роботу всього збирального комплексу, використовують великотоннажні контейнери як зворотну тару за схемою «поле-пункт» чи «поле-сховище».

Великовантажні металічні контейнери місткістю 2,5...3 т, наповнені безпосередньо від збиральної машини, встановлюють у спеціальний контейнеровоз (по два контейнери) і відвозять на пункт післязбиральної обробки, де їх складають за допомогою кран-балки. Для спорожнення контейнерів у лінії обробки використовують вібраційний розвантажувач, на який їх кладуть за допомогою тої ж кран-балки.

#### **Відділення домішок.**

Операції з відділення якісної продукції від домішок, особливо співмірних (грудок, каменів) і некондиційних бульб, коренеплодів і плодів – одні з найбільш трудомістких.

Для відділення дрібних домішок і рослинних залишків використовують різні *сепаруючі механізми* (грохоти, елеватори) і *гірки* з різною робочою поверхнею. Якщо *домішки для всіх продуктів, що розглядаються, крім капусти, однакові за своєю природою, то рослинні залишки для різних культур відрізняються*. Для картоплі та коренеплодів це в основному, залишки бадилля і бур'янів, для цибулі – бадилля і бур'яни, які висохли, а для капусти – поверхневі покривні зелені листки, частково бур'яни. Грудки ґрунту, камені можна відділяти вручну на перебиральних столах (транспортерах) чи механічними пристроями і автоматичними електронними відділювачами.

У відділювачах різних типів використовують несхожі властивості компонентів, які розділяють. При цьому враховують розміри, форму, коефіцієнти тертя, опір перекочуванню та ін. Механічні способи відділення картоплі і коренеплодів від каменів і грудок ґрунту відрізняються простотою, але не дозволяють повністю виділити картоплю чи овочі із загальної маси. Пристрої, які реалізують ці способи, лише частково механізують процес. Серед цих пристроїв можна відмітити гірки, сепаруючі пристрої, перебірні транспортери, щитки, відбивачі різних типів та ін. Для того, щоб підвищити ефективність роботи цих пристроїв, використовують різноманітні поєднання механічних і фізичних властивостей тіл в електронних відділювачах. Наприклад, картопля і деякі коренеплоди відрізняються від сторонніх домішок кольором, об'ємом, діелектричною проникністю, відбивальною здатністю, вологістю, пружністю та деякими іншими властивостями. В цьому випадку використовують датчики, які вловлюють відмінності цих властивостей.

Сепаруючі робочі органи виділяють основну масу дрібних ґрунтових домішок при вологості від 15...22 %. Сепаруючі робочі органи, які використовують у післязбиральній обробці картоплі та овочів для відділення дрібних ґрунтових домішок, аналогічні сепаруючим робочим органам картоплезбиральних і овочезбиральних машин. Щоб не наносити зайвих пошкоджень бульбам і коренеплодам, поверхню сепаруючих робочих органів покривають гумою. Швидкість руху полотен елеваторів дещо нижча порівняно зі швидкістю руху елеваторів картоплезбиральних і овочезбиральних машин. Довжина сепаруючих робочих органів 0,7...1,2 м, ширина 0,7...1,1 м, швидкість 0,3...0,5 м/с, амплітуда коливань 0...15 мм, частота коливань 3...15 1/с.

*Гірки*, які використовують для відділення рослинних залишків, а також дрібних ґрунтових домішок, – це стрічкові транспортери, які рухаються вгору. При такій формі поверхні дрібні ґрунтові домішки провалюються між пальцями, а рослинні залишки затримуються на їх кінцях, завдяки чому покращується їх відділення.

Кут нахилу гiрки  $\alpha = 45...55^\circ$ , дiапазон регулювання  $\pm 10...15^\circ$ . Загальна довжина гiрки (вiдстань мiж осями валiв), яка забезпечує вiддiлення не тiльки рослинних залишкiв, а й значної частини ґрунтових домишок, повинна складати 1,2...1,5 м. Вiдстань вiд осi верхнього вала до мiсця подачi роздiлюваної маси 0,4...0,6 м, швидкiсть полотна гiрки 0,9...1,1 м/с.

**Сортувальнi столи** широко застосовують при обробцi коренеплодiв та овочiв. З впровадженням механiчних та електронних вiддiлювачiв перебиральнi столи не будуть виключенi зi схем машин. Вони можуть бути своєрiдними технiчними компенсаторами, якi дозволяють пiдстрахувати робочий процес автоматизованих вiддiлень в екстремальних умовах, розширюючи тим самим умови використання машин. Перебиральний стiл (транспортер) – це рухома поверхня, на яку поступає оброблюваний матерiал, з бокiв столу є працювники, якi вiдбирають домишки i некондицiйний продукт i вкладають їх у прийомнi воронки, спецiальнi кишенi або секцiї транспортера.

Сортувальнi столи можуть бути дисковими, роликowymi, пластинчастими i прутковими (транспортери); каскадними, тобто мати декiлька сходинок по довжинi, або складатися з декiлькох робочих поверхонь; односекцiйними i багатосекцiйними, тобто якi мають декiлька секцiй по ширинi.

Можливи комбiнованi робочi поверхнi, наприклад ролико-стрiчковi.

На одному сортувальному столi має працювати не бiльше 4...8 робiтників, якi розташованi по обидва боки. Окремi невеликi сортувальнi столи встановлюють паралельно. Для того, щоб забезпечити максимальну продуктивнiсть працювників на сортуванні, ворох картоплi i коренеплодiв необхідно подавати на обробку в один шар. При швидкостi полотна стрiчки транспортера 0,2...0,3 м/с, середня розрахункова продуктивнiсть одного працювника 70...110 одиниць (грудок, коренiв та iн.) за хвилину.

Довжина робочої зони вздовж столу для одного працювника  $l = 0,7...0,8$  м. Конструкцiя сортувального столу (транспортера) повинна забезпечувати найкращий огляд маси, яку перебирають i максимальну продуктивнiсть працювників, зайнятих на сортуванні. Для цього при двохсторонньому сортуванні загальна ширина стрiчки не має перевищувати 1,1...1,2 м при ширинi секцiї для вiдiбраних фракцiй 0,15...0,20 м; висота розмiщення стрiчки над рiвнем пiдлоги 1,0...1,1 м. Вiдстанi, на якi працювники переносять продукти, якi сортують, повиннi бути мiнiмальними. Склад i конструкцiя робочого мiсця повиннi дозволяти працювати стоячи або сидячи.

Бульби та коренеплоди на полотнi сортувального столу потрiбно розташовувати в один шар i при необхідностi перiодично перевертати.

Для періодичного перевертання бульб та коренеплодів використовують каскадні поверхні столів, гребінчасті пристрої над ними. Однак через різні розміри і форму коренів, бульб і плодів гребінчасті пристрої не завжди працюють надійно. При правильній організації робочого місця сортувальника, рівномірній подачі продукту на сортування на сортувальних столах може бути досягнуто високий ступінь відділення домішок і некондиційного продукту.

Число місць відбору на перебиральних столах,  $n_p$ , залежить від загального об'єму продукту, що поступає на переробку, кількості домішок і некондиційного продукту, а також від продуктивності працівників і, їх визначають за формулою:

$$n_p = \frac{Q_{PP} \cdot \chi_D}{q}, \quad (7.3)$$

де  $Q_{PP}$  – об'єм продукції, що настає на один сортувальний стіл, т/год;

$\chi_D$  – кількість домішок;

$q$  – продуктивність працівників на сортуванні,  $q = 0,3 \dots 0,7$  т/год.

Чим більша картопля і коренеплоди і менше в них домішок і некондиційного продукту, тим вища продуктивність праці на сортуванні.

Загальна продуктивність сортувального стола 10...12 т/год при кількості домішок 50%, максимальна продуктивність сортувального стола при 6 працівниках 9...10 т/год.

Ефективність використання перебирального столу залежить від місця його розташування у технологічному процесі. При правильній організації робочого місця сортувальника, рівномірній подачі продукту на переробку на сортувальних столах може бути досягнутий високий ступінь відділення домішок.

### **Розділення продукції на фракції.**

Майже всі культури, як восени так і навесні, розділяють на розмірні (вагові) фракції або сортують (калібрують). Продовольчу картоплю восени розділяють на дві фракції, тобто із всієї маси картоплі відділяють дрібні бульби по ширині 35 мм, або масою 25 г.

Моркву відповідно з дійсними нормами розділяють на три фракції за найбільшим діаметром: 20 мм, 60 мм.

Цибулю сортують на дві фракції за діаметром цибулин 40 мм, а цибулю-саджанку на три-чотири фракції за розміром між фракціями 7, 14, 22 і 30 мм. Цибулини розміром меншим 7 мм і більші 30 мм для садіння не використовують.



**Основні параметри, які характеризують процес сортування, – продуктивність, точність сортування (калібрування) і ступінь пошкодження бульб і коренеплодів.** При підвищенні продуктивності може знизитися точність сортування, а при зростанні точності збільшується пошкоджуваність.

**Можливі два способи виділення фракцій: послідовний і паралельний.**

**При паралельному** відділенні спочатку із загальної маси сортованих бульб або коренеплодів виділяють найдрібнішу фракцію, а суміш решти переходить на наступну дільницю. Потім з решти бульб або коренів також виділяють найдрібнішу фракцію, а більші переходять на наступну ділянку і так далі.

**При паралельному** відділенні виділяють одну найбільшу фракцію, а суміш менших фракцій потрапляє в прохід і далі на наступну нижню ділянку сортувального робочого органу. Тут також відділяють найбільшу фракцію, а решта направляють на прохід і так далі.

**Якщо у першому випадку виділені фракції ідуть в прохід, то у другому – у схід.**

Дослідження різних сортувальних робочих органів показали, що при паралельному виділенні фракцій питома продуктивність підвищується на 20...40 % практично при тій же точності сортування, а пошкоджуваність бульб і коренеплодів найбільш цінної великої фракції знижується, так як бульби цієї фракції в даному випадку проходять тільки на одній ділянці робочого органу, тобто порівняно менший шлях.

Калібрувальні отвори сортувальних робочих органів можуть бути продовговуватими (щілини), прямокутними (квадратними) і круглими (овальними).

Різниця в точності сортування для всіх робочих органів, які сортують продукцію за одною розмірною ознакою, незначна. Точність дещо підвищується при сортування за розміром  $S$ , так як в цьому випадку враховують дві розмірні ознаки: ширину  $b$  і товщину  $c$ .

Довжину  $l$ , як ознаку сортування, застосовують обмежено (при сортуванні огірків).

**Застосовують такі основні типи сортуючих робочих органів: транспортні (пасові, сітчасті, стрічкові), грохотні, роликові, барабанні і комбіновані.** Останні утворюють з поєднань елементів і деталей перших чотирьох типів. На всіх цих робочих органах можуть бути виконані калібрувальні робочі зазори необхідної форми.

Продуктивність сортуючої (калібруючої) поверхні зазвичай задають при проектуванні машини. За умови непервної рівномірної роботи

продуктивність сортуючої (калібруючої) поверхні, можна визначити за формулою

$$Q_C = 3,6 \cdot B_{\Pi} \cdot d_{cp} \cdot V_B \cdot \psi_{\Pi} \cdot \rho_K, \quad (7.4)$$

де  $B_{\Pi}$  – ширина сортуючої поверхні, м;

$d_{cp}$  – характерний розмір продукції, яка сортується, м;

$V_B$  – швидкість руху бульб на поверхні, м/с;

$\psi_{\Pi}$  – коефіцієнт заповнення поверхні,  $\psi_{\Pi}=0,7...0,8$ ;

$\rho_K$  – густина маси бульб або коренеплодів,  $\rho_K=650...750$  кг/м<sup>2</sup>.

Величина  $V_B$  для різних типів поверхонь має такі значення: транспортерні 0,6...0,8 м/с; грохотні 0,2...0,4; роликові 0,2...0,4 і барабанні 0,05...0,1 м/с.

Механічні пошкодження продукції практично неминучі, так як для виділення у відповідну фракцію продукт повинен пройти в певний отвір, стикаючись з його краями, в результаті чого йому наносяться пошкодження. Одночасно пошкодження наносяться також сортуючими поверхнями при русі бульб по них.

У транспортерних робочих органах переміщення продукту відносно поверхні зведено до мінімуму, що зменшує пошкодження бульб і коренеплодів у 2...3 рази порівняно з пошкодженнями на роликівих робочих органах. Тому пасові, сітчасті, стрічкові, полотняні з барабанами, що перекидаються, пружинні з розширювальними отворами робочі органи поширені при сортуванні томатів, груш, слив, персиків та інших легко пошкоджуваних продуктів.

Межі регулювання робочих зазорів машини, які сортують деякі види продукції наведені у табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Межі регулювання робочих зазорів (отвору)

Форма отвору	Розмір отвору для відділення середніх бульб від дрібних, мм	Розмір отвору для відділення крупних бульб від середніх, мм	Розмір отвору для розділення на фракції, мм
	Картопля		Морква
Подовжений	28...40	38...60	20...25
Круглий	31...49	43...66	-
Квадратний	(30×30)...(40×40)	(40×40)...(50×50)	-

### Подача продукту у сховища

Для подачі продукту у сховища використовують транспортери. Ширина стрічки транспортера повинна бути не меншою визначеного значення, що забезпечує рух продукту без забивання:

$$B_{СТ} \geq 3,35 \cdot S_{\max} + 0,2, \quad (7.5)$$

де  $S_{\max}$  – максимальний розмір бульб, що транспортуються.

Для бульб картоплі і коренеплодів  $B_{СТ} \geq 0,5$  м. Для качанів капусти  $B_{СТ} \geq 0,65 \dots 0,8$  м.

**Основні параметри транспортера:** ширина стрічки  $B_{СТ}$ , продуктивність  $Q_T$ , швидкість стрічки  $V_C$ , потужність  $N_T$  і довжина  $L_T$ .

Продуктивність транспортера, т/год, визначають за формулою

$$Q_T = 3,6 \cdot A_{П} \cdot V_C \cdot \psi_C \cdot \rho_K \cdot c, \quad (7.6)$$

де  $A_{П}$  – площа поперечного перерізу продукту, що транспортується стрічкою, м<sup>2</sup>;

$\psi_C$  – коефіцієнт заповнення стрічки,  $\psi_C = 0,4 \dots 0,6$ ;

$c$  – коефіцієнт, що враховує нахил стрічки,  $c = 0,85 \dots 1$ .

При збільшенні кута нахилу транспортера  $c$  спадає.

Швидкість руху стрічкових транспортерів  $V_C$  зазвичай визначається властивостями матеріалу, що транспортується і шириною стрічки. При транспортуванні картоплі визначальним фактором для швидкості  $V_C$  є умова мінімально можливих пошкоджень бульб. Приймають  $V_C \leq 0,7 \dots 0,9$  м/с. Необхідно забезпечити рівномірне вкладання продукту.

**Операції при завантаженні і вивантаженні продукту залежать від способу його зберігання.**

**При контейнерному способі зберігання** завантаження і вивантаження продукту аналогічні.

**При кагатному і ангарному зберіганні** продукту вивантаження зі сховищ порівняно із завантаженням складніше. При цих способах продукт необхідно забрати з місця зберігання (з підлоги сховища або з шару) і подати в тару або транспортний засіб при мінімальних ушкодженнях. Таким чином, машини, що працюють при розвантаженні, виконують такі операції – забирають продукт і транспортують його.

**При тарному способі зберігання** продукт зі сховищ забирають разом з тарою, використовуючи звичайні виличні захвати, встановлені на

навантажувач або трактор, при безтарних способах застосовують спеціальні робочі органи. Картопля, коренеплоди і цибуля допускають масовий забір з місця зберігання, в той же час качани капусти дуже чутливі до механічних пошкоджень. тому їх доцільніше забирати по одному або невеликими групами (3...5 качанів).

*При бункерному способі зберігання* забір продуктів; як такий, відсутній, а вивантаження після зберігання здійснюють за рахунок використання явища плинності продукту по похилому дну бункера, а також за допомогою спеціальних вібраційних активаторів.

*При заборі продукту після зберігання в буртах* (кагатах) у масі міститься велика кількість ґрунтових домішок і можливим є підвищений вміст загнившого продукту. Вивантаження бульб зі сховищ починається з їх забору. Робочий орган занурюється в їх масу. При розгляді взаємодії забірних робочих органів з масою бульб необхідно врахувати, що в результаті тривалого зберігання ця маса ущільнюється, стає більш зв'язною. Через наявність ґрунтових домішок, і особливо при появі паростків, між окремими бульбами виникає зчеплення і маса бульб набуває властивостей зв'язного матеріалу.

Для зниження енергоємності робочий орган повинен забирати бульби з підлоги сховища, використовуючи явища обвалення і утворення різних укосів у насипі картоплі. Цей процес носить циклічний характер і складається з таких етапів. Спочатку робочий орган занурюється у насип до утворення укосу граничної рівноваги. Далі робочий орган занурюється в укіс граничної рівноваги. При обваленні укосу граничної рівноваги робочий орган зупиняється і забирає бульби, що обсипалися. Після забору цих бульб рух поновлюється і триває до утворення нового укосу граничної рівноваги.

*При безтарному (кагатному, ангарному) способі зберігання* при розвантаженні найбільш часто застосовують дисковий, скребковий і ротаційний робочі органи.

Кожен з цих робочих органів є універсальним, і його використання визначається умовами роботи.

### **Підвищення якості плодів та овочів при зберіганні і зниження їх пошкоджень при роботі машин і обладнання**

*Якість* продовольчої та насінневої картоплі, коренеплодів, плодів і овочів залежить від багатьох факторів, взаємопов'язаних і взаємообумовлених. Це – *сортіві особливості, погодні та агротехнічні умови вирощування, застосовувана технологія, способи транспортування і зберігання*. На якість картоплі впливає не тільки вид добрив, але й їх форма і способи внесення.

Нерівномірність подачі продукту по ширині робочого органу, яка виникає при зміні напрямку руху продукту в машині під кутом, може призвести до згужування оброблюваної маси на одній стороні і порушення технологічного процесу роботи машини. Нерівномірність подачі по ширині зменшують за рахунок максимально можливого зниження числа поворотів продукту, а також їх раціонального переміщення в машині.

Якість роботи сортувалок при поділі бульб або коренеплодів на фракції характеризується коефіцієнтом точності сортування  $r$ . Розрізняють теоретичний  $r_m$  і дійсний  $r_d$  коефіцієнти точності сортування. З аналізу розмірних характеристик бульб різних сортів можна зробити висновок про те, що теоретичний коефіцієнт сортування по масі дорівнює 75 %.

***Втрати продукту і його пошкодження – загальні показники для всіх машин і агрегатів.*** Втрати продукту бувають оборотні і необоротні.

Допустимий рівень втрат у машині (агрегаті, лінії), який визначається агро вимогами, можна істотно знизити за рахунок оптимального режиму її роботи (без перевантажень) і раціональної конструкції щитків, скатів та інших деталей, які напрямляють продукт у технологічній схемі машини.

***Розмір пошкодження***, нанесеного бульбам картоплі або коренеплодам, ***визначається двома незалежними факторами: розміром механічного впливу і стійкістю бульби або коренеплоду до них.***

Ступінь механічної дії на бульби і коренеплоди визначається кінематичними і геометричними параметрами робочих органів машин та їх окремих елементів, тобто швидкістю руху полотен, прискореннями при їх струшуванні, амплітудою струшування, розміром і видом перепадів, часом дії, розмірами і кривизною прутків, жорсткістю їх поверхні та ін., а також масою, розмірами і формою бульб і коренеплодів. Чутливість до пошкоджень окремих бульб або коренеплодів залежить від його сорту, умов обробітку, строків і способів збирання і від температури навколишнього повітря під час обробки та закладання на зберігання.

***Особливо небезпечні пошкодження насінневої картоплі.*** Найчастіше пошкоджується чутливіша до механічних впливів верхня частина бульб з вічками, що веде до зниження схожості та врожаю продукту. Механічний вплив на бульби або коренеплоди виникає при їх зіткненнях або терті один до другого, а також об грудки і камені, що знаходяться в масі, або об елементи робочих органів та інших пристроїв машин і агрегатів при русі маси по них. Механічний вплив можна знизити за рахунок раціонального обґрунтування кінематичних і деяких

геометричних параметрів елементів даних робочих органів. Робочі швидкості полотен завантажувачів  $V \leq 0,8...1$  м/с.

При роботі машин в сховищах необхідно максимально сприяти зниженню пошкодження сировини. Одним із способів зниження пошкоджень є зменшення перепадів між робочими органами машини (перепади не повинні бути вище закладеної максимальної висоти). Максимальною висотою падіння бульб картоплі, коренів і плодів деяких овочевих культур вважають висоту, при падінні з якої спостерігається початок їх пошкодження (табл. 7.3).

Таблиця 7.3 – Допустимі пошкодження плодів та овочів

Культура	Висота падіння, мм		
	На металічні прутки	На технічну гуму	На інші плоди даної культури
Свіжозібрана картопля	100...200	-	-
Столова морква	100...300	-	300...400
Столові буряки	200...400	-	400...500
Доспіла цибуля	500...1000	-	1000...1500
Качани капусти		до 100	

При падінні з висоти до 0,5 м пошкодження на коренеплодах не спостерігаються, а при падінні з висоти 1 м пошкодження становлять до 9 %. На рух бульб у робочих органах машин впливають коефіцієнти тертя, кочення і ковзання. При тривалому зберіганні їх значення збільшуються на 10...20 %, що потрібно враховувати при роботі машини під час вивантаження. Зазвичай в літературі приводять значення цих коефіцієнтів для поверхонь виконаних із матеріалів, які зручні для інженерних розрахунків. Для практичних цілей, для установки скатів і щитків на машину, доцільніше знати граничне значення кутів нахилу площин до горизонту, при відповідних значеннях коефіцієнту тертя. Бадилля картоплі може почати ковзання по сталій площині, кут нахилу якої 25...36°, ковзання на гумовій площині спостерігається, якщо кут нахилу складає 34...39°.

Коренеплоди буряків і моркви характеризуються довжиною, товщиною і масою. На металевих поверхнях (сталь, алюміній і т.ін.) корені моркви починають ковзання, якщо кут її нахилу становить 24...31°, на гумовій, якщо кут 29...33°, а по фанері – 40°. Корені буряків починають ковзання по цих же поверхнях відповідно при кутах 27...31°, 31...34° і 29°. Об'ємна маса коренів моркви становить  $500 \pm 40$  кг/м<sup>3</sup>,

буряків –  $595 \pm 15$  кг/м<sup>3</sup>. Для бадилля цих рослин, відділених при післязбиральному обробітку вони дорівнюють  $110 \pm 40$  і  $165 \pm 15$  кг/м<sup>3</sup>.

Залежно від сорту і умов вирощування цибуля може бути великою (100...800 гр), середньою (60...100 гр) і малою (5...20 гр). Об'ємна маса цибулі з обрізаним бадиллям становить 580...795 кг/м<sup>3</sup>.

На практиці в деяких випадках недостатньо звертають увагу на перепади висоти і організацію руху бульб і коренеплодів на них, а також на матеріали, використовувані на даних перепадах. Все це підвищує ступінь пошкоджень продукту і знижує його якість.

**Можливі також пошкодження бульб і коренеплодів у вигляді тріщин.** Перші є наслідком контакту рухомих бульб або коренів з поверхнею, що має нерівності, виступаючі головки болтів і т.ін. Ці нерівності необхідно усунути. Тріщини з'являються при сильних ударах, наприклад при падінні з великої висоти.

Для доставки бульб на післязбиральну обробку або в сховище використовують різні транспортні засоби. При їх завантаженні необхідно встановлювати мінімальну висоту падіння бульб від вивантажувального кінця транспортера до днища кузова. У процесі розвантаження висоту падіння від вивантажувального кінця транспортера до поверхні продукту в кузові потрібно витримувати відповідно до допустимих значень (див. табл. 7.3). При вивантаженні бульб із кузовів самоскидних засобів, потрібно використовувати їх бокове вивантаження, так як в цьому випадку бульби скочуються з меншої висоти і пошкодження їх нижчі.

Бульби можуть пошкоджуватися і при завантаженні і вивантаженні контейнерів. Щоб знизити пошкодження при завантаженні, використовують спеціальні транспортери, вивантажувальний кінець яких опускають до днища контейнера, а потім поступово піднімають у міру його наповнення. Вивантажують контейнери, як правило, перекиданням за рахунок повороту на спеціальному агрегаті-перекидачі. Щоб знизити пошкодження, контейнер раціонально перекидати відносно осі, що проходить через верхній край однієї з його бокових сторін, але не через його центр. Для зниження пошкоджень продукту істотне значення мають форма і пружні властивості елементів робочих органів і полотен транспортерів. Пошкодження бульб і коренеплодів можна знизити за рахунок покриття робочих поверхонь та елементів робочих органів (прутоків, лопатей та ін.) амортизуючим шаром гуми. Цей спосіб широко застосовують у вітчизняних і закордонних машинах. Отримати пружні елементи при високій жорсткості гуми, а значить, при її більшій зносостійкості можна за рахунок утворення в гумо-технічних виробках, призначених для робочих органів і полотен машин, наприклад повітряних порожнин, що створюють амортизуючий ефект.

Зниженню пошкоджень від сил тертя сприяє виконання елементів робочих органів і пристроїв машин або їх покриттів з матеріалів із меншим коефіцієнтом тертя. **Дуже простим, але дієвим засобом, що сприяє зниженню пошкоджень продукту при його русі транспортерними системами з гладкими стрічками, є максимально можливе зменшення кута нахилу транспортерів.** В цьому випадку знижується перекочування бульб і коренеплодів стрічкою.

Для уникнення дотикання бульб і коренів до стінок, що оточують транспортерне полотно стрічку виготовляють у вигляді жолоба.

Ступінь механічних пошкоджень бульб і коренеплодів залежить від температури навколишнього середовища (грунту, повітря), і від температури самих бульб. При зниженні температури з 10...8°C до 3...4°C число механічних пошкоджень бульб картоплі, особливо тріщин і потемнінь м'якоті, при обробці на сортувальних пунктах зростає в 4...5 разів. Тому при низькій навколишній температурі бульби доцільно витримувати в тимчасових буртах або на вентиляованих майданчиках, продуваючи їх прогрітим повітрям. **Менша пошкоджуваність бульб при вищих температурах спостерігається при післязбиральній їх обробці. У деяких сховищах бульби перед обробкою спеціально прогривають.**

Цю ж властивість бульб використовують і перед вивантаженням їх зі сховищ. До початку вивантаження рекомендується підвищити температуру бульб до 10...15°C і витримувати їх при цій температурі протягом тижня.

Бульби і коренеплоди можуть пошкоджуватися і при завантаженні їх у сховища ангарного типу за рахунок скочування по укосах сформованого насипу. **Щоб попередити скочування бульб і коренеплодів з великої висоти, насип необхідно формувати у вигляді сходинок або терас.** При даному способі завантаження спочатку зводять насип висотою в 1,5...2 м. Після цього на нього насипають другий шар такої ж товщини, а потім – третій. Загальна висота шару 4,5...5 м.

До ефективних технологічних прийомів, що прискорюють дозрівання бульб і тим самим знижують їх пошкодження при збиранні, що є важливим чинником для зменшення втрат при зберіганні, відноситься **передзбиральне видалення бадилля.** Видалення бадилля у насінневої картоплі за сім днів до збирання його комбайном дозволяє знизити пошкодження на 36,5 % порівняно з картоплею, зібраною на наступний день після скошування бадилля.

**Пошкодження картоплі та коренеплодів на шляху поле – сховище можна знизити за рахунок зведення числа перевалів до мінімуму.** Перевалочні операції збільшують пошкодження бульб на 3...7 %. Резерви у зниженні пошкоджень, наприклад бульб картоплі, є і в



організації технологічного процесу післязбиральної обробки та зберігання. При незначних ґрунтових домішках, при оптимальній вологості (18...22 %) і високому рівні агротехніки, на завантаженні сховищ відокремлюють домішки. Це знижує загальне число перевалів у технологічному ланцюгу і зменшує загальний рівень пошкоджень.

*При потоковому комбайновому збиранні із застосуванням сортувальних пунктів і завантажувачів сховищ на бульбу на шляху від грядки до сховища впливає більше 25 робочих органів. Тому дуже важливо правильно відрегулювати робочі органи з тим, щоб їх вплив був у межах норми.*

Якість бульб можна підвищити, якщо використовувати так званий *переривчастий спосіб збирання*: комбайн – тимчасові бурти (12...17 днів) – сортувальний пункт – сховище. При зберіганні картоплі в тимчасових буртах її шкірка зміцнюється (бульби дозрівають) і пошкодження продукту при сортуванні знижуються з 24 до 4 %. Для підвищення якості насінневої картоплі одним з оздоровчих заходів при її закладанні на зберігання є озеленення, проведене на розсіяному світлі протягом 10...15 днів. Озеленені бульби дають кращі сходи, і їх вегетаційний період скорочується на 10...15 днів.

Якщо необхідно відокремити значну кількість ґрунтових домішок, можна попередньо виділити велику фракцію, а потім відокремити ґрунт від решти маси. Великі бульби в цьому випадку проходять менший шлях у машині і менше пошкоджуються. Загальні втрати, наприклад картоплі при зберіганні, можна також зменшити, якщо бульби, зібрані при низькій температурі, а значить, і більш пошкоджені, зберігати окремо від інших партій і реалізувати її у коротші терміни. Моркву доцільно і ефективно обробляти в єдиному технологічному ланцюжку безпосередньо після збирання. Так, при зберіганні моркви, зібраній машиною, протягом 180 діб відходи досягають 35 %, а при зберіганні тієї ж моркви, але після обробки на сортувальному пункті, відходи складають 8 %.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Які основні операції при післязбиральній обробці картоплі та овочів?
2. Які механізми використовують для відділення дрібних домішок і рослинних залишків від плодоовочевої продукції?
3. Які є способи виділення фракцій при розділенні плодоовочевої продукції? Які їх відмінності?
4. Від чого залежить продуктивність сортуючої (калібруючої) поверхні?
5. Які є способи зберігання плодоовочевої продукції?

**Рекомендована література [10, 14, 18, 19, 23, 26, 30, 31]**

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бутковский В.А., Мерко А.И., Меншиков Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. – М.: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.
2. Бутковський В.А. Мукомольное производство. – М.: Агропромиздат, 1990.
3. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1989.
4. Галкина Л.С., Бутковский В.А., Птушкина Г.Е. Техника и технология производства муки на комплектном оборудовании. – М.: Агропромиздат, 1987. – 191 с.
5. Горбатюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Колос, 1999. – 335 с.
6. Демский А.Б. Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 264 с.
7. Демский А.Б., Борискин М.А., Тамаров Е.В., Чернолихов А. С. Оборудование для производства муки и крупы: Справочник. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 320 с.
8. Егоров Г.А. и др. Технология муки, крупы и комбикормов. – М.: Колос, 1984.
9. Егоров Г.А., Гинзбург М.Е., Мельников Е.М., Хорцев Б.Н. Практикум по технологии мукомольного, крупяного и комбикормового производства. – М.: «Колос», 1974.
10. Емельянова Ф.Н., Кириллов Н.К. Организация переработки сельскохозяйственной продукции. Учебное пособие и практикум. – М.: ЭКМОС, 2000. – 384 с.
11. Жидко В.И., Резников В.А., Укалов В.С. Зерносушение и зерносушилки. – К.: Колос, 1982.
12. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. – М.: Колос, 2000. – 551 с.
13. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств / Под ред. А.С. Гизбурга. – М.: Агропромиздат, 1990. – 256 с.
14. Лесик Б.В., Трисвятський Л.О., Сніжко В.Л. Зберігання і технологія сільськогосподарських продуктів. – К.: Вища школа, 1980.
15. Мерко И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства. – М. Агропромиздат, 1985. – 288 с.
16. Мерко І.Т., Моргун Н.О. Наукові основи і технологія переробки зерна. – Одеса: Друк, 2001. – 348 с.
17. Мерко И.Т., Погирной Н.Е. и др. Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР. – М.: Агропромиздат, 1989. – 367 с.
18. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 288с.

19. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: методичні вказівки до лабораторних робіт / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, Н.А. Рубінець. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 52с.
20. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. – Вінниця: Нова книга, 2001. – 576 с.
21. Оборудование для производства муки и крупы: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
22. Павловский Г.Т., Птіцин С.Д. Очищення, сушіння й активне вентилявання зерна. – К.: Вища школа, 1972.
23. Подирятов Г.І., Скалецька Л.Ф., Соньков А.М., Хилевич В.С. Зберігання і переробка продукції рослинництва. – К.: Мета, 2002. – 495 с.
24. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукт, 1991. Ч.І. – 53 с.
25. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – Київ. – 1998. – 145 с.
26. Практикум по хранению и технологии сельскохозяйственных продуктов. /Под. ред. Л.А. Трисвятского. – М.: Колос, 1981.
27. Птушкина Г.Е., Товбин Л.И. Высокопроизводительное оборудование мукомольных заводов. – М.: Агропромиздат, 1987.
28. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий / А.Б. Деменский, М.А. Борискин, Е.В. Тамаров и др. – М.: Колос, 1980. – 383 с.
29. Технологическое оборудование предприятия по хранению и переработке зерна / Под ред. А.Я. Соколова. – М.: Колос, 1984. – 440 с.
30. Трисвятский Л.А., Лесик Б.В., Кудина В.Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1991.
31. Трисвятский Л.А. Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – М.: Агропромиздат, 1991. – 363 с.
32. Филин В.М., Филин Д.В. Щелушение зерна крупяных культур. Совершенствование технологического оборудования. – М.: ДеЛипринт, 2002. – 135 с.
33. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції». – Тернопіль 2010. – 55 с.
34. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел. – М.: Колос, 1992.

**Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

**Кафедра технічної механіки  
та сільськогосподарських машин**

**Хомик Надія Ігорівна**

**МЕХАНІЗАЦІЯ ЗБЕРІГАННЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання практичних робіт**

для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності  
133 «Галузеве машинобудування» з орієнтацією на спеціалізацію  
«Машини сільськогосподарського виробництва»

Комп'ютерний набір: Наталія Антончак

Графічне оформлення: Богдан Цебенко

Наклад 30 прим.