

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повна назва вищого навчального закладу)  
Інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)  
Технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

**магістра**

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Обґрунтування параметрів механізму гноєочищення  
тваринницької ферми**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МСЗм-61  
напряму підготовки (спеціальності)

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кирилюк П.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Довбуш Т.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Хомик Н.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Гевко Р.Б.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Кирилюку Петру Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проекту (роботи)** Обґрунтування параметрів механізму гносочищення  
Тваринницької ферми

**Керівник проекту (роботи)** Довбуш Тарас Анатолійович, к.т.н., ст. викл.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 11 » вересня 2019 року № 4/7-799

**2. Термін подання студентом проекту (роботи)** грудня 2019 року

**3. Вихідні дані до проекту (роботи)** Розрахунок машин кормоцеху на відгодівлю 2000 голів  
свиней з вдосконаленням механізмів видалення гною; процес механічної  
обробки деталі; робоче креслення деталі; річна програма випуску деталей

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**

Анотація. Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування  
основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

4. САПР сільськогосподарських машин. 5. Розробка технологічного процесу механічної  
обробки деталі. 6. Обґрунтування економічної ефективності. 7. Охорона праці та безпека  
у надзвичайних ситуаціях. 8. Екологія. Загальні висновки

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)**

1. Технологічна схема кормоцеху (1A1). 2. План ферми на 2000 голів (1A1).

3. Подрібнювач грубих кормів. Складальне креслення (1A1) 4. Подрібнювач  
коренеплодів. Складальне креслення (1A1). 5 Насос завантажувач. Складальне креслення (1A1).  
6-7. Деталювання (2A1). 8. САПР. Залежність продуктивності насосу від початкового діаметра  
шнека (1A1).. 9-10. Спеціальні верстатні пристосування (2A1).

11. Інструментальна наладка на операції (1A1).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	САПР сільськогосподарських машин	Сташків М.Я., доцент		
	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі	Олексюк В.П., доцент		
	Обґрунтування економічної ефективності	Дмитрів Д.В., доцент		
Розділи	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., доцент		
	Екологія	Зварич Н.М., доцент		
		Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

11 вересня 2019 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Основна частина		
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування	до 20.09.19	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки	до 20.10.19	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	до 30.10.19	
	Спеціальна частина		
4	САПР сільськогосподарських машин	до 10.11.19	
5	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі	до 25.11.19	
	Розділи:		
6	Обґрунтування економічної ефективності	до 30.11.19	
7	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 05.12.19	
8	Екологія	до 10.12.19	
9	Анотація. Вступ. Висновки.	до 12.12.19	
10	Графічна частина. Специфікації	до 18.12.19	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Кирилюк П.Б.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Довбуш Т.А.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ОСНОВНА ЧАСТИНА:

АНОТАЦІЯ

ВСТУП

### 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Вимоги до кормів, фактори повнораціонної годівлі тварин

1.2. Характеристика кормів, їх класифікація

1.2.1. Підготовка кормів до згодування

1.2.2. Характеристики кормоцехів

1.2.3. Технологічні схеми кормоцехів для згодування свиней

1.3. Огляд конструкцій машин для підготовки

концентрованих кормів та відведення відходів

1.3.1. Характеристика та конструкція машин

для підготовки концентрованих кормів

1.3.2. Аналіз конструкцій машин для видалення гною

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

### 2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1. Розрахунок структури поголів'я свиней

2.2. Обґрунтування кількісних та якісних показників кормів

2.3. Кількісний розрахунок гною свиноферми

2.4. Технологія обробки кормів та вибір обладнання кормоцеху

2.5. Розрахунок подрібнювача ИКМ-5.0

2.5.1. Принцип роботи машини-мийки-подрібнювача ИКМ-5.0

2.5.2. Визначення основних параметрів коренебульбомийки

2.5.3. Визначення потужності електродвигуна приводу шнека

2.5.4. Розрахунок горизонтально-дискової коренебульборізки

2.5.5. Енергетичний розрахунок горизонтально-дискової  
коренебульборізки

### 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Технологія утилізації гною свинокомплексу

3.2. Технологічний та енергетичний розрахунок типового

вертикального шнекового насосу

3.3. Обґрунтування параметрів вдосконаленого вертикального шнекового насосу

3.4. Розрахунок вала шнека

#### СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА:

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

4.3. Аналіз даних за результатами проектування

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

5.2. Проектування технологічного процесу виготовлення

5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв

#### РОЗДІЛИ:

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Методика розрахунку технологічного процесу приготування кормів

6.2. Розрахунок показників економічної ефективності процесу приготування кормів

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Організація робіт по техніці безпеки та охороні праці

7.2. Санітарно-гігієнічні вимоги по догляду за тваринами

7.3. Безпека у надзвичайних ситуаціях

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища

8.2. Зберігання і використання ПММ

8.3. Шляхи покращення екологічного стану господарства при експлуатації об'єкту дослідження

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

## АНОТАЦІЯ

Завданням кваліфікаційної роботи магістра є обґрунтування параметрів механізму гноєвідведення тваринницької ферми. Робота містить такі розділи:

**1. Аналіз особливостей об'єкту проектування.** У цьому розділі описано характеристики кормів та їх класифікація, проведено огляд конструкцій машин для підготовки концентрованих кормів та відведення відходів.

**2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.** У розділі проведено розрахунок необхідної кількості кормів для голів свиней; обґрунтовано кількісні та якісні показники кормів; проведено кількісний розрахунок гною свиноферми; розраховано машину подрібнювач-мийку, описаний принцип роботи машини, визначено потужність електродвигуна машини та проведено енергетичний розрахунок машини.

**3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.** У цій частині описано необхідне вдосконалення процесу утилізації гною; проведено технологічний та енергетичний розрахунок шнекового насосу для викачування гною, з подальшим розрахунком робочого органу – шнека.

**4. САПР сільськогосподарських машин.** У цьому розділі описано перетворення математичних моделей; розроблено модель об'єкту проектування; проведено обробку даних, побудова діаграм за результатами проектування.

**5. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі.** У цьому розділі проведено аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі; проведено проектування технологічного процесу виготовлення та розробка спеціальних верстатних пристроїв.

**6. Обґрунтування економічної ефективності.** У розділі описано методика розрахунку технологічного процесу приготування кормів; проведено розрахунок показників економічної ефективності процесу приготування кормів.

**7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.** У цьому розділі описано організацію робіт по техніці безпеки та охороні праці; санітарно-гігієнічні вимоги по догляду за тваринами; безпеку в надзвичайних ситуаціях.

**8. Екологія.** У цьому розділі описано актуальність охорони навколишнього середовища.

**Загальні висновки.** Наведені загальні висновки від результатів впровадження у виробництво запропонованих у кваліфікаційній роботі магістра рішень.

Об'єм кваліфікаційної роботи магістра: графічна частина складається із 11 листів креслення формату А1; розрахунково-пояснювальна записка містить \_\_\_ стр. машинописного тексту, з них \_\_\_ стр. додатків, у тому числі \_\_\_ рисунки і \_\_\_ таблиць, 36 посилань на літературні джерела.

## ВСТУП

Тваринництво – це галузь агропромислового комплексу, що забезпечує людину продуктами харчування, а промисловість – сировиною.

Тваринництво має велике народногосподарське значення. Воно являє собою джерело забезпечення населення такими важливими продуктами харчування, як м'ясо, молоко, яйця, а також дає для промисловості вовну, шкіру, смушок та іншу сировину.

Тваринництво тісно пов'язане з іншими галузями сільського господарства. Так, гній з тваринницьких ферм є цінним добривом для підвищення родючості ґрунтів. Тваринництво дає змогу найбільш раціонально використовувати непридатні для землеробства луки і пасовища. Для годівлі тварин використовують не тільки спеціально вирощені рослинні корми, а й різноманітні відходи зернового господарства, технічних і баштанних культур, овочівництва тощо. Отже, тваринництво перебуває в тісному взаємозв'язку з рослинництвом і саме від їх ефективного поєднання залежить стійке та все зростаюче виробництво у сільському господарстві.

Теоретичною основою тваринництва є зоотехнія – наука, що на основі біологічних властивостей тварин розробляє і впроваджує способи їх ефективного розведення, годівлі, утримання і використання.

Розвиток зоотехнічної науки пов'язаний з іменами багатьох видатних вчених. П.М. Кулешов створив вчення про методи розведення і підбір тварин, розробив класифікацію типів конституцій тварин та написав багато підручників із зоотехнії. М.Ф. Іванов займався питаннями селекції: розробив відтворювальне схрещування тварин, вивів українську степову білу породу свиней, асканійську тонкорунну породу овець.



Ю.Ф. Лискун домігся значного доробку в питаннях годівлі сільськогосподарських тварин, вирощування молодняка, племінної справи у скотарстві.

Великий вклад у розвиток тваринництва також внесли І.С. Попов (підручник з годівлі тварин, таблиці поживності кормів), О.Ф. Мітендорф (основи годівлі і розведення тварин), І.І. Іванов (штучне запліднення тварин), М.П. Червінський (розведення тварин), Г.О. Богданов (питання годівлі тварин і складу кормів) та інші.

В Україні над питаннями розвитку тваринництва працює ціла мережа науково-дослідних інститутів, племінних станцій та спеціалізованих господарств. Це такі установи, як Львівська академія ветмедицини ім. С.З. Гжицького (м. Львів), Інститут землеробства і біології тварин УААН (м. Львів), Інститут кормів УААН (м. Вінниця), Київська станція тваринництва (Київська обл.) та ін.

Нині в Україні назріває нагальність економічних змін, що зумовлена низькою ефективністю підприємницької діяльності, невирішеністю продовольчої проблеми, втратою провідних позицій експортера на окремих ринках аграрної продукції, стрімким падінням рівня та якості життя населення, неналежною конкурентоспроможністю аграрного виробництва, низьким рівнем розвитку сільської економіки тощо. Процеси руйнації існуючої економічної системи загострюють соціально-економічну та політичну ситуації в країні, викликають лібералізацію цін та гіперінфляцію, ціновий диспаритет, застійні депресивні явища в окремих галузях економіки. Особливо гостро окреслюється проблема занепаду галузі тваринництва, що зумовлює необхідність дослідження її сучасного стану та місця в розвитку сільської економіки.

Державною цільовою програмою розвитку українського села на період до 2017 року передбачалося ряд заходів щодо стабілізації та розвитку тваринництва, становлення його як конкурентоспроможного. Головними з них стали: удосконалення механізму надання бюджетних дотацій; забезпечення приросту поголів'я та обсягів виробництва м'яса; формування механізованих

тваринницьких ферм і комплексів, укомплектованих високопродуктивним поголів'ям та забезпечених належною кормовою базою; створення сучасної державної системи селекції у тваринництві і птахівництві; формування кооперативних об'єднань особистих селянських господарств з метою одержання високоякісної сировини тощо.

Концепцією державної цільової економічної програми розвитку тваринництва – декларувалися такі завдання та результати: збільшення до 4,4 млн поголів'я корів, 13,5 млн – свиней, 198 млн – свійської птиці, 65 тис. племінних телиць та нетелів щороку; забезпечення валового виробництва продукції тваринного походження на рівні показників продовольчої безпеки, зокрема 4 млн.т м'яса, 20 млн.т молока і 17 млрд. шт. яєць; збільшення обсягу експорту продукції тваринного походження, зокрема до 2 млн.т молока і молочних продуктів, до 0,45 млн.т м'яса; зменшення на 20 % енергоємності виробництва продукції тваринного походження; удосконалення системи управління племінною справою в тваринництві; забезпечення продовольчої безпеки держави; безпечності та якості продукції тваринного походження і беззбитковості її виробництва; підвищення рівня зайнятості сільського населення та доходів вітчизняних виробників продукції тваринного походження. Орієнтовний обсяг фінансування програми становив 60 млрд. грн.

# 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1. Вимоги до кормів, фактори повнораціонної годівлі тварин

Основою раціонів сільськогосподарських тварин, в тому числі свиней за різних технологій виробництва продукції і за всіма напрямками продуктивності та породами є корми рослинного походження, що пов'язано, в першу чергу, з їх доступністю. До цієї групи кормів входять зернові злакові, зернові бобові, зелені грубі, соковиті, відходи борошномельних й інших технічних виробництв та ін. Однак найбільш повноцінні білки, що краще засвоюються, і, відповідно, забезпечують одержання вищих результатів на відгодівлі, містяться в кормах тваринного походження: молоці та продуктах його переробки, відходах рибної промисловості, відходах м'ясопереробних підприємств та ін. Проте ця група кормів є надто дорогою, що, незважаючи на скорочення періоду відгодівлі, негативно відображається на загальній собівартості продукції [1].

Свині належать до всеїдних тварин — саме це дозволяє використовувати у свинарстві значну кількість кормових засобів, у тому числі як рослинного та тваринного походження, так і мікробіологічного виробництва. За будовою шлунково-кишкового тракту ці тварини належать до моногастричних, особливістю їх травлення є те, що їхня здатність до перетравлення кормів, що містять підвищену кількість клітковини, є обмеженою. Збільшуючи клітковину в раціоні, погіршується перетравність кормів і ростуть їх витрати на одиницю приросту.

Незважаючи на всеїдність свиней, особливості перетравлювання ними кормів відображаються на доцільності формування основи раціону з концентрованих кормів. За промислового виробництва свинини частка

концентрованих кормів найчастіше становить 100%.

Разом з тим, група концентрованих кормів достатньо розмаїта. Різні корми мають різний склад поживних речовин та інших характеристик, що, своєю чергою, відображається на їх цінності в годівлі свиней. Основу групи концентрованих кормів складають зернові корми (злакові та бобові), продукти їх переробки та комбіновані корми. Група зернових злакових представлена ячменем, кукурудзою, пшеницею, вівсом, житом та ін. Амінокислотний склад зернових культур неповноцінний через низький уміст основної лімітуючої амінокислоти — лізину. Поряд з цим зерно злакових має низький уміст кальцію, фосфору, міді, кобальту та цинку, а також незначну частку рибофлавіну, пантотенової кислоти, каротину. Але відсутні вітаміни А, D та B12. Хімічний склад зернових кормів значною мірою залежить від сорту, агротехніки та географії вирощування.

Виробництво продукції тваринництва – складна біотехнічна система, в якій тварина є основним засобом виробництва, що переробляє біологічним шляхом корм у високоцінні продукти харчування. Для годівлі с/г тварин сільськогосподарських тварин використовують органічні продукти рослинного і тваринного походження, мінеральні та синтетичні речовини, які можуть бути ними перероблені у продукти харчування або сировину для харчової та легкої промисловості. Корми забезпечують тваринам поживні речовини, необхідні їм для підтримання життєдіяльності організму й виробництва продукції.

Корми – сировина, тому мають відповідати певним вимогам, а саме кормів: повинні містити поживні речовини у доступній для засвоєння формі; добре поїдатися тваринами; не мати шкідливого впливу на тварин; не погіршувати якості продукції; за своїми фізичними і хімічними властивостями відповідати анатомо-фізіологічним особливостям тварин. Корми не повинні містити токсичних і отруйних речовин, та речовин, які можуть змінити природні властивості продукції, наприклад, її колір, смак або запах. Корми не повинні бути забруднені ґрунтом, пально-мастильними матеріалами, радіоактивними елементами, не містити сторонніх включень (особливо

металевих), мати допустимий вміст нітратів і нітритів. У кормах не повинно бути біологічних чи хімічних препаратів, які, потрапляючи в організм людини з

продуктами харчування, спричиняли б шкідливий вплив на здоров'я, наприклад, стимуляторів росту.

## **1.2. Характеристика кормів, їх класифікація**

Сучасна класифікація кормів ґрунтується на їх походженні й найголовніших властивостях.

Усі корми залежно від походження складають три основні групи: рослинного походження, тваринного походження та промислового виробництва. За властивостями корми поділяють на грубі, соковиті, концентровані, рибні, м'ясні, молочні, комбіновані, кормові добавки й харчові відходи. Найбільш розповсюджені корми рослинного походження.

Основними злаковими кормами в згодуванні свиней є ячмінь, пшениця, кукурудза. Ячмінь у складі комбікормів може займати до 70-75%. Пшениця має значний вміст протеїну та низький — клітковини, до комбікормів може бути внесено до 80% пшениці. Овес містить значну кількість лізину та ненасичених жирних кислот. У складі комбікормів овес може займати до 20%. Кукурудза не має значної кількості протеїну, однак усі сорти містять багато жиру та мало клітковини. У комбікорми вводять до 30-40% кукурудзи [2].

Значно рідше використовують такі зернові корми, як сорго, просо та гречка.

Грубі корми характеризуються високим умістом клітковини і відносно низькою поживністю, але є невід'ємною складовою раціону жуйних тварин. Грубі корми заготовляють у розсипному чи пакованому вигляді. Відходи рільництва (бадилля, стебла кукурудзи тощо) силосують. З відходів лісової промисловості отримують хвойне борошно – «лісовий комбікорм». Спосіб заготівлі залежить від біологічних властивостей кормів, призначення й доцільності трудових та енергетичних витрат для забезпечення їх зберігання. Сіно отримують із сіяних (люцерна, конюшина, буркун, вика, овес) і лугових трав сушінням до кондиційної вологості в польових умовах із підв'ялюванням (при заготівлі розсипного подрібненого сіна – до вологості 40...45%, пресованого в тюки – до 30...35%) і подальшим досушуванням маси активним вентиляванням.

Солома – побічний продукт зернового виробництва і сировина для отримання енергетичного корму. На практиці застосовують такі технології збирання соломи: у цільному вигляді, зі здрібнюванням і пресуванням. Вологість соломи повинна бути 18...20%. Сінаж – законсервований прив'яленням (зниженням вологості) й герметизацією зелений корм. Сінаж заготовляють із багаторічних й однорічних бобових і злакових трав, злаково-конюшинних сумішей, з попередньо прив'яленої до вологості 45..50% подрібненої маси. Закладають його у герметичні наземні чи баштові сховища. Процес сінажування закінчується за 20...30 днів після закладання й герметизації маси. При цьому втрати поживних речовин складають 8...12%.

Силосовані корми (силос) – законсервований біологічним способом зелений корм. Зелені корми – трава природних і сіяних пасовищ, стебла і качани кукурудзи молочної стиглості, люпин, гичка буряків та інші рослини, які добре силосуються. Качани кукурудзи підвищеної вологості в стадії воскової і повної стиглості, а також вологе фуражне зерно заготовляють силосуванням із використанням хімічних консервантів і без них.

Вітамінне трав'яне борошно – подрібнений висушений штучним способом зелений корм, що містить значну кількість вітамінів. Трав'яне борошно і трав'яну різку отримують із зеленої маси люцерни, конюшини, гороху, вики, кормових бобів, із суміші багаторічних бобових і злакових трав. Для покращення умов зберігання й транспортування (зменшення розпилювання) та засвоювання вітамінів і поживних речовин трав'яне борошно гранулюють і брикетують.

Коренебульбоплоди заготовляють у натуральному, зневодненому (суха стружка), силосованому чи запареному (наприклад, картопля) вигляді. Сухої речовини в коренеплодах цукрових буряків і бульбах картоплі міститься до 25 %, з них 16...20 % складає цукор у буряках і 20 % – крохмаль у картоплі. Буряки кормові містять 10...12 % сухої речовини. Решту у коренеплодах і бульбах складає вода.

Найцінніші відходи технічних підприємств: жом, меляса, барда, пивна дробина, макуха, шрот, мезга та інші. Корми тваринного походження мають високий вміст повноцінного протеїну, мінеральних елементів і вітамінів.

Використовуються для годівлі молодняка всіх видів тварин, дорослих свиней, звірів і птиці.

Мінеральні корми – кухонна сіль, крейда, черепашник, кісткове борошно. Синтетичні корми – карбамід (сечовина), обезфторені фосфати, амінокислоти, антибіотики та інші. Як корми часто використовують відповідним чином оброблені харчові відходи. Комбіновані корми – сухі концентровані кормові суміші, приготовлені на основі подрібнених зернових кормів, збагачених білково-активними речовинами мікробіологічного й хімічного синтезу, тобто – премікси, білково-мінерально-вітамінні добавки, кормові дріжджі, амінокислоти.

Як корм для годівлі молодняка використовують рідку кормову суміш – замітник цільного молока, основу якого складають відвійки. До суміші додають рослинний або тваринний жир, вітаміни, антибіотики та мікроелементи.

За енергетичною цінністю, фізіологічною дією і впливом на травлення тварин корми поділяють на об'ємисті й концентровані. Об'ємисті характеризуються порівняно невисокою поживністю, що зумовлено низьким умістом сухої речовини у вологих кормах і високим умістом сирової клітковини у грубих. До об'ємистих кормів відносять такі, в яких в одному кілограмі маси міститься менше 0,5 кг перетравних речовин або 0,65 кормової одиниці. Це – грубі й соковиті корми, а також водянисті відходи цукрового, крохмального і бродильного виробництв. До концентрованих кормів відносять, як правило, зернові й комбіновані корми, основу яких складають зернові.

За органолептичними і хімічними показниками корми поділяють на класи. Класність кормів встановлюють відповідно до вимог і норм, які зазначені у Держстандарті. Корм може бути віднесений до некласного, якщо не відповідає хоча б одній із вимог стандарту. Силос, сінаж, сіно і трав'яне борошно можуть мати перший, другий і третій класи. Розмаїтість кормів у раціонах та їхня добра якість – неодмінна умова повноцінності годівлі, високого засвоєння поживних речовин.

Господарська цінність кормів зумовлена їх поживністю, дієтичними властивостями та вартістю виробництва, віднесеною до кормової одиниці. Поживність залежить від хімічного складу, вмісту мінеральних речовин і

вітамінів та форми, в якій вони перебувають. Основне значення має вміст і якість протеїну (білкових і небілкових азотистих речовин).

### **1.2.1. Підготовка кормів до згодовування**

Сучасні наукові та практичні дослідження в галузі фізіології годівлі тварин спрямовані в основному на розв'язання комплексних проблем, пов'язаних із переходом тваринництва на промислову основу.

Промислова технологія й техніка годівлі тварин - це забезпечення кожної тварини протягом доби певною кількістю кормів заданого складу, яка б сприяла перетворенню процесів травлення в стійку біологічну систему з оптимальними режимами функціонування.

Дотримання цієї технології вимагає згодовувати корми у вигляді повнораціонних збалансованих за багатьма параметрами кормових сумішей.

Згодовування кормів у підготовленому вигляді дозволяє забезпечити:

- краще поїдання;
- повніше і швидше засвоєння;
- зменшення витрат на роздавання кормів;
- уніфікацію засобів для роздавання кормів;
- балансування раціону за багатьма показниками;
- зменшення затрат праці;
- покращення умов праці.

Способи обробки кормів поділяють за видом енергії, яка використовується в технологічному процесі. Розрізняють: механічну, теплову, хімічну, біологічну, електричну та комбіновану обробки кормів (рис. 1.1).

Механічна обробка кормів містить: очищення, подрібнення, дозування, змішування, пресування, транспортування. Під впливом механічної обробки кормів змінюються їх фізичні, механічні, технологічні та дієтичні властивості, гранулометричний склад, зменшуються затрати біологічної енергії на розжовування тваринами під час поїдання.



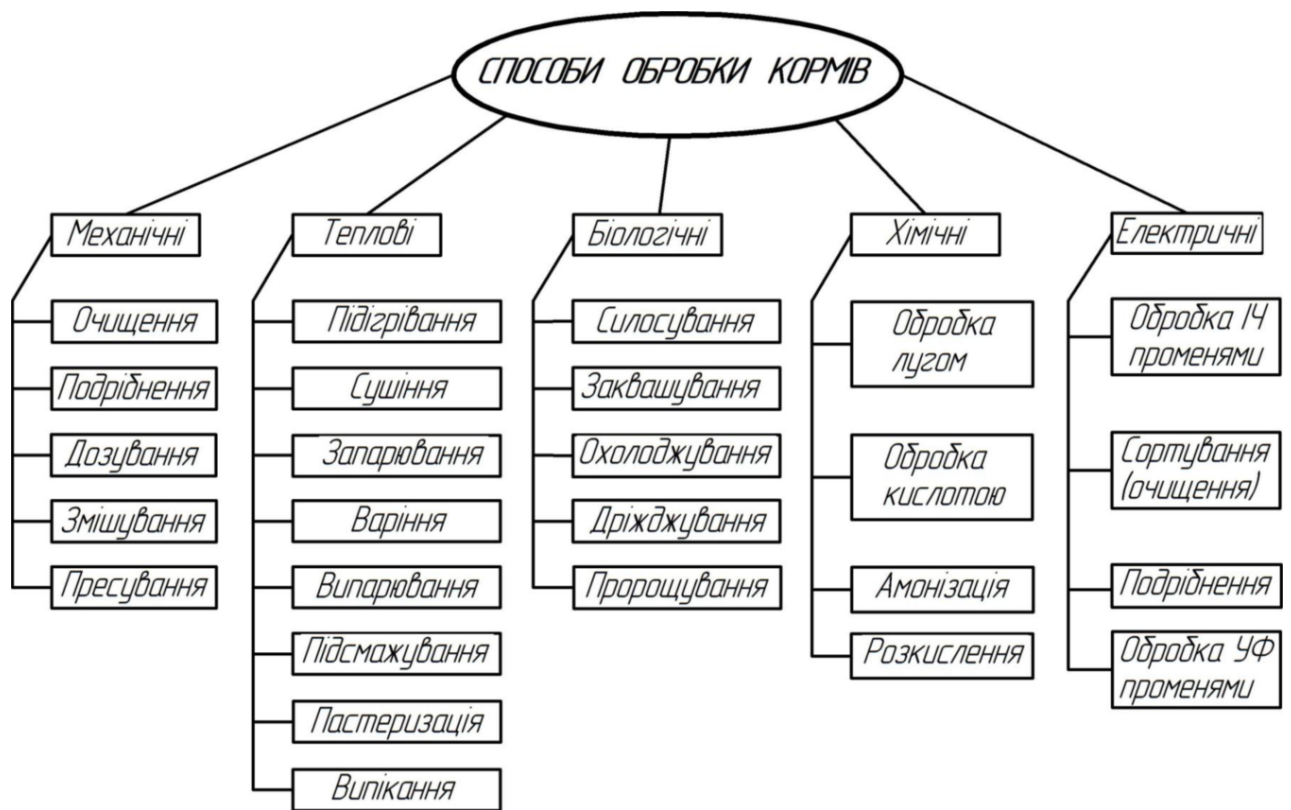


Рисунок 1.1 – Класифікація способів обробки кормової сировини у процесі її підготовки до згодовування

Термічна обробка кормів – це нагрівання, запарювання, варіння, сушіння, підсмажування, випарювання, пастеризація, охолодження заморожування. Під дією тепла чи холоду активізуються або сповільнюються хімічні, фізичні й біологічні процеси, які можуть значно підвищити цінність корму або сповільнити його псування, а також зменшити втрати поживних речовин під час зберігання [1].

Хімічна обробка кормів включає обробку їх хімічними препаратами, наприклад, вапнування, обробка кислотами, лугами, аміаком (амонізація) та іншими речовинами. Хімічна обробка кормів може значно підвищувати їх поживну цінність, засвоювання, дієтичні властивості.

Біологічні способи обробки кормів – це розведення на поживному середовищі корму біологічної мікро- і макрофлори, яка перетворює корм у доступніші для засвоєння тваринами речовини, а також збагачує білками та іншими цінними речовинами за рахунок споживання тваринами самих біоорганізмів. Приклади: силосування, заквашування, дріжджування, пророщування.

Електричні способи обробки кормів – це сортування, подрібнення, обробка інфрачервоними та ультрафіолетовими променями.

Грубі корми подрібнюють на січку довжиною 10...15 мм для ВРХ молочного і 10...20 мм для відгодівельного напрямків виробництва із розщепленням уздовж волокон. Силос і сінаж у складі кормосуміші повинен мати довжину частинок не більше 30 мм.

Коренебульбоплоди очищають від бруду, подрібнюють та змішують з іншими кормами. Залишкова забрудненість не повинна перевищувати 3 %. Розміри частинок подрібнених коренеплодів повинні бути 10...15 мм.

Зернові корми надходять до кормоцеху у вигляді комбікормів або збагачених сумішей концентрованих кормів, виготовлених у комбікормових цехах або на заводах і вводяться у кормосуміші в натуральному або зволоженому вигляді.

На фермах для відгодівлі ВРХ весь раціон зернових кормів включають до кормосуміші. На молочних фермах близько 50 % зернових кормів входить до складу кормосуміші, а решту згодовують під час доїння пропорційно до продуктивності корів.

Трав'яне борошно вводиться до кормової суміші з концентрованими кормами. Обладнання для зберігання й дозування трав'яного борошна повинно бути уніфіковане з обладнанням для зернових кормів.

Живильні розчини - мелясовий, меляси з карбамідом та інші готують у кормоцеху згідно з зоотехнічними вимогами до приготування живильних розчинів і добавок. Такі розчини застосовують для здобрювання кормів і збалансування поживності кормосуміші.

Неточність дозування грубих кормів, силосу, сінажу, коренебульбоплодів не повинна перевищувати  $\pm 15\%$ ; а концентрованих – 5 % від заданого раціону. Показник якості однорідності змішування кормосуміші повинен бути не менше 80 %, а якщо до раціону вводиться карбамід - не менше 90 %. Вологість готової кормосуміші не повинна перевищувати 75 %.

## 1.2.2. Характеристики кормоцехів

Кормоцех – це підрозділ тваринницької ферми або комплексу, призначений для механізованої переробки кормів і приготування кормосуміші у необхідній кількості і відповідно із зоотехнічними вимогами. Використання кормоцехів зменшує затрати праці на приготування кормів на фермах ВРХ у 2...3 рази, свинофермах у 3...5 разів і на птахофермах у 4...7 разів. У структурі собівартості продукції тваринництва корми складають біля 60 %, а у птахівництві – більше 70 %, тому від успішної роботи кормоцеху залежить ефективність роботи тваринницьких ферм і комплексів.

Кормоцехи розрізняють: за призначенням, продуктивністю, видами приготовлюваних кормосумішей, технологією обробки кормів, принципом роботи, набором технологічного обладнання, кількістю обслуговуючого персоналу та іншими особливостями. Загалом кормоцехи поділяють на два типи: спеціалізовані – призначені для одного виду ферм (ВРХ, свинарських, птахівничих) і комбіновані - для кількох галузей тваринництва.

Аналіз технологічних ліній сучасних кормоцехів показує, що всі операції у них можна звести до чотирьох основних типів: накопичення, дозування, змішування і видавання готової продукції, а при необхідності включають лінію гранулювання або брикетування кормів.

При виборі проекту і будівництві кормоцеху необхідно знати перспективу розвитку кормової бази господарства, знати особливості роботи існуючих кормоцехів, можливості серійного технологічного обладнання.

Кормоцехи для ВРХ за призначенням вони бувають для молочнотоварних ферм, відгодівлених ферм та універсальні. Такі ферми розраховані на обслуговування 400...600, 600...800, 800...1200 і більше корів та на 3, 5, 10 і 20 тис.свиней на відгодівлі. Кормоцехи для ВРХ бувають двох видів: для приготування вологих кормових сумішей і сухих повнораціонних гранульованих або брикетованих кормових сумішей [3].

За технологією обробки соломи кормоцехи бувають із запарюванням і хімічною обробкою. Кормоцехи без запарювання порівняно із запарюванням і хімічною обробкою простіші у виготовленні і дешевші у будівництві, але у них не

завжди можна обробляти всі види кормів. Підігріті кормові суміші тварини краще поїдають, особливо у зимовий період.

Підготовка кормів проводиться відповідно до зоотехнічних вимог, які зроблені для кожного виду кормів, операцій технологічного процесу.

Забруднення коренеплодів після миття не повинно складати більше 2...3 %. Для ВРХ коренеплоди подрібнюються до 5...15 мм, свиням 1...10 мм, птиці 3...4 мм. При розробці технологій приготування кормів, враховують розміщення кормів по території, технологію заготівлі і зберігання, якість кормів. Коренеплоди зберігають в сховищах без зміни їх фізичних властивостей.

Раціон тварин повинен бути збалансований майже по 20 компонентам. Збалансована по всіх вимогах кормо суміш дозволить на 10...50 % зменшити витрати кормів, не знижуючи продуктивність тварин.

Головне завдання підготовки кормів полягає в здійсненні збалансованого складу раціону тварини по значній кількості складових: протеїну, каротину, амінокислоти, мінеральних речовин.

Кормоцехи готують: сухі кормо суміші, які мають вологість 12...15 %, і можуть бути розсипними, гранульованими або брикетними; вологі суміші вологістю 45...70 %, рідкі суміші вологістю 75...95 %.

Кормоцехи мають: лінію комбікормів, лінію січного борошна, лінію зеленої маси, лінію змішування і видачі приготованої кормо суміші. Технологічні лінії починаються від сховищ кормів, коренеплодів, комбікормів, сіна і т.д. На ділянці навантаження корму, кормоцех поточкові лінії розривні, тому в цехи на початку лінії коренеплодів та комбікормів, встановлюють місткості запасу по подачі (живильники ТК-5, ТК-55, ПК-6). В лінії приготування січного борошна встановлені місткості запасу по видачі (ПСМ-10). Лінія зеленої маси в зв'язку з невеликими об'ємами робіт та ручним завантаженням не обладнано місткостями резервуарами. В лінії миття та подрібнення коренеплодів встановлюють фекальні насоси для видалення бруду.

### 1.2.3. Технологічні схеми кормоцехів для згодовування свиней

За призначенням їх поділяють на цехи для репродуктивних, відгодівельних ферм і ферм із замкнутим циклом, а за видом годівлі - для приготування кормових сумішей концентратно-коренеплідного і концентратно-картопляного типу годівлі.

Кормоцех «Маяк-6» (рис. 1.2) призначений для приготування вологих кормових сумішей з соковитих і концентрованих кормів і розрахований на обслуговування свиноферм з поголів'ям до 6 тис.свиней.

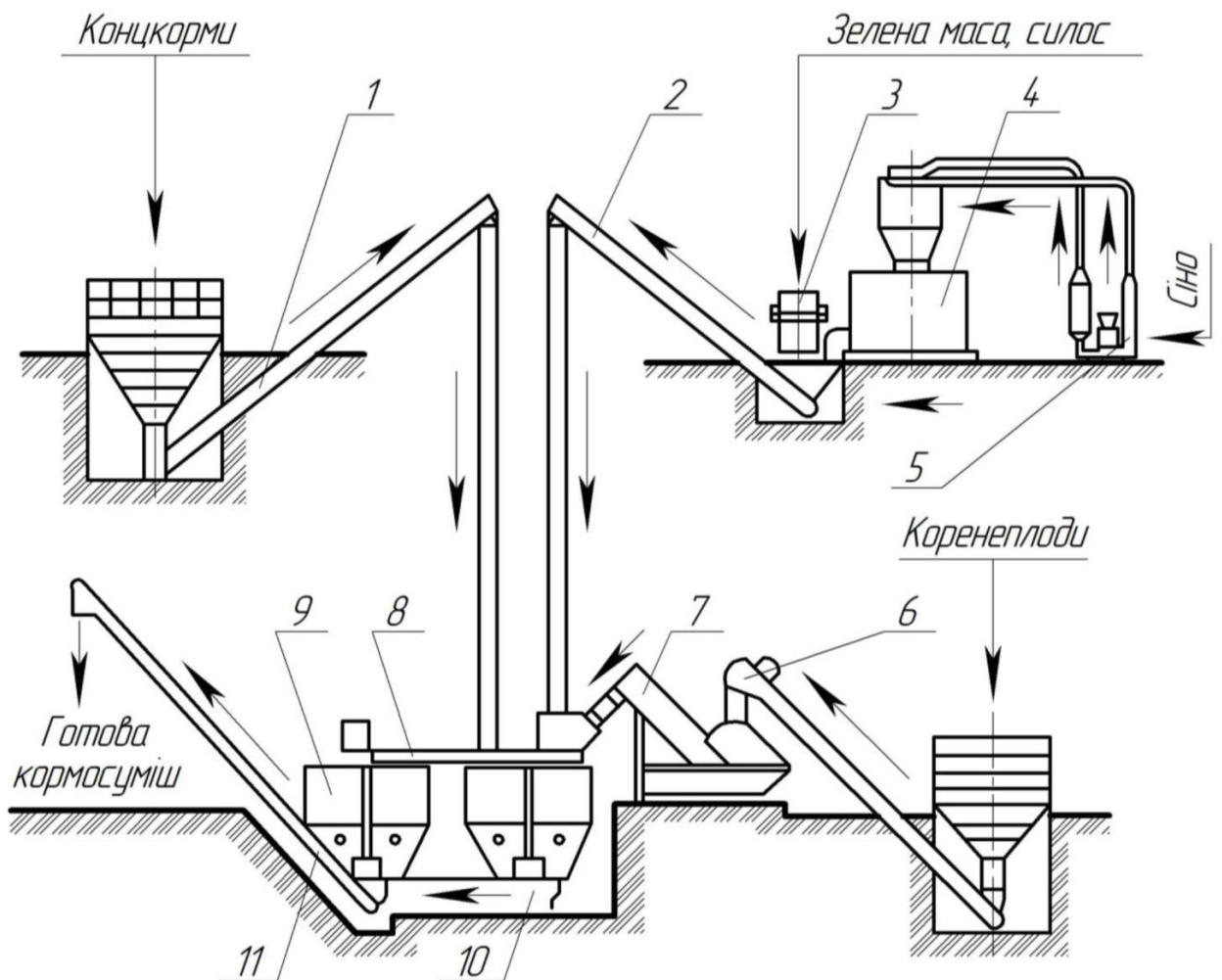


Рисунок 1.2 – Технологічна схема кормоцеху «Маяк-6»:

- 1 – подрібнювач КДУ-2,0; 2 – транспортер ТС-40С; 3 – подрібнювач зеленої маси і силосу «Волгарь-5»; 4 – живильник трав'яного борошна;
- 5 – транспортер; 6 – транспортер коренеплодів ТК-5Б; 7 – подрібнювач коренеплодів ИКМ-5; 8 – завантажувальний збірний шнек ШЗК-40М;

9 – змішувач С-12; 10 – вивантажувальний шнек ШВС-40М; 11 – скребковий транспортер ТС-40М.

Кормоцех 802-249С (рис. 1.3) призначений для приготування кормових сумішей з концентратів, картоплі, зеленої маси і перегону.

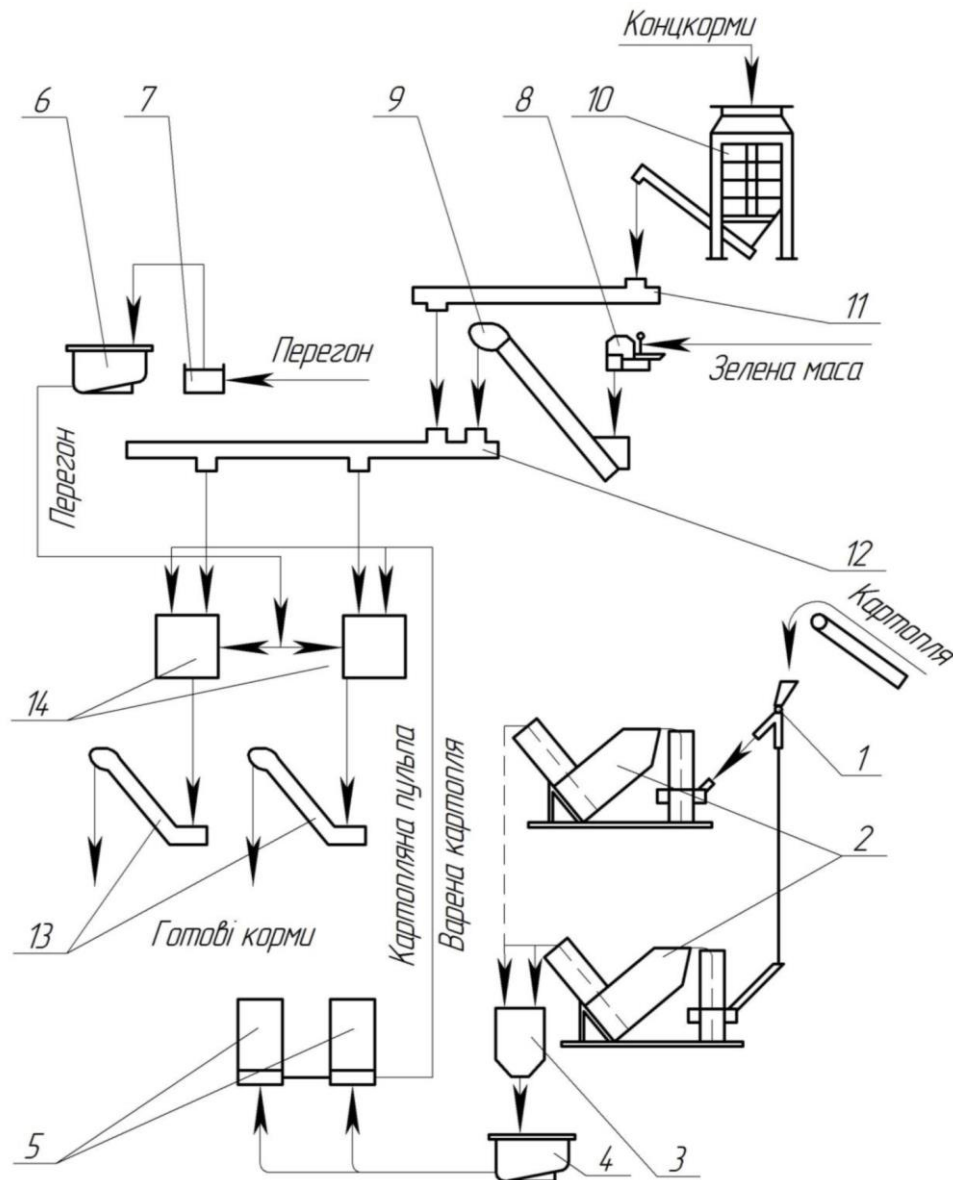


Рисунок 1.3 – Технологічна схема кормоцеху (т.п. 802-249С):

- 1 – перекидний двосторонній клапан КДР-5 з ручним керуванням;
- 2 – картоплезапарювальний агрегат ЗПК-4; 3 – змішувач С-12;
- 4 – молокоприймальний бак БМ-2000; 5 – відцентровий фекальний насос 5Д-6; 6 – молокоприймальний бак БМ-1000; 7 – молочний насос; 8 – подрібнювач «Волгарь-5»; 9 – скребковий ланцюговий транспортер ТСУ-25/35; 10 – бункер

концкормів БСК-10; 11 – транспортер; 12 – шнековий транспортер УШЧ-320; 13 – вивантажувальний транспортер; 14 – змішувач С-7.

Розрахований на обслуговування свиноферми із закінченим виробничим циклом на 6 тис. голів у рік або репродуктивну ферму до 12 тис. голів у рік. У приміщенні кормоцеху розміром 12x13 м є кормоприготувальне відділення, електрощитові, кімната для обслуговуючого персоналу, коридор, тамбур і кормовий проїзд. До кормоцеху прибудовано картоплесховище. Для обробки і приготування кормів встановлюють 4 технологічні лінії [1, 2].

### **1.3. Огляд конструкцій машин для підготовки концентрованих кормів та відведення відходів**

#### **1.3.1. Характеристика та конструкція машин для підготовки концентрованих кормів**

Подрібнення – це процес руйнування перероблюваного матеріалу з метою зменшення крупності його частинок до розмірів, необхідних для ефективного використання продуктів, що при цьому одержують.

Для переробки кормової сировини використовують різноманітні подрібнювачі, а зокрема:

- плющилки - працюють за принципом роздавлювання;
- вальцові дробарки – матеріал руйнується сколюванням;
- зубчасті дробарки – подрібнення в результаті розламування;
- жорнові млини – працюють за принципом роздавлювання і перетирання;
- ножові подрібнювачі – розділення матеріалу на частини шляхом різання;
- ножові млини – подрібнення матеріалу різанням, розбиванням і перетиранням;
- роторні дробарки – руйнування матеріалу за рахунок ударів і перетирання;

- дискові відцентрові млини – подрібнення в результаті розбивання;
- молоткові дробарки – працюють за принципом розбивання і сколюванням.

За своїм призначенням молоткові подрібнювачі можна поділити на три групи:

1) Спеціальні – можуть подрібнювати конкретні види кормової сировини, близькі між собою за фізико - механічними властивостями.

2) Універсальні – можуть переробляти матеріали, що суттєво різняться своїми властивостями і характеристиками продуктів подрібнення.

3) Комбіновані – суміщають власне подрібнення з іншими технологічними процесами.

Подрібнювач грубих кормів ИГК-30Б (рис. 1.4) призначений для подрібнення соломи, сіна та інших грубих кормів у розсипному стані вологістю до 25 %. Виготовляють у двох модифікаціях – з приводом від ВВП трактора класу 1,4 (ИГК-30Б-І) і з приводом від електродвигуна потужністю 30 кВт (стаціонарний варіант, ИГК-30Б-ІІ) [4].

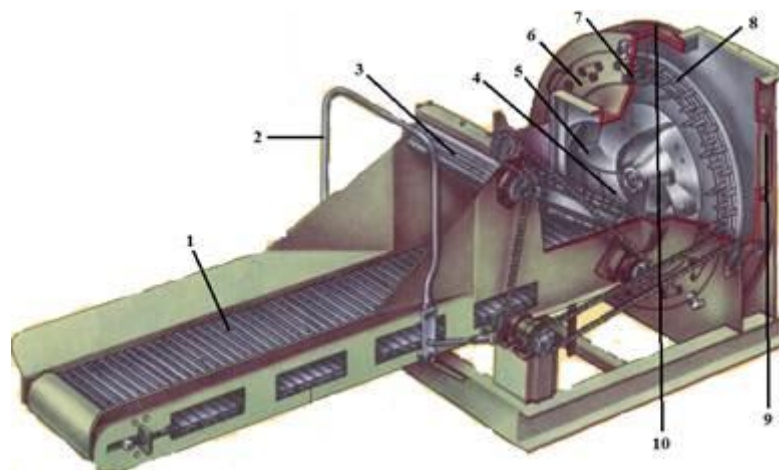


Рисунок 1.4 – Загальна будова подрібнювача ИГК-30Б:

- 1 – горизонтальний конвеєр; 2 – важіль механізму керування конвеєрами;
- 3 – похилий конвеєр; 4 – рухомий диск; 5 – лопасть рухомого диска;
- 6 – нерухомий диск; 7 – нерухомі штифти; 8 – штифти рухомого диска;
- 9 – люк; 10 – кожух подрібнювача.



Він складається з живильника, подрібнювального апарата, кожуха і рами. Живильник має горизонтальний і похилий ущільнювальні конвеєри. Він забезпечує відокремлення каміння та інших важких включень, які випадають із соломи через спеціальне вікно знизу приймальної камери.

Подрібнювальний апарат складається з двох рядів нерухомих і трьох рядів рухомих штифтів, розміщених відповідно на нерухомому і рухомому дисках. Кожух подрібнювального апарата має дефлектор, яким відводиться готовий продукт, і люк для огляду подрібнювального апарата.

Солома подається горизонтальним конвеєром, ущільнюється похилим конвеєром, надходить до приймальної камери, захоплюється лопатями вентилятора і спрямовується до подрібнювального апарата. Пройшовши між штифтами, подрібнена солома потоком повітря трубопроводом виводиться з машини.

Подрібнювач кормів ИКВ-5А «Волгарь-5» (рис. 1.5) призначений для подрібнювання соковитих і грубих кормів (солома, коренебульбоплоди, баштанні культури, зелена маса, сінаж, сіно), а також риби. Його можна використовувати як в потокових лініях кормоцехів, так і окремо.

Подрібнювач складається з горизонтального і похилого конвеєрів, ножового барабана першого ступеня подрібнювання, протирізальної пластини, заточувального пристрою, шнека, подрібнювального апарата другого ступеня і електричного зрушувача.

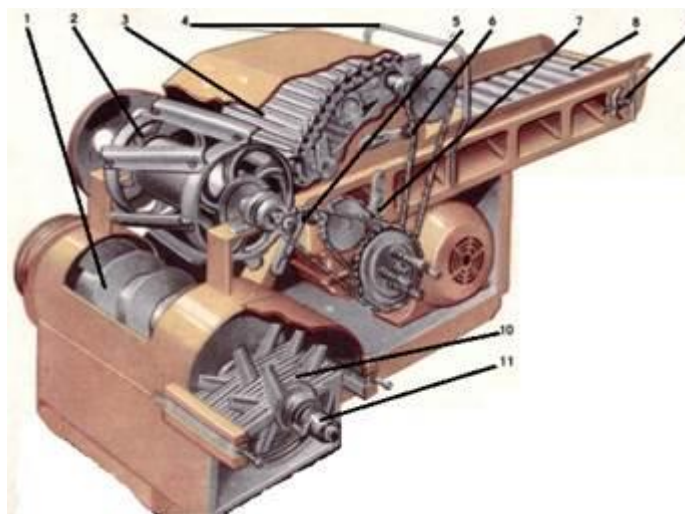


Рисунок 1.5 – Загальна будова подрібнювача ИКВ-5А «Волгарь-5»:

1 – гвинт; 2 – ножовий барабан; 3 – похилий конвеєр; 4 – механізм керування конвеєрами; 5 – натяжний пристрій ланцюгового передавача редуктора;  
6 – натяжний пристрій ланцюгового передавача похилого конвеєра;  
7 – натяжний пристрій ланцюгового передавача горизонтального конвеєра; 8 — горизонтальний конвеєр; 9 – натяжний пристрій горизонтального конвеєра; 10 – подрібнювальний апарат другого ступеня; 11 – зрізний штифт

Сировину, що підлягає переробці, подають на горизонтальний конвеєр, який, взаємодіючи з похилим конвеєром, ущільнює її і спрямовує до різального апарата першого ступеня, де відбувається попереднє подрібнення. Після цього гвинт подає проміжний продукт до апарата другого ступеня, в якому сировина подрібнюється до заданого розміру часточок. Готовий продукт вивантажується крізь нижнє вікно у корпусі. Величину часточок продукту регулюють зміною положення першого рухомого ножа відносно кінця гвинта, а також кількості ножів у апараті другого ступеня. В разі подрібнення корму для птиці перший рухომий ніж встановлюють на зовнішні шліци втулки так, щоб кут між його лезом і кінцем витка гвинта дорівнював  $9^\circ$ , у разі подрібнення корму для свиней –  $54^\circ$ . Кожен наступний ніж зміщують проти напрямку руху за спіраллю на  $72^\circ$  відносно попереднього. Після цього втулку з ножами встановлюють внутрішніми шліцами на вал у потрібне положення. На валу закріплюють фланець і з'єднують його із фланцем втулки зрізним штифтом.

Якщо подрібнювач використовують на фермах великої рогатої худоби (що не раціонально), рухомі і нерухомі ножі апарата другого ступеня знімають. Ножі на барабані першого ступеня подрібнення гострять безпосередньо на машині. Для цього до барабана, що обертається на холостому ході, штурвалом підводять наждак, закріплений у головці заточувального пристрою, і переміщенням його вздовж барабана вперед-назад загострюють ножі. Після цього наждак відводять від ножів до упору і фіксують. Для загострення ножів апарата другого ступеня в головці заточувального пристрою передбачено невеликий наждачний круг, який урохомлюється від шківів ножового барабана за допомогою фрикційного ролика. Рухомі і нерухомі ножі апарата другого ступеня знімають, по чергово загострюють і знову встановлюють на місце.

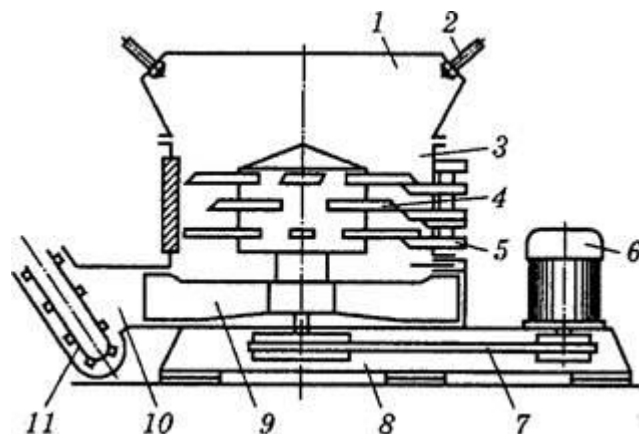
Для ефективного різання зазор між лезами ножів апарата першого ступеня та протирізальною пластиною має бути в межах 0,5...1,0 мм. Його забезпечують переміщенням барабана разом із вальницями за допомогою регулювальних гвинтів. Зазор між лезами рухомих і нерухомих ножів апарата другого ступеня (0,05...0,70 мм) забезпечується за рахунок товщини кілець та прокладок, а також переміщенням опор разом із блоком нерухомих ножів.

Подрібнювач-змішувач кормів ИСК-3А (рис. 1.6) призначений для подрібнення стеблових кормів, коренебульбоплодів та деяких інших видів сировини і приготування з них сумішок із додаванням подрібнених концентратів, мінеральних речовин і поживних розчинів. Використовують на фермах великої рогатої худоби в комплектах обладнання кормоцехів (серії КОРК) та лініях переробки соломи (ЛИС-3, ЛОС-3).

Подрібнювач складається з приймальної, робочої і вивантажувальної камер, рами, електроурухомника. На внутрішній поверхні робочої камери встановлено протирізальні елементи або деки, а в самій камері змонтовано ротор із набором ножів. У корпусі робочої камери є люки для проведення монтажних робіт і технічного обслуговування. Для внесення рідких добавок у приймальній і вивантажувальній камерах встановлено по дві форсунки. Готова суміш вивантажується кидальником на конвеєр.

Подрібнювач із розвантажувальною камерою, а також електроурухомник змонтовані на спільній рамі.

Машина ИСК-3А може працювати в режимах подрібнення, змішування, а також змішування з додатковим подрібненням.



## Рисунок 1.6 – Конструктивна схема подрібнювача – змішувача кормів ИСК-

ЗА:

- 1 – приймальна камера; 2 – розбризкувач; 3 – робоча камера; 4 – ротор із ножами;
- 5 – нерухомі ножі (протиризальні елементи); 6 – електроурухомник;
- 7 – клинопасовий передавач; 8 – рама; 9 – лопатевий кидальник;
- 10 – вивантажувальна камера; 11 – конвеєр.

У разі подрібнення машину комплектують пакетами протиризів (максимально можлива їх кількість – 6). Цю схему використовують для подрібнення одного виду корму (наприклад соломи) або додаткового подрібнення кількох видів кормів. На роторі встановлюють чотири вкорочені ножі в першому (за ходом подачі сировини) ряді, два або чотири довгих – у другому і два або чотири зубчастих – у третьому і четвертому рядах.

У режимі змішування в робочій камері встановлюють шість пакетів дек, зміщених на  $60^\circ$ , а на роторі – чотири вкорочені ножі в першому ряді, два довгих – у третьому і два зубчастих – у четвертому. При цьому вихідні компоненти (особливо стеблові) мають бути попередньо добре подрібнені. У варіанті змішування з доподрібненням у робочій камері розміщують три протиризів і три деки так, щоб вони чергувалися між собою.

Технологічний процес у режимі зі змішуванням здійснюється так. Попередньо віддозовані компоненти водночас і безперервно подають у приймальну камеру, звідки вони надходять у робочу камеру. Під дією активних ножів корм перемішується, а як результат їх взаємодії з протиризами та деками ще й додатково подрібнюється і по спіралі поступово опускається в розвантажувальну камеру. З неї рівномірна суміш кидальником видаляється на вивантажувальний конвеєр.

У разі потрапляння в робочу камеру твердих предметів підпружинені пакети протиризів чи дек відхиляються і пропускають ці предмети в розвантажувальну камеру, що запобігає поломці робочих органів. Після цього протиризів автоматично знову повертаються в робоче положення.

За всіх режимів роботи машина має забезпечувати рівномірність змішування компонентів не менше 80...90 %. Якість змішування і ступінь

подрібнення корму регулюють 3-ма способами: зміною кількості і типу ножів; кількості протирізів і дек; тривалості перебування продукту в робочій камері за допомогою зміни положення шибера, встановленого перед кидальником.

Продуктивність подрібнювача-змішувача коливається в досить широких межах (5...20 т/год) залежно від складу кормових сумішок та співвідношення в них компонентів.

Для підготовки до згодовування соковитих кормів (коренебульбоплодів) використовують технологічне обладнання, яке забезпечує їх очищення (миття), подрібнення і в окремих випадках – запарювання.

Подрібнювач ИКМ-Ф-10 (рис. 1.7) призначений для очищення від важких домішок, миття і подрібнення коренебульбоплодів для свиней і великої рогатої худоби. Його можна використовувати у поточних технологічних лініях кормоприготувальних об'єктів тваринницьких ферм, оснащених системою водопостачання та каналізацією, а також як самостійну машину.

Робочі органи машини (гвинт мийки з диском-активатором, горизонтально-дискова коренерізка та конвеєр для видалення камінців) приводяться в дію окремими електроприводами.

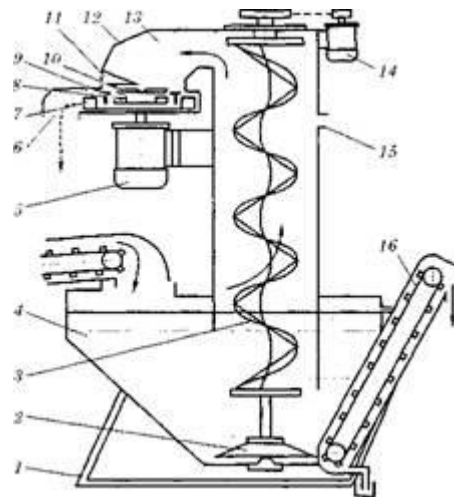


Рисунок 1.7 – Конструктивно-функціональна схема подрібнювача ИКМ-Ф-10:

- 1 – рама; 2 – диск-активатор; 3 – гвинт мийки; 4 – ванна;
- 5, 14 – електроурухомники; 6 – вивантажувальний лотік; 7 – вивантажувальні лопаті; 8 – дека; 9 – вертикальні ножі; 10 – горизонтальні ножі; 11 – протирізальний елемент; 12 – накривка; 13 – камера коренерізки;
- 15 – зрошувач; 16 – конвеєр для видалення камінців

До початку роботи машини ванну заповнюють водою. Коренебульбоплоди подають у ванну крізь завантажувальне вікно. Тут вони відмиваються від землі вихровим потоком води, що створюється диском-активатором. Камінці та інші важкі предмети, внесені у ванну, тонуть і потрапляють на диск-активатор, звідки відцентровою силою поступово викидаються в приймальну горловину конвеєра і виносяться за межі мийки. З ванни коренебульбоплоди захоплює гвинт, підіймає їх догори, де вони додатково обмиваються водою із зрошувача. Брудна вода зливається з ванни крізь патрубок у відстійник каналізації. Помиті коренебульбоплоди надходять у камеру коренерізки і горизонтальними ножами верхнього диска, які взаємодіють із протирізальним елементом, розрізаються на стружку, яка потрапляє на середній диск. Відцентровою силою стружка відкидається на нерухому деку і вертикальними ножами подрібнюється додатково (протирається крізь деку). Продукти подрібнення лопатями подаються в лотік і видаляються з машини.

Зубчасту деку використовують у разі подрібнення коренебульбоплодів для свиней. Для великої рогатої худоби їх подрібнюють, знявши зубчасту деку, а за потреби – і вертикальні ножі, що знаходяться на середньому диску. Для переробки мерзлих коренебульбоплодів на верхньому диску встановлюють горизонтальні ножі зубчастого типу.

Машину можна використовувати також як мийку. Для цього верхній диск із горизонтальними ножами, вертикальні ножі та зубчасту деку коренерізки знімають і на їх місце ставлять стопор нижнього диска.

У разі перевантаження гвинта або подрібнювача відкривають накривку, щоб запобігти поломкам машини.

За конструктивним виконанням молоткові подрібнювачі бувають відкритого і закритого типі з периферійною і центральною (осьовою) подачами сировини в робочу камеру, з пристроєм для попереднього деформування або подрібнення сировини і без нього, з горизонтальним і вертикальним розміщенням барабана, із шарнірно підвішеними(молотки) робочими органами на барабані та з жорстким їх кріпленням, з циліндричними і боковими решетами, а також без решітні, з вихровою камерою або без неї [5, 6].

Універсальна дробарка кормів (рис. 1.8) КДУ–2.0 призначена для подрібнення зерна, качанів кукурудзи, грубих кормів, силосу, коренеплодів. Дробарка складається з дробильного апарата 1, вентилятора 2, циклона 6 із шлюзовим затвором 5, транспортуючого 7 і повітряного 8 зворотного трубопроводів, ножового (різального) 12 барабана, живильного 14 і притискного 17 транспортерів, завантажувального ковша 3 і приводного механізму 15, 18.

У корпусі дробильного апарату кріпляться дві рифлені деки з відбіленого чавуну. Кришка дробильної камери має вигляд коробки, бічні стінки якої притягуються до станини двома накидними замками. У задній частині дробильної камери встановлюють змінне решето, яке притискується до корпусу кришкою за допомогою накидних замків. При відкиданні кришки змінне решето випадає з дробильної камери [6, 1].

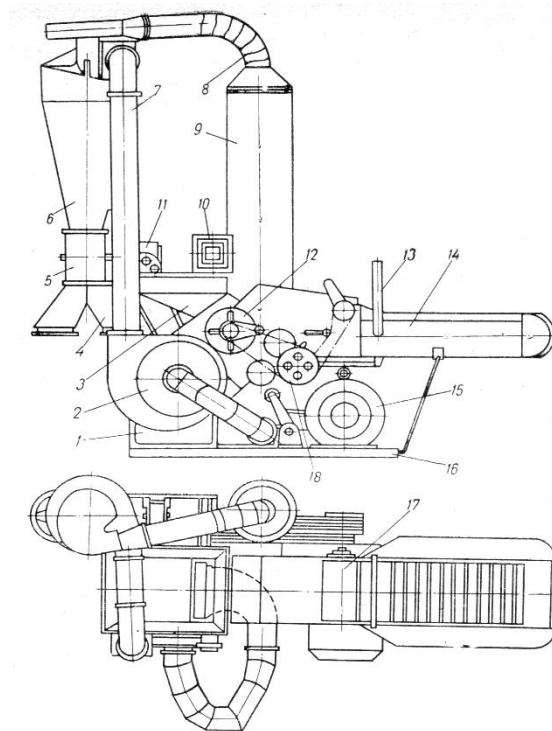


Рисунок 1.8 – Дробарка кормів КДУ – 2.0:

- 1 – подрібнюючий апарат; 2 – вентилятор; 3 – завантажувальний бункер;  
 4 – раструб; 5 – шлюзовий затвор; 6 – циклон; 7 – нагнітальний пневмопровід; 8 – відводящий пневмопровід; 9 – фільтр; 10 – показчик навантаження;  
 11 – червячний редуктор; 12 – подрібнюючий апарат; 13 – важіль включення подрібнюючого барабану; 14 – транспортер; 15 – електродвигун; 16 – рама;

17 – пресувальний транспортер; 18 – редуктор; 19 – відсмоктувальний патрубок.

Для вловлювання з подрібнюваного продукту металевих предметів, дробильна камера обладнана верхнім і нижнім сепараторами. Дробильний барабан складається з восьми дисків, шести пальців, на яких шарнірно закріплені по 15 молотків. Ножовий (різальний) барабан подрібнювача має три криволінійні ножі, прикріплені до сталевих дисків.

Фрикційна муфта запобігає поломкам різального барабана при потраплянні разом з подрібнюваним продуктом металевих предметів або каміння. Зазор між кожним ножом і різальною пластиною повинен становити 0,5 мм. Регулюють зазор за допомогою двох упорних гвинтів.

Транспортерний живильник складається з горизонтального живильного стрічкового транспортера і похилого притискного транспортера плаваючого типу. Циклон призначений для видалення подрібненого продукту із суміші його з повітрям.

Для полегшення пуску дробарки і зменшення величини пускового струму у шків електродвигуна вмонтована відцентрова фрикційна муфта. Контроль за роботою дробарки здійснюють за показами амперметра-індикатора, яким обладнана дробарка.

Запарник-змішувач кормів С-12А (рис. 1.9) використовується для приготування кормових сумішей (вологістю 65-80%) з сирих або запарених кормів для великої рогатої худоби, свиней, птиці. Робочий об'єм запарника-змішувача (12 м<sup>3</sup>) дає можливість не тільки запарювати і змішувати соковиті корми, а й готувати суміші з подрібнених грубих кормів. Пара поступає в запарник-змішувач з двох сторін внизу корпусу від двох паророзподільників (12) з п'ятьма муфтовими кранами, які з'єднані з паророзподільником патрубками. Ці патрубки одним кінцем уварені в днище змішувача, а на іншому кінці розташована заглушка, необхідна для очисних робіт. Одночасне відкриття і закриття кранів забезпечується за рахунок загальної тяги, якої вони пов'язані. Приєднання запарника до парової магістралі здійснюється за допомогою



парового колектора з приєднувальних фланцем, який розташований з боку вивантажний горловини. Контроль тиску в процесі запарювання проводиться за манометром, встановленим на паровій магістралі.

Змішувачий робочий орган складається з пари лопатевих мішалок (4), (5) і вивантажувального шнека (3). Обертання мішалок відбувається в різні боки, права - за годинниковою стрілкою (якщо дивитися з боку приводу) Вона спрямовує корм в сторону приводу.

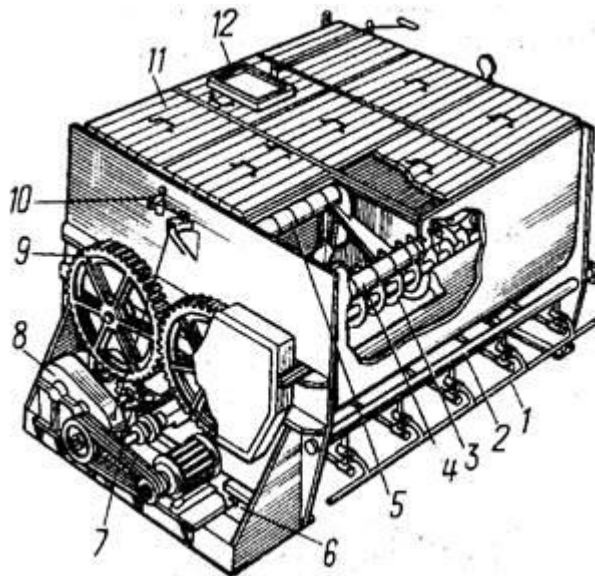


Рисунок 1.9 – Загальна будова запарника-змішувача кормів С-12А:

- 1 – система управління кранами паророзподільниками; 2 – паророзподільник;  
3 – вивантажувальні шнеки; 4,5 – лопатеві мішалки, 6 – натяжний пристрій пасової передачі; 7 – натяжний пристрій ланцюгової передачі; 8 – редуктор;  
9 – шестерня; 10 – система управління шнеком і засувкою; 11 – щит;  
12 – Кришка.

Ліва мішалка (обертається проти годинникової стрілки) направляє кормову масу в сторону вивантажний горловини. Інтенсивне перемішування відбувається за рахунок отримання обертального руху кормовою масою в площині лопатей з одночасним осьовим переміщення. Дві мішалки отримують привід від одного електродвигуна (через клино-пасову передачу, редуктор і шестерні). У нижній частині корпусу змішувача знаходиться вивантажний шнек, який заблокований механізмом клинової засувки і включається в роботу тільки після повного відкриття вивантажувальної горловини. Подача пари в змішувач при запарюванні кормів проводиться через розподільні труби, які виходять за межі корпусу в його

нижній частині. З кожного боку корпусу на паророзподільних трубах змонтовані п'ять муфтових кранів, одночасне керування якими здійснюється за допомогою штанг і важелів. Для подачі пари в кормову масу передбачено патрубки з отворами, які йдуть від кранів всередину корпусу.

Вода, м'яса, карбідні розчини, молочні відходи та інші рідкі добавки вводяться в кормову суміш через дві трубки, розміщені у верхній частині корпусу. Отвори в трубах розташовуються таким чином, що рідкі добавки потрапляють безпосередньо в зону інтенсивного перемішування кормів між мішалками. Зверху змішувач закривається кришками, в одній з яких є завантажувальний люк з шиберною засувкою.

В кормоцехах ферм із кормоприготувальних машин складають ПТЛ (поточні технологічні лінії), які забезпечують обробку кормів усіх видів для згодування тваринам, а також приготування повнораціонних кормових сумішей. Всі процеси в таких ПТЛ механізовані - від завантаження кормів в окремі змішувачі та машини до їх вивантаження і подальшого завантаження в кормороздавачі.

Світовий досвід свідчить про ефективність використання для приготування кормових сумішей і роздавання їх тваринам сучасних багатофункціональних універсальних технічних засобів, так званих фермських комбайнів. За визначенням, фермський комбайн — це машина для завантаження, подрібнення, дозування, змішування кормових матеріалів і роздавання приготованої кормової суміші тваринам. Ці машини обладнані пристроями для самозавантаження й без них, з горизонтальними і вертикальними шнеками для змішування та подрібнення великостеблових кормів (у тому числі в рулонах і паках), забезпечують виконання всіх технологічних операцій під час організації годівлі тварин: завантаження кожного з кормових компонентів, їхнього дозування, доподрібнення, змішування, транспортування і роздавання готової кормосуміші на кормовий стіл чи в годівниці.

Технологічний процес приготування кормосуміші здійснюється так: змішувач-кормороздавач під'їжджає по черзі до сховищ кормів, що входять до раціону, й завантажуються окремими компонентами кормової суміші. Кількість завантаженого корму контролюють за шкалою вагового пристрою. Стеблові

корми завантажують із використанням тракторних навантажувачів. Концентрований корм, білково-вітамінно-мінеральні добавки завантажують у бункер фермського комбайна з бункерів-накопичувачів.

По закінченні навантаження **всіх** складових кормового раціону корм транспортують комбайном до тваринницького приміщення, змішуючи при цьому кормові компоненти, тобто готують повнораціонну кормову суміш. Після в'їзду в приміщення і заїзду на кормовий стіл чи кормовий проїзд комбайн переводять на знижену передачу, вмикають вивантажувальний конвеєр та видають кормову суміш упродовж усього фронту годівлі тварин.

Таким чином один сучасний змішувач-кормороздавач може повністю замінити кормоцехи, які використовувались раніше.

### **1.3.2. Аналіз конструкції машин для видалення гною**

Своєчасне прибирання тваринницьких приміщень і видалення гною, ефективне використання його - одна з найважливіших проблем, значення якої зростає останніми роками.

Основні вимоги до технології і засобів видалення, зберігання, переробки і використання гною визначені нормативно-технічними документами на проектування таких систем, а також ветеринарно-санітарними та гігієнічними вимогами до устаткування технологічних ліній збирання гною.

При проектуванні систем збирання, видалення гною необхідно враховувати прогресивні технології та дотримуватися умов, які забезпечують: повне використання всіх видів гною і їх частин як добрива для сільськогосподарських угідь, підвищення рівня механізації і автоматизації виробничих процесів.

Об'єкти, які використовуються для зберігання гною повинні розташовуватися відносно житлової зони і тваринницьких підприємств з підвітряного боку переважаючих вітрів.

В залежності від способу утримання тварин і типу їх годівлі, використання підстилки, об'ємно - планувальних рішень ферми може застосовуватись механічне видалення гною з приміщень за допомогою транспортерів і скреперних установок, а також гідравлічне.

Транспортерні та скреперні системи дозволяють видаляти гній без розведення водою, однак вони мають суттєві недоліки: велику металоємність, недостатню експлуатаційну надійність, малу довговічність в зв'язку з роботою в агресивному середовищі. Тому в більшості випадків на свинарських фермах і комплексах для видалення гною застосовують гідравлічні системи [7].

До гідравлічних відносяться: змивні, відстійно-лоткові (шлюзові), комбіновані і самопливні.

Гідрозмив потребує великої кількості води, тому він застосовується лише в господарствах, що мають достатню кількість води. Рециркуляційний спосіб гідрозмиву в нашій країні не використовується.

До недоліків відстійно-лоткової системи слід віднести: утворення важкорозчинного осаду, при тривалій експлуатації спостерігається різке підвищення загазованості приміщень.

Самопливна система проста за будовою, надійна в експлуатації та позбавлена недоліків згаданих вище систем [8] рис. 1.10.

Гній, що втоптується тваринами в щілини підлоги, потрапляє в повздовжні канали 1, заповнені зарані водою до рівня поріжка 3 (рис.1.10). Гній, що потрапляє у канал спочатку тоне у воді, частково витісняючи її. Але протягом кількох днів густина маси в каналі зростає і досягає густини гною, що надходить.

Практично гній уже не тоне і при досягненні певної висоти потоку сповзає в поперечний канал 2. Через деякий час вільна поверхня гною утворює похил  $i_n$  (0,01...0,03), який залежить передусім від структурних властивостей рідкого гною, початкового напруження зсуву та структурної в'язкості, а також вологості та органічних складових. Підпір, що створюється різницею товщини шару – це та сила, що переміщує гній по каналу неперервно зі швидкістю 1...2м/год.

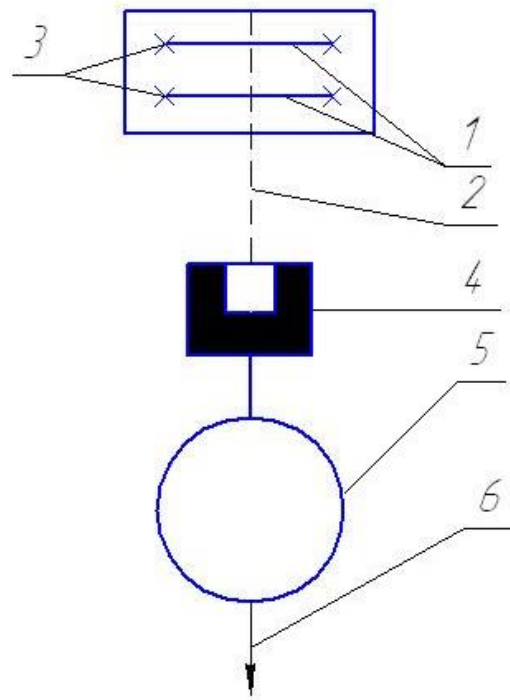


Рисунок 1.10 – Схема самопливної системи видалення гною на свиновідгодівельній фермі:

1 – повздовжні канали; 2 – поперечний канал; 3 – змивний трубопровід із засувкою; 4 – гноєзбірник; 5 – насосна станція; 6 – напірний трубопровід.

Схематизація розрахункових параметрів самопливної системи видалення гною показана на рис. 1.11.

Для завантаження гною із збірників до транспортного засобу (цистерни, резервуари, ущільнені кузови), або перекачування по напірним трубопроводам, застосовують такі насоси: НШ-50, НЖН-200, ЦМФ-160-10, НВ-150, НЦИ-Ф-100, ПНЖ-250.

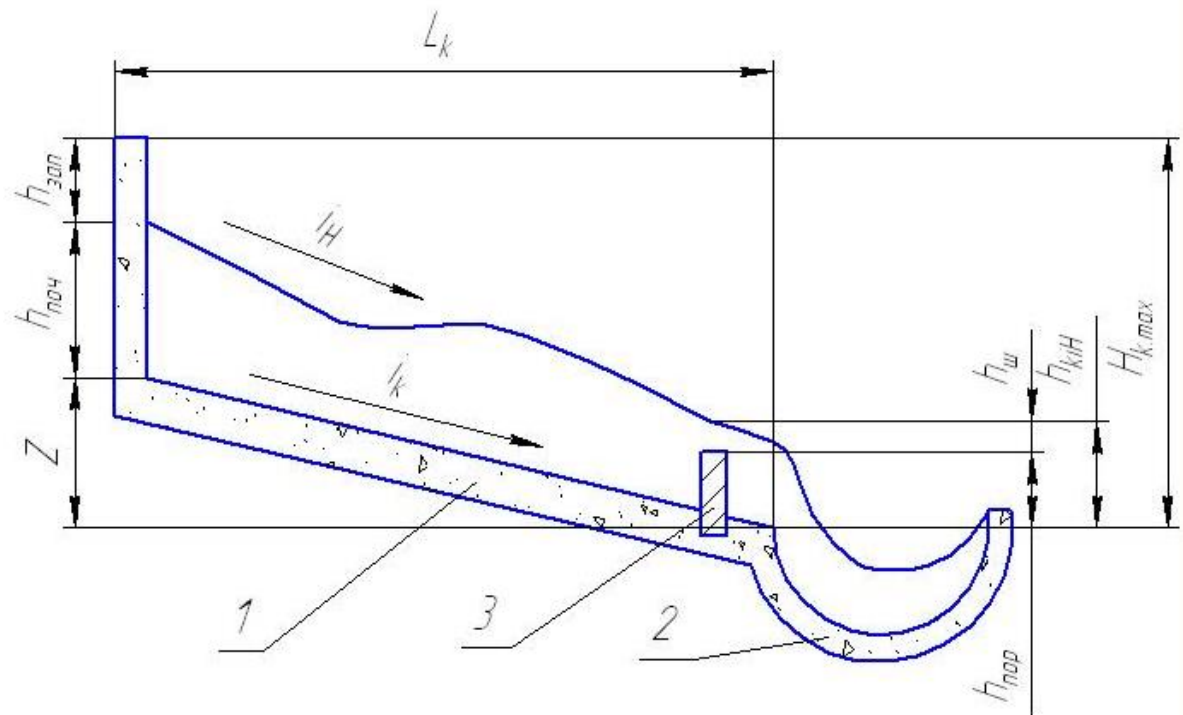


Рисунок 1.11 – Розрахункова схема самопливної системи видалення гною:

$Z$  – перепад рівнів дна каналу;  $h_{поч}$  – рівень гною на початку каналу;  $h_{зоп}$  – допустима відстань між  $h_{поч}$  і ґратчастою підлогою;  $L_k$  – довжина каналу;  $i_H$  – номінальний похил гнойової маси в каналі;  $i_k$  – похил дна каналу;  $h_{пор}$  – висота поріжка;  $h_{кін}$  – рівень гною в кінці каналу;  $h_{ш}$  – товщина шару гною над поріжком;

Вивчивши характеристики серійних насосів нескладно помітити, що для транспортування гною по трубопроводах від гноезбірників до цеху органічних добрив підходять насоси НЖН-200 і ПНЖ-250. Створюваний ними напір 200кПа достатній для подолання опору мережі 149кПа, а також вони забезпечують транспортування гною вологістю 94%.

До насосів-завантажувачів рідкого і напіврідкого гною висуваються такі вимоги:– бути надійними і зручними в експлуатації; – транспортувати гідросуміш зі швидкістю не менше 0,6...0,8м/с;– не створювати небезпеки для тварин, бути простим в експлуатації та обслуговуванні, надійним і довговічним в роботі.

Взагалі це дуже продуктивні навантажувачі (до200...250м<sup>3</sup>/год) і використання їх для забезпечення витрати суміші в магістральному трубопроводі  $Q=62\text{м}^3/\text{год}$  не раціонально із-за великої перевитрати електроенергії (споживна потужність НЖН-200-22кВт, ПНЖ-250-37,5кВт).

Тому для перекачки гною від гноєзбірника до цеху органічних добрив вибираємо експериментальний завантажувач напіврідкого гною з продуктивністю  $100\text{м}^3/\text{год}$ , напором  $150\text{кПа}$  і споживчою потужністю  $11\text{кВт}$ .

Однією із основних складальних одиниць завантажувача є насос, тому він прийнятий за об'єкт розробки.

#### **1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи**

Відгодівля свиней являє собою джерело забезпечення населення такими важливими продуктами харчування, як масло і жири. Всі концентровані корми необхідні для відгодівлі свиней згодують у вигляді комбікормів або повноцінних кормо сумішей в поєднанні з зеленими і соковитими кормами. Буряки, моркву, гарбузи, силос, зелену траву – використовують в подрібненому вигляді.

В дипломній роботі магістра ставимо задачу забезпечити якісну відгодівлю 2000 голів свиней з максимальною механізацією всіх процесів кормоприготування та гноєвідведення. Для забезпечення виконання поставленої задачі, необхідно: провести огляд існуючих технологій приготування кормів для відгодівлі свиней та кормоцехів, які їх забезпечують; вивчити механізми та машини для приготування кормів та їх транспортування; розробити механічну систему видалення гною. За даними дослідженнями обґрунтувати вибрану технологічну схему приготування кормів та схему кормоцеху для відгодівлі заданої кількості свиней, провести обґрунтування параметрів механізмів для перекачки гною.

Провести технологічні, кінематичні, енергетичні розрахунки окремих машин кормоцеху та гноєприбирання. Якщо в результаті обчислень окремі вимоги до показників обладнання не виконуються слід дати обґрунтування вирішення даної проблеми.

В роботі подати розробку технологічного процесу механічної обробки деталі, обґрунтувати техніко-економічними розрахунками доцільність проекту. Розробити заходи з охорони праці, цивільного захисту та захисту навколишнього середовища.

Розроблені конструктивні рішення відобразити в графічній частині.

## 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

### 2.1. Розрахунок структури поголів'я свиней

Розраховуємо структуру стада поголів'я свиней з врахуванням їх віку та заданої кількості (табл. 2.1.)

Таблиця 2.1 Структура поголів'я свиноферми

Вікові групи тварин	Відсоток	Кількість голів
Свині віком 2...3 місяці	20	400
Свині віком 3...4 місяці	20	400
Свині віком 4...6 місяці	20	400
Свині віком 7...8 місяці	20	400
Свині віком 8...10 місяці	20	400
Всього	100	2000

Визначаємо умовне поголів'я стада, яке визначаємо за формулою [9]

$$m_y = \sum_{i=1}^k m_i \cdot \alpha_{yi}, \text{ голів,} \quad (2.1)$$

де  $m_i$  – число голів свиней в даній структурній групі (див. табл. 2.1);

$\alpha_{yi}$  – перевідний коефіцієнт в умовне поголів'я тварин [9]);

$k$  – кількість груп тварин.

$$m_y = 400 \cdot 0,2 + 400 \cdot 0,4 + 400 \cdot 0,65 + 400 \cdot 0,85 + 400 \cdot 1 = 1243 \text{ голів}$$



## 2.2. Обґрунтування кількісних та якісних показників кормів

Відродження і розвиток тваринництва буде успішним і ефективним, якщо в цій галузі будуть застосовувати новітні технології та засоби механізації, технічне переоснащення діючих об'єктів, нові ферми і системи інженерно-технічного обслуговування та ремонту техніки, адаптовані до рівня концентрації і спеціалізації виробництва, способів утримання й годівлі тварин.

Корми для згодування сільськогосподарських тварин повинні відповідати нормам відгодівлі свиней та великої рогатої худоби. При теперішньому зростанню кількості мікродобавок (вітамінів, преміксів), контроль за якістю і кількістю кормів повинен бути більш строгим.

Кількісну видачу кормів для заданого поголів'я приймаємо [1] і наводимо у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Максимально-допустима добова видача кормів для ВРХ та свиней, кг

Вид тварин	Зелена маса	Жом	Коренебульбо плоди	Силос	Сіно	Концентрати
ВРХ	25	25	10.12	10	10	3
Свині	5	3	2,5...3,0	-	-	1,0

Способи приготування кормів і сумішей визначаємо за прийнятою технологією їх приготування.

Використання такої технології дасть можливість згодувати тварини раціонально і збалансовано.

Кормосуміші виготовленні в спеціалізованих кормоцехах забезпечують зростання приросту живої ваги у свиней, а якість молока покращується, збільшується їх надій.

Добову потребу кожного виду корму визначаємо за формулою [1]

$$P_{Д.К_i} = m_{y_i} \cdot q_{1i}, \quad (2.2)$$

де  $m_{y_i}$  – кількість тварин кожного виду або групи, поголів'я свиней

$$m_y = 1243 \text{ голів};$$

$q_1$  – добова норма кожного виду корму на одну умовну голову, кг/гол,

(див. табл. 2.2).

Використовуючи прийняті дані, розраховуємо потребу кормів кожного виду:

- зеленої маси (грубих кормів)

-

$$P_{Д.ГК} = 1243 \cdot 5 = 6215 \text{ кг};$$

- жому

$$P_{Д.Ж} = 1243 \cdot 3 = 3729 \text{ кг};$$

- коренебульбоплодів

$$P_{Д.К} = 1243 \cdot 3 = 3729 \text{ кг};$$

- концентрованих кормів

$$P_{Д.КК} = 1243 \cdot 1 = 1243 \text{ кг}.$$

Сумарна добова потреба кормів на умовне поголів'я свиней:

$$P_{Д} = P_{Д.ГК} + P_{Д.Ж} + P_{Д.К} + P_{Д.КК} = 6215 + 3729 + 3729 + 1243 = 14916 \text{ кг}.$$

### 2.3. Кількісний розрахунок гною свиноферми

Для подальшого розрахунку продуктивності механізмів та машин видалення гною необхідно розрахувати добовий вихід залишків тваринної життєдіяльності  $P_{доб}$  (т), за одну добу [10]

$$P_{доб} = 0,001(P_e + P_g + P_\partial + P_{\max}) \cdot m_i, \quad (2.3)$$

де  $P_e$  – вихід гною від однієї умовної свині, кг

$P_g$  – потреба води передбачена для змивання гною та води для інших технологічних операцій на одну тварину, л;

$P_\partial$  – потреба води, що використовується на додаткові потреби, л;

$P_{\max}$  – додаткова кількість води, яку приймаємо  $P_{\max} = 0,006P_e$ ;

$m_i$  – кількість свиней, які є в одній зоні утримання, гол, (див. табл. 2.1).

Проводимо розрахунки кількості гною по кожній віковій категорії свиней. Результати представлені у таблиці 2.3

Таблиця 2.3

Розрахунок кількості безпідстілкового гною, що отримується на свиновідгодівельній фермі

Група тварин	$P_e$ л	$P_{e,}$ л	$P_{д,}$ л	$P_{max,}$ кг	П, ГОЛ	$P_{доб,}$ т
Свині масою, кг						
20-30	2,4	1,5	3,2	0,014	400	2,8
30-40	3,5	2,5	4,0	0,021	400	4,0
40-60	4,3	2,4	4,0	0,026	400	4,33
60-80	5,1	2,5	4,0	0,031	400	4,7
>80	6,6	2,5	6	0,040	400	6,0
Всього						21,83

Площу гноєсховища визначаємо за формулою [10]

$$F = \frac{P_{доб} n_{зб,}}{h\rho}; \quad (2.4)$$

де  $n_{зб}$  – кількість діб зберігання гною, приймаємо  $n_{зб} = 30$  діб;

$h$  – висота укладки гною, приймаємо  $h = 2,5$ м;

$\rho$  – густина гною, приймаємо  $\rho = 0,9$  т/м<sup>3</sup>;

$$F = \frac{21,83 \cdot 30}{2,5 \cdot 0,9} = 291 \text{ м}^2.$$

Приймаємо гноєсховища площею 300м<sup>2</sup>.

## 2.4. Технологія обробки кормів та вибір обладнання кормоцеху

Приготування кормосумішей на сучасних фермах проводиться у спеціальних цехах – кормоцехах. Кормоцех обладнаний спеціальними машинами для переробки зернових кормів, коренебульбоплодів, зеленої маси та т.д. Для зменшення ручної праці всі ці машини з'єднанні між собою транспортуючими магістралями.

Технологічна схема приготування кормосумішей залежить від наявної кормової бази, а також від виду тварин і їх віку.

Обов'язковим компонентом технологічних схем кормоцехів є обов'язковим подрібнення та очищення кормів від зайвих домішок, а також дозування із подальшим змішуванням.

Зоотехнічні вимоги до операції приготування концентрованих кормів.

Очищення від ґрунту, каміння, насіння бур'янів і домішок соломи на зерноочисних машинах (сепаратори, бурати, грохоти тощо); від металевих домішок - на магнітних сепараторах.

Уміст металевих домішок розміром до 2 мм із негострими краями допускається не більше 30мг на 1кг корму.

Подрібнення до заданої крупності різними способами на дробарках або млинах – плющилках. Зернові корми подрібнюють до часток з такими розмірами: для ВРХ – не більше 3мм, для свиней – до 1мм, для птиці – до 2...3 мм при сухій годівлі і до 1 мм при годівлі вологими мішанками.

Стандарт на комбікорми, борошно та висівки (ГОСТ 13496.8-72, ГОСТ 27560-87) визначає 3 ступені розмелювання, що характеризуються середніми розмірами часток (модуль помолу): від 0,2 до 1 мм – дрібне розмелювання, від 1 до 1,8 мм – середнє і від 1,8 до 2,6 мм – велике.

Дозування і змішування компонентів для приготування кормових сумішей за раціонами на спеціальних дозаторах і змішувачах.

Однорідність складу забезпечує однакову поживну цінність усієї кормової суміші. Для зернових кормів показник однорідності суміші повинен

бути не менше 90...95 % (залежно від призначення за видом і віком тварин).

Одним з нових напрямків у будівництві кормоцехів є створення для них різних комплектів обладнання, змонтованого у технологічні лінії за продуктивністю та іншими параметрами. Використання таких комплектів здешевлює будівництво, спрощує монтаж та експлуатацію обладнання, знижує затрати праці й ресурсів на приготування кормосумішей.

У сільськогосподарському виробництві для комплексної механізації кормоприготування виготовляють комплекти машин та обладнання для всіх видів тваринницьких ферм залежно від їх потужності і типів годівлі.

Для відгодівлі свиней випускають комплекти обладнання кормоцехів на 1000...8000 голів для приготування кормових сумішей з використанням у них коренебульб, концентрованих кормів та інших кормів (табл. 2.4) [1, 11,12].

Таблиця 2.4 – Комплекти обладнання кормоцехів  
свинарських ферм і комплексів

Назва та марка машини або обладнання	Кількість машин для ферм розміром, голів				
	100	200	300	6000	12000
Транспортер ТПК-5/10	1	1	1	1	1
Подрібнювач «Волгарь-5»	1	1	1	1	2
Мийка-коренерізка ИКМ-5	1	1	1	1	2
Подрібнювач зерна КДУ-2	1	1	1	1	-
Живильник шнековий ПК-6	1	1	1	1	1
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5Б	-	1	1	1	2
Транспортер ТС-40С	-	-	-	1	2
Транспортер ТС-40М	1	1	1	1	2
Шнек ШЗС-40М	1	1	1	1	2
Змішувач С-12	-	1	1	2	2

Продуктивність технологічної лінії кормоцеху розраховують, виходячи з її призначення (для яких кормів) та з врахуванням максимально допустимого часу зберігання підготовленого корму до згодовування, кількості даванок та інших факторів.

Продуктивність для технологічної лінії підготовки концентрованих кормів [1, 2,13]

$$Q_{Л.КК} = \frac{П_{КК}}{T_1 \cdot \tau_ч}, \quad (2.5)$$

де  $П_{КК}$  – кількість концентрованих кормів, яка підлягає обробці,

$$П_{КК} = 1243 \text{ кг};$$

$T_1$  – технологічний час, для підготування однієї порції кормороздавача на одну порцію  $T_1 = 1$  год.;

$\tau_ч$  – коефіцієнт використання змінного часу,  $\tau_ч = 1$ .

Тобто

$$Q_{Л.КК} = \frac{1243}{1 \cdot 1} = 1243 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність технологічної лінії підготовки коренеплодів визначаємо за формулою

$$Q_{Л.К} = \frac{П_K}{T_K \cdot \tau_ч \cdot z_K}, \quad (2.6)$$

де  $П_K$  – кількість коренеплодів,  $П_K = 3729$  кг;

$T_K$  – максимально допустимий час зберігання подрібнених корене-  
бульбоплодів  $T_K = 1..2$  год., приймаємо  $T_K = 1$  год;

$z_K$  – число даванок коренеплодів за добу,  $z_K = 1$

У числовому вигляді це

$$Q_{Л.К} = \frac{3729}{1 \cdot 1 \cdot 1} = 3729 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність технологічної лінії подрібнення грубих кормів визначаємо за формулою

$$Q_{Л.ГК} = \frac{P_{ГК} \cdot K_{ГС}}{T_{ГК} \cdot \tau_{ч} \cdot z_{Г}}, \quad (2.7)$$

де  $P_{ГК}$  – кількість грубих кормів,  $P_{ГК} = 6215$  кг;

$K_{ГС}$  – коефіцієнт, який враховує частину добової норми грубих кормів, які видають в сухому вигляді  $K_{ГС} = 1$ ;

$T_{ГК}$  – час, відведений на подрібнення грубих кормів,  $T_{ГК} = 1$  год;

$z_{Г}$  – число даванок грубих кормів за добу,  $z_{Г} = 2$ .

Підставивши дані, одержимо

$$Q_{Л.ГК} = \frac{6215 \cdot 1}{1 \cdot 2 \cdot 1} = 3108 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність лінії для змішування кормів

$$Q_{ЛЗМ} = \frac{1}{t_{Ц.ЗМ} \cdot z_{ЗМ}} \sum_{i=1}^n M_i, \quad (2.8)$$

де  $\sum_{i=1}^4 M_i$  – маса кормів, що присутні у суміші, корми щоденного раціону тварин,

$$\sum_{i=1}^4 M_i = P_{Д} = 14916 \text{ кг;}$$

$t_{Ц.ЗМ}$  – час циклу змішування,  $t_{Ц.ЗМ} = 1$  год.;

$z_{ЗМ}$  – число циклів змішування за час роботи кормоцеху,  $z_{ЗМ} = 1$ .



$$Q_{ЛЗМ} = \frac{1}{1.1} 14916 = 14916 \text{ кг/год.}$$

Відповідно вибраної технологічної схеми кормоцеху приймаємо та розраховуємо кількість вибраних машин

Машини та обладнання технологічної лінії приготування кормів повинні забезпечувати безперервність її роботи та підготовку кормів до їх вивантаження у встановлені терміни.

Машини та обладнання підбирають для кожної операції відповідно до схеми технологічного процесу.

Кількість машин вибраної марки в технологічній лінії кормоцеху визначаємо за формулою

$$n_M = \frac{Q_{Л.Р}}{Q_{Ф.М}}, \quad (2.9)$$

де  $Q_{Л.Р}$  – розрахункова продуктивність технологічної лінії, кг/год;

$Q_{ФЛ}$  – фактична продуктивність машини вибраної марки, кг/год.

Для подрібнення грубих кормів приймаємо машину «Волгарь 5»,  $Q_{Ф.М} = 5$  т/год [2]

$$n_{M1} = \frac{3,108}{5} = 0,622,$$

приймаємо  $n_{M1} = 1$ .

Для подрібнення концентрованих кормів приймаємо машину КДУ-2,0,  $Q_{Ф.М} = 2$  т/год [2,14,15]

$$n_{M2} = \frac{1,243}{2} = 0,622,$$

приймаємо  $n_{M2} = 1$ .

Для технологічної підготовки коренеплодів приймаємо машину ИКМ-5,

$$Q_{\phi.M} = 5 \text{ т/год [2,16]}$$

$$n_{M3} = \frac{1,565}{5} = 0,373,$$

приймаємо  $n_{M3} = 1$ .

Для змішування кормів приймаємо машину ШВС-40М,  
 $Q_{\phi.M} = 40 \text{ т/год [2]}$

$$n_{M4} = \frac{14,916}{40} = 0,37,$$

приймаємо  $n_{M4} = 1$ .

## **2.5. Розрахунок подрібнювача ИКМ-5.0.**

### **2.5.1. Принцип роботи машини мийки-подрібнювача ИКМ-5.0**

Мийка-подрібнювач ИКМ-5.0 (рис. 2.1) призначена для очищення від каменів, миття й подрібнення коренебульбоплодів для свиней і ВРХ. Використовується у потокових технологічних лініях кормоцехів із механізованим подаванням коренебульбоплодів, а також як самостійна машина.

Ванна мийки – це зварна конструкція, опорою якої є рама. Верхня частина ванни закрита листом, на якому закріплено корпус шнека і дві кришки. Одна з них має завантажувальну горловину, а інша легко знімається.

Шнекова мийка складається зі шнека і кожуха, на якому встановлено водяні колектори і кронштейни для закріплення електродвигунів подрібнювача і шнека. Шнек безвальний. Він складається з гвинтової спіралі, до якої закріплені у верхній частині цапфа, а в нижній – труба, до якої прикріплені корпус підшипника з віссю. Вісь встановлена нерухомо в опорі, закріпленій на дні ванни. Вона забезпечує можливість натягування шнека. До фланця корпусу підшипників нижньої опори кріпиться активатор, виготовлений у вигляді зрізаного конуса.

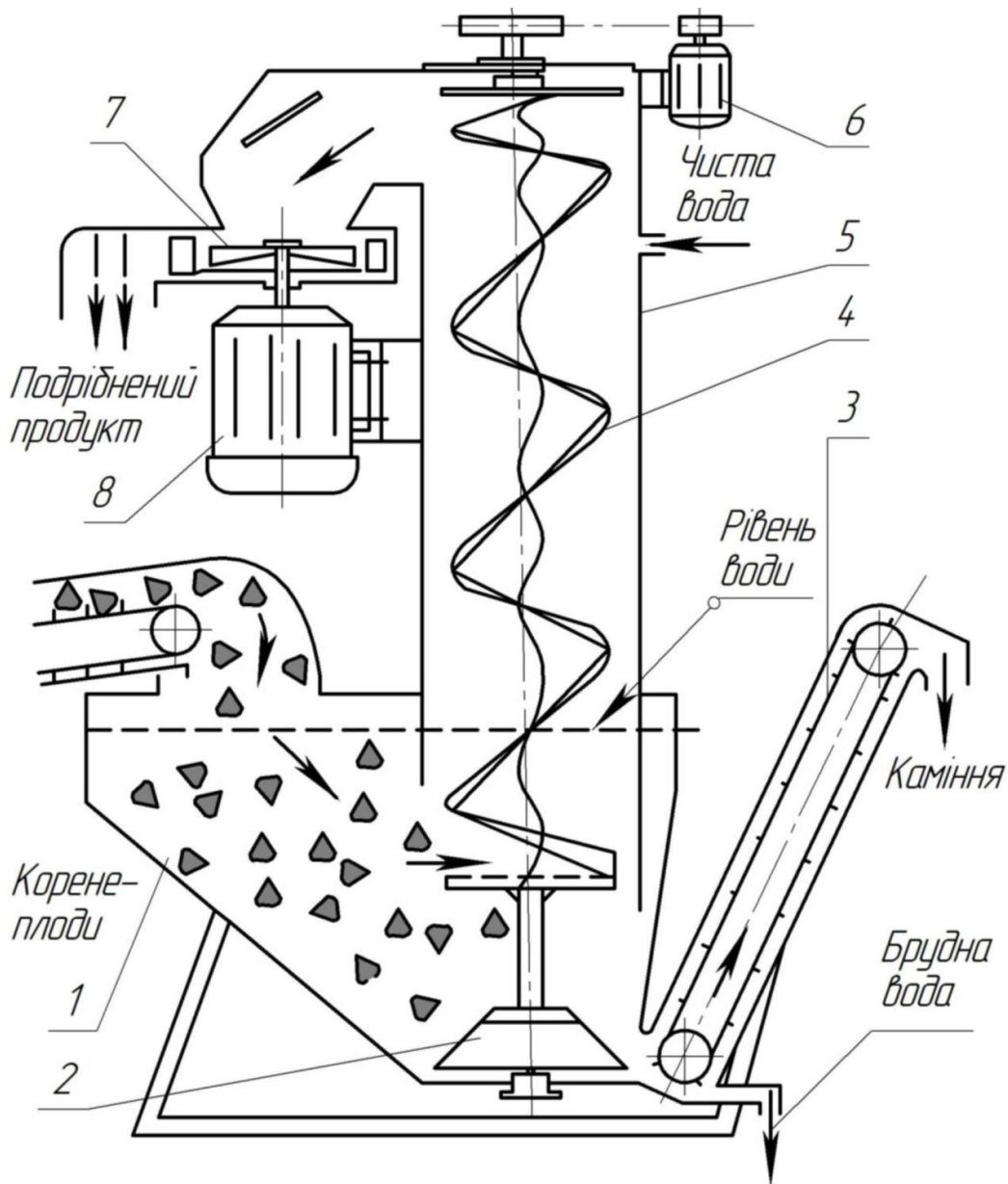


Рисунок 2.1 – Технологічна схема мийки-подрібнювача ИКМ-5.0:

1 – ванна; 2 – активатор; 3 – вивантажувальний транспортер для каменів; 4 – шнек; 5 – корпус шнека; 6 – електродвигун; 7 – подрібнювач; 8 – електродвигун подрібнювача.

Подрібнювач (рис. 2.2) складається з корпусу і двох дисків (верхнього і нижнього). На верхньому диску встановлено два горизонтальні ножі, а на нижньому – дві вивантажувальні лопаті. Обидва диски закріплені на валу електродвигуна за допомогою болта. Перехідник, який з'єднує вивантажувальну горловину шнека з подрібнювачем, закріплений на кришці корпусу. Циліндрична частина деки має похилі прорізи, через які за допомогою лопатей, встановлених

на нижньому диску, протискується стружка, яку отримали після подрібнення ножами верхнього диска. Відбувається додаткове подрібнення [1].

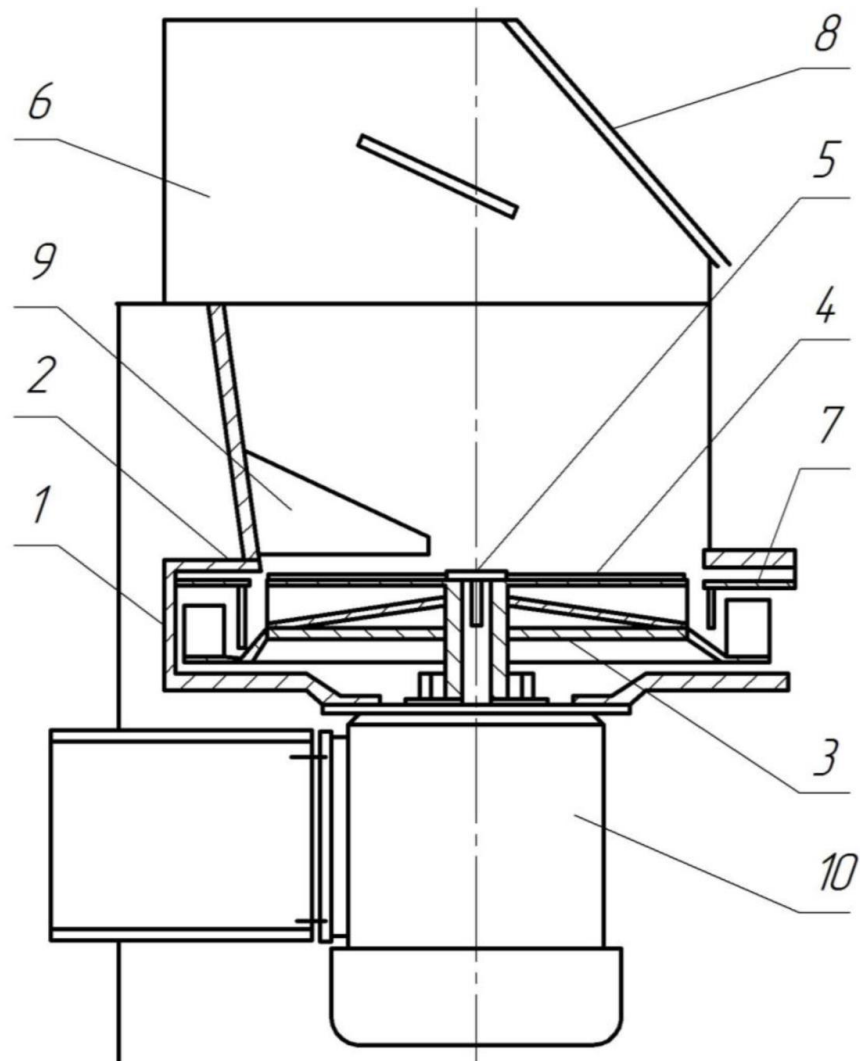


Рисунок 2.2 – Дисківий подрібнювач машини ІКМ-5.0:

1 – корпус; 2 – верхній диск; 3 – нижній диск із лопатями; 4 – ножі; 5 – болт;  
6 – перехідник; 7 – дека; 8 – кришка; 9 – протирізальна пластина;  
10 – електродвигун.

Скребковий транспортер призначений для вивантаження з ванни каменів, піску і ґрунту. Він складається з транспортера, відкидного кожуха, люка для очищення і зливання води з ванни. Привод транспортера здійснюється від мотор-редуктора через ланцюгову передачу, на зірочці якої вмонтований зрізний штифт для попередження перевантаження транспортера.

Технологічний процес відбувається так. Завантажені у ванну коренебульбоплоди під дією збуреної активатором води перебувають у підвішеному стані, перемішуються, відмокають і підхоплені шнеком, спрямовуються до подрібнювача. Під час підймання вони омиваються потоком

води, яка подається насосом через колектори, розміщені на корпусі шнека. У подрібнювачі коренеплоди ріжуться двома ножами встановленими на верхньому диску. При подрібненні коренеплодів на корм для свиней, після ножів, вони проходить через деку. Водночас камені та інші важкі предмети опускаються на дно ванни і відкидаються активатором до вивантажувального транспортера.

### 2.5.2. Визначення основних параметрів коренебульбомийки

Продуктивність гвинтового транспортера визначаємо за формулою [6]

$$Q_{П.К} = \frac{3600 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot v_n \cdot \psi \cdot \gamma}{4} \text{ т/год}, \quad (2.10)$$

де  $Q_{П.К}$  – продуктивність коренебульбомийки,  $Q_{П.К} = 3,729$  т/год;

$D$  – зовнішній діаметр шнека, м;

$d$  – діаметр вала шнека,  $d = 0,1$  м;

$v_n$  – швидкість поздовжнього переміщення коренеплодів,  $v_n = 0,07$  м/с;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення кожуха шнека, для вертикальних транспортерів  $\psi = 0,5 \dots 0,8$ , приймаємо  $\psi = 0,5$ ;

$\gamma$  – об'ємна вага коренеплодів,  $\gamma = 0,600$  т/м<sup>3</sup>.

Зовнішній діаметр шнека визначаємо за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{П.К} + 3600 \cdot d^2 \cdot v_n \cdot \psi \cdot \gamma}{3600 \cdot \pi \cdot v_n \cdot \psi \cdot \gamma}}, \quad (2.11)$$

тобто

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,729 + 3600 \cdot 0,1^2 \cdot 0,07 \cdot 0,5 \cdot 0,6}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,07 \cdot 0,5 \cdot 0,600}} = 0,262 \text{ м.}$$

Приймаємо  $D=300$  мм.

Рекомендовано [6] приймати крок шнека

$$S = (0,75 \dots 1,25) \cdot D. \quad (2.12)$$

У числовому вигляді це

$$S = 0,9 \cdot 300 = 270 \text{ мм.}$$

Кут підймання гвинтової ніжки шнека по зовнішній окрайці шнека визначаємо за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{D \cdot \pi}, \quad (2.13)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{D \cdot \pi},$$

тобто

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{270}{300 \cdot \pi} = 16^\circ.$$

Мінімальну частоту обертання вертикального шнека [6] визначаємо за формулою

$$n_{\min} = 13,5 \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi_2)}{d \cdot \sin \varphi_2}}, \quad (2.14)$$

де  $\varphi_2$  – кут тертя коренеплодів об поверхню шнека  $\operatorname{tg} \varphi_2 = f_T$ ,  $f_T = 0,3$ ,

$$\varphi_2 = \operatorname{arctg} 0,3 = 17^\circ;$$

$\alpha_0$  – кут підймання гвинтової ніжки шнека по внутрішній окрайці шнека.

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{D_0 \cdot \pi}, \quad (2.15)$$

де  $D_0$  – діаметр кола, що проходить через центр тиску коренеплодів на гвинтову поверхню шнека,  $D_0 = (0,7 \dots 0,8)D$ , приймаємо

$$D_0 = 0,75 \cdot 300 = 225 \text{ мм.}$$

Кут піднімання гвинтової ніжки шнека по внутрішній окрайці шнека визначаємо за формулою

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{S}{D_0 \cdot \pi}, \quad (2.16)$$

тобто

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{270}{225 \cdot \pi} = 21^\circ.$$

Підставивши дані у формулу (2.14), одержимо

$$n_{\min} = 13,5 \sqrt{\frac{9,81 \cdot \sin(21^\circ - 17^\circ)}{0,1 \cdot \sin 17^\circ}} = 65,6 \text{ об/хв.}$$

Мінімальну кутову швидкість вала шнека, визначаємо за формулою

$$\omega_{\min} = \frac{\pi \cdot n_{\min}}{30}, \quad (2.17)$$

у числовому вигляді це

$$\omega_{\min} = \frac{\pi \cdot 65,6}{30} = 6,86 \text{ с}^{-1}.$$

Максимально допустиму кутову швидкість обертання шнека, визначаємо за формулою [2]

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \cos \psi \cdot (1 - f_T \cdot \operatorname{tg} \psi)}{S \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha}}, \quad (2.18)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння тіла,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії шнека,  $\alpha = 16$  град.;

$f_T$  – коефіцієнт тертя коренебульбоплодів по мокрій поверхні гвинта,

$$f_T = 0,3;$$

$S$  – крок гвинта шнека,  $S = 0,27$  м;

$\psi$  – кут, утворений зовнішньою кромкою гвинта та вертикаллю,  $\psi$  град.

Кут, утворений зовнішньою кромкою гвинта та вертикаллю, визначаємо за формулою

$$\psi = \lambda - \alpha, \quad (2.19)$$

де  $\lambda$  – кут нахилу шнека до горизонту,  $\lambda = 90$  град.

Підставивши дані, одержимо

$$\psi = 90 - 16 = 74^\circ,$$

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot \cos 74^\circ \cdot (1 - 0,3 \cdot \operatorname{tg} 74^\circ)}{0,27 \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} 16^\circ \cdot \sin 16^\circ}} = 16,0 \text{ с}^{-1}.$$

Максимально допустиму частоту обертання шнека, визначаємо за формулою

$$n_{\max} = \frac{30 \omega_{\max}}{\pi}, \quad (2.20)$$

тобто

$$n_{\max} = \frac{30 \cdot 16}{\pi} = 153 \text{ об/хв.}$$

Нормальна робота коренебульбомийки забезпечується при рівномірному сповзанні коренеплодів по стрічці гвинта та без їх перекидання через вал шнека, тобто при робочій кутовій швидкості, яку визначаємо за формулою

$$\omega_{III} = (0,5 \dots 0,7) \omega_{\max}, \quad (2.21)$$

приймаємо  $\omega_{III} = 0,6 \cdot 16 = 9,6 \text{ с}^{-1}$ .



### 2.5.3. Визначення потужності електродвигуна приводу шнека

Потужність шнекового транспортера, яка витрачається на транспортування коренебульбоплодів, визначаємо за формулою [6,11]

$$N = N_1 + N_2, \quad (2.22)$$

де  $N_1$  – потужність, що витрачається на подолання тертя вантажу об внутрішню поверхню кожуха шнека;

$N_2$  – потужність, що витрачається на підймання коренеплодів і на подолання тертя коренеплодів об поверхню шнека.

Потужність, що витрачається на подолання тертя вантажу об внутрішню поверхню кожуха шнека, визначаємо за формулою

$$N_1 = \frac{F_{\text{ц}} \cdot f_2 \cdot v_n}{102}, \quad (2.23)$$

де  $F_{\text{ц}}$  – відцентрова сила, Н;

$f_2$  – коефіцієнт тертя між коренеплодами та боковою поверхнею кожуха шнека,  $f_2=0,6$ .

Відцентрова силу визначаємо за формулою

$$F_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot H \cdot \omega_{\text{ш}}^2 \cdot (D^3 - d^3) \cdot \psi}{12 \cdot g}, \quad (2.24)$$

де  $H$  – висота підйому коренеплодів,  $H=2\text{м}$ .

Підставивши дані, одержимо:

$$F_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot 6000 \cdot 2 \cdot 9,6^2 \cdot (0,3^3 - 0,1^3) \cdot 0,7}{12 \cdot 9,81} = 537 \text{ Н};$$

$$N_1 = \frac{537 \cdot 0,6 \cdot 0,07}{102} = 0,22 \text{ кВт.}$$

Потужність, що витрачається на підймання коренеплодів і на подолання тертя коренеплодів об поверхню шнека, визначаємо за формулою

$$N_2 = \frac{F_1 \cdot R_{сер} \cdot \omega_{III} + F_2 \cdot R_{сер} \cdot \omega_{III}}{1000}, \quad (2.25)$$

де  $F_1$  – сила, яка затрачається на підйом коренеплодів,

$F_2$  – сила подолання тертя коренеплодів об поверхню шнеків,

$R_{сер}$  – середній радіус поверхні шнека.

Силу, яку затрачають на підйом коренеплодів, силу подолання тертя коренеплодів об поверхню шнеків та середній радіус поверхні шнека, визначаємо за формулами:

$$F_1 = \frac{Q_{дк} \cdot H \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{3600 \cdot v_n}; \quad (2.26)$$

$$F_2 = F_y \cdot f_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi); \quad (2.27)$$

$$R_{сер} = \frac{D + d}{2}. \quad (2.28)$$

У числовому вигляді це:

$$F_1 = \frac{4550 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}(16^\circ + 17^\circ)}{3600 \cdot 0,7} = 234 \text{ Н};$$

$$F_2 = 537 \cdot 0,6 \cdot \operatorname{tg}(16^\circ + 17^\circ) = 209 \text{ Н};$$

$$R_{сер} = \frac{0,3 + 0,1}{2} = 0,2 \text{ м};$$

$$N_2 = \frac{234 \cdot 0,2 \cdot 9,6 + 209 \cdot 0,2 \cdot 9,6}{1000} = 0,85 \text{ кВт}.$$

Потужність на валу шнека [6] визначаємо за формулою

$$N_0 = \frac{(N_1 + N_2) \cdot K_0}{\eta_n}, \quad (2.29)$$

де  $K_0$  – коефіцієнт що враховує переміщення коренеплодів,  $K_0=1,2$ ;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії механізмів шнека,  $\eta_n = 0,97$ .

Підставивши дані, одержимо

$$N_0 = \frac{(0,22 + 0,85) \cdot 1,2}{0,97} = 1,32 \text{ кВт.}$$

#### 2.5.4. Розрахунок горизонтально-дислової коренебульборізки

Конструктивно-технологічна схема горизонтально-дислової коренебульборізки з рухомим ножем наведена на рис. 2.3 [1,6].

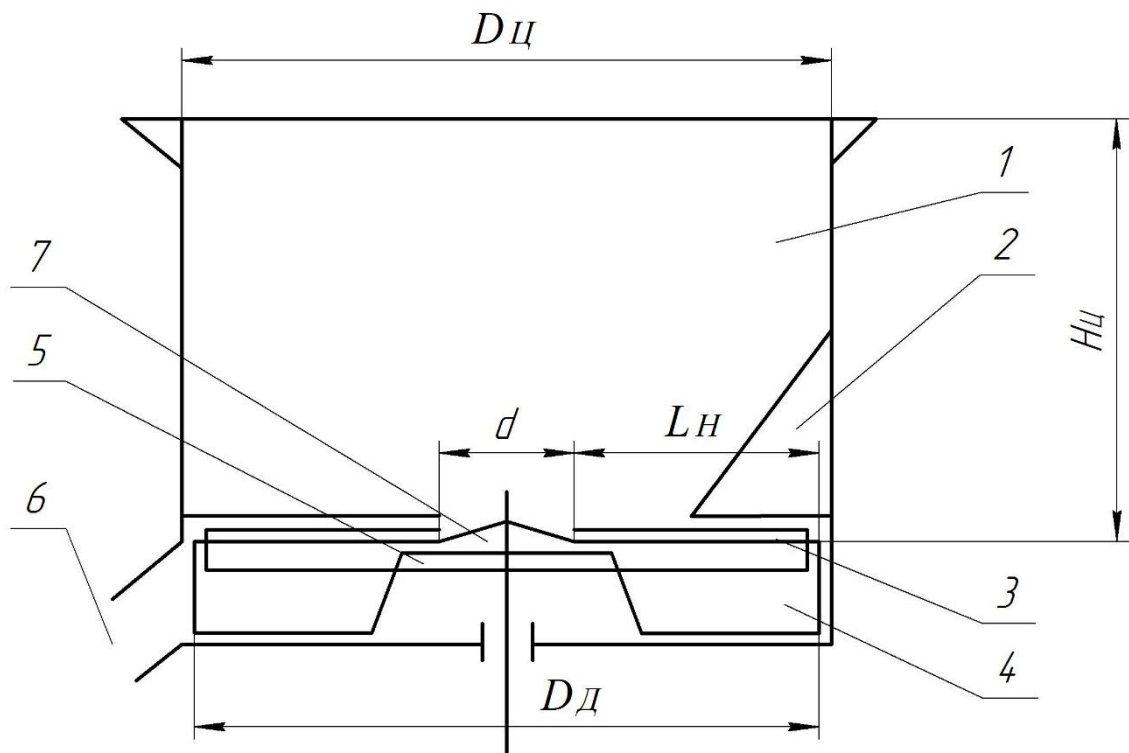


Рисунок 2.3 – Схема горизонтально-дислової коренебульборізки

з рухомим ножем:

1 – циліндр; 2 – упор; 3 – рухомий ніж; 4 – крилач; 5 – диск;

6 – вивантажувальна горловина; 7 – корпус.

Коренеплоди завантажують у бункер за допомогою самоскида або транспортера. Нижній шар коренеплодів перебуває у воді, налипла земля частково розмокає. Під час роботи подрібнювача коренеплоди подаються шнеком у верхню частину кожуха шнека до потрібного барабану де вони промиваються водою, що нагнітається насосом і йде на зустріч коренеплодам. Бруд з водою стікає вниз і через отвори надходить у ванну. Відстояна вода з верхньої частини ванни забирається відцентровим насосом і подається знову на миття коренеплоду.

Коренеплоди подрібнюються коренебульборізкою з рухомим ножом завдяки високій коловій швидкості ножів подрібнена маса викидається в бункер.

Зниження рівня води у ванні призводить до збільшення захвату коренеплодів і перевантаження подрібнювача. Подрібнювач подрібнює коренеплоди до величини 0,2...0,6 см.

Максимальну частоту обертання диска з ножами, горизонтально-дискової коренебульборізки, визначаємо за формулою

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{2g}{b_{\max} \cdot Z_H^2}}, \quad (2.30)$$

де  $b_{\max}$  – максимальна товщина стружки,  $b_{\max} = 0,04$  м;

$g$  – прискорення вільного падіння тіла,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$Z_H$  – кількість ножів,  $Z_H = 4$  шт,

Тобто

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{0,4 \cdot 4^2}} = 5,54 \text{ об/с.}$$

Дійсну частоту обертання диска, визначаємо за формулою

$$n_{\partial} = (0,7...0,8) n_{\max}. \quad (2.31)$$

Тобто

$$n_{\partial} = 0,8 \cdot 5,54 = 4,43 \text{ об/с.}$$

Зовнішній діаметр кола, яке описують ножі, визначаємо за формулою

$$D_K = \sqrt{\frac{250 Q_{ПК}}{b_{\min} \cdot Z_H \cdot \rho_K \cdot K_H \cdot \pi \cdot n_{\partial}}}, \quad (2.32)$$

де  $Q_{ПК}$  – продуктивність горизонтально-дискової коренебульборізки,

$$Q_{ПК} = 1,264 \text{ кг/с;}$$

$b_{\min}$  – мінімальна товщина стружки,  $b_{\min} = 0,02$  м;

$K_H$  – конструктивний елемент використання довжини ножа,  $K_H = 0,8$ ;

$\rho_K$  – густина коренеплодів,  $\rho_K = 600$  кг/м<sup>3</sup>.

Підставивши дані, одержимо

$$D_K = \sqrt{\frac{250 \cdot 1,264}{0,02 \cdot 4 \cdot 600 \cdot 0,8 \cdot \pi \cdot 4,43}} = 0,76 \text{ м.}$$

Довжину ножа визначаємо за формулою

$$L_H = \frac{D_K - d}{2}, \quad (2.33)$$

де  $d$  – діаметр диска по внутрішньому кінцю ножа,  $d = 0,12$  м.

Тобто

$$L_H = \frac{0,76 - 0,12}{2} = 0,32 \text{ м.}$$

Діаметр диска горизонтально-дискової коренебульборізки, визначаємо за формулою

$$D_D = D_K + 0,01. \quad (2.34)$$

У числовому вигляді це

$$D_D = 0,76 + 0,01 = 0,77 \text{ м.}$$

Діаметр завантажувального циліндра, визначаємо за формулою

$$D_{Ц} = D_D + 0,01. \quad (2.35)$$

Тобто

$$D_{Ц} = 0,77 + 0,01 = 0,78 \text{ м.}$$

Об'єм завантажувального циліндра визначаємо за формулою

$$v_{Ц} = \frac{60 t_{Ц} \cdot Q_{ПК}}{\rho_K}, \quad (2.36)$$

де  $t_{Ц}$  – максимально допустимий час перебування коренеплодів у циліндрі, при якому забезпечується безперервна робота коренерізки,  $t_{Ц} = 5$  хв.

У числовому вигляді це

$$v_{Ц} = \frac{60 \cdot 5 \cdot 1,264}{600} = 0,63 \text{ м}^3.$$

Висоту завантажувального циліндра визначають за формулою

$$H_{Ц} = \frac{4 v_{Ц}}{\pi \cdot D_{Ц}^2}, \quad (2.37)$$

У числовому вигляді це

$$H_{Ц} = \frac{4 \cdot 0,63}{\pi \cdot 0,78^2} = 1,32 \text{ м.}$$

### 2.5.5. Енергетичний розрахунок горизонтально-дискової коренебульборізки

Потужність, яку необхідно витратити для подрібнення коренеплодів, визначаємо за формулою [6]

$$N_{\text{ПОДР}} = q_P \cdot L_H \cdot K_H \cdot K \cdot Z_H \cdot n_{\text{д}} \left( \frac{D_K + d_D}{2} \right), \quad (2.38)$$

де  $q_P$  – питоме зусилля різання,  $q_P = 1,7$  Н/мм;

$L_H$  – довжина ножа,  $L_H = 320$  мм;

$K$  – коефіцієнт, який враховує проміжки між коренеплодами,  $K = 0,6$ .

Тобто

$$N_{\text{ПОДР}} = 1,7 \cdot 320 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 4,43 \left( \frac{760 + 120}{2} \right) = 2036000 \frac{\text{Н} \cdot \text{мм}}{\text{с}} = 2,036 \text{ кВт.}$$

Потужність, яку необхідно витратити для подолання сил тертя коренеплодів об диск, визначаємо за формулою

$$N_T = f_T \cdot Q_{\text{ПК}} \cdot R \cdot n_{\text{д}} \cdot K_1 \cdot t_1, \quad (2.39)$$

де  $f_T$  – коефіцієнт тертя (руху) поверхні розрізу коренеплодів об поверхню диска,  $f_T = 0,5$ ;

$R$  – зовнішній радіус, який описують ножі,  $R = D_K / 2 = 0,76 / 2 = 0,38$  м;

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує зменшення сил тертя за рахунок зрізання коренеплодів,  $K_1 = 0,8$ ;

$t_1$  – час, при якому забезпечується виконання заданої продуктивності,  $t_1 = 5$  хв.

Підставивши дані, одержимо

$$N_T = 0,5 \cdot 12,664 \cdot 0,38 \cdot 4,43 \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 60 = 2553 \text{ Вт} = 2,553 \text{ кВт.}$$

Потужність, яку необхідно витратити для приводу коренебульборізки, визначаємо за формулою

$$N = (N_{ПОДР} + N_T) \cdot K_3, \quad (2.40)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт що враховує нерівномірність подачі коренеплодів на ножі та враховує втрати на подолання сил тертя коренеплодів об поверхню циліндра коренерізки,  $K_3 = 1,4$ .

Тобто

$$N = (2,036 + 2,553) \cdot 1,4 = 6,43 \text{ кВт.}$$

Загальну енергоємність горизонтальної коренебульборізки визначаємо за формулою

$$N_K = N_o + N. \quad (2.41)$$

Підставивши дані, одержимо

$$N_K = 1,32 + 6,43 = 7,75 \text{ кВт.}$$



### «3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ»

#### 3.1. Технологія утилізації гною свиногокомплексу

На тваринницьких фермах, в тому числі на свиновідгодівельних комплексах, досить актуальною проблемою постало питання прибирання та утилізації гною. Консистенція гною на свинофермах рідка, до 97% вологості. Прибирання такого гною є найбільш складнішою проблемою промислового тваринництва.

Прибирання та утилізація відходів відгодівлі свиней – одна з найбільш трудоміких операцій на фермах. Затрати праці на ці операції складають до 30 % загальних витрат.

З іншої сторони органічні відходи відгодівлі тварин, в тому числі свиней є цінними органічними добривами. Використання органіки в сільському господарстві дозволяє значно підвищити врожайність сільськогосподарських культур, зменшити внесення неорганічних добрив, що в свою чергу підвищує екологічність кінцевого продукту [17,18].

Основною задачею сучасних тваринницьких ферм є 100 % використання гною та органічних відходів, а саме: неперетравлений і втрачений корм, води, мінеральні солі та тому подібне. Крім органічних добрив відходи відгодівельних комплексів планується використовувати для отримання біогазу. В Європейському Союзі частка нетрадиційного джерела енергії складає біля 10 % загальних потреб.

Типова схема видалення рідкого та напіврідкого гною показана на рис. 3.1 [5].

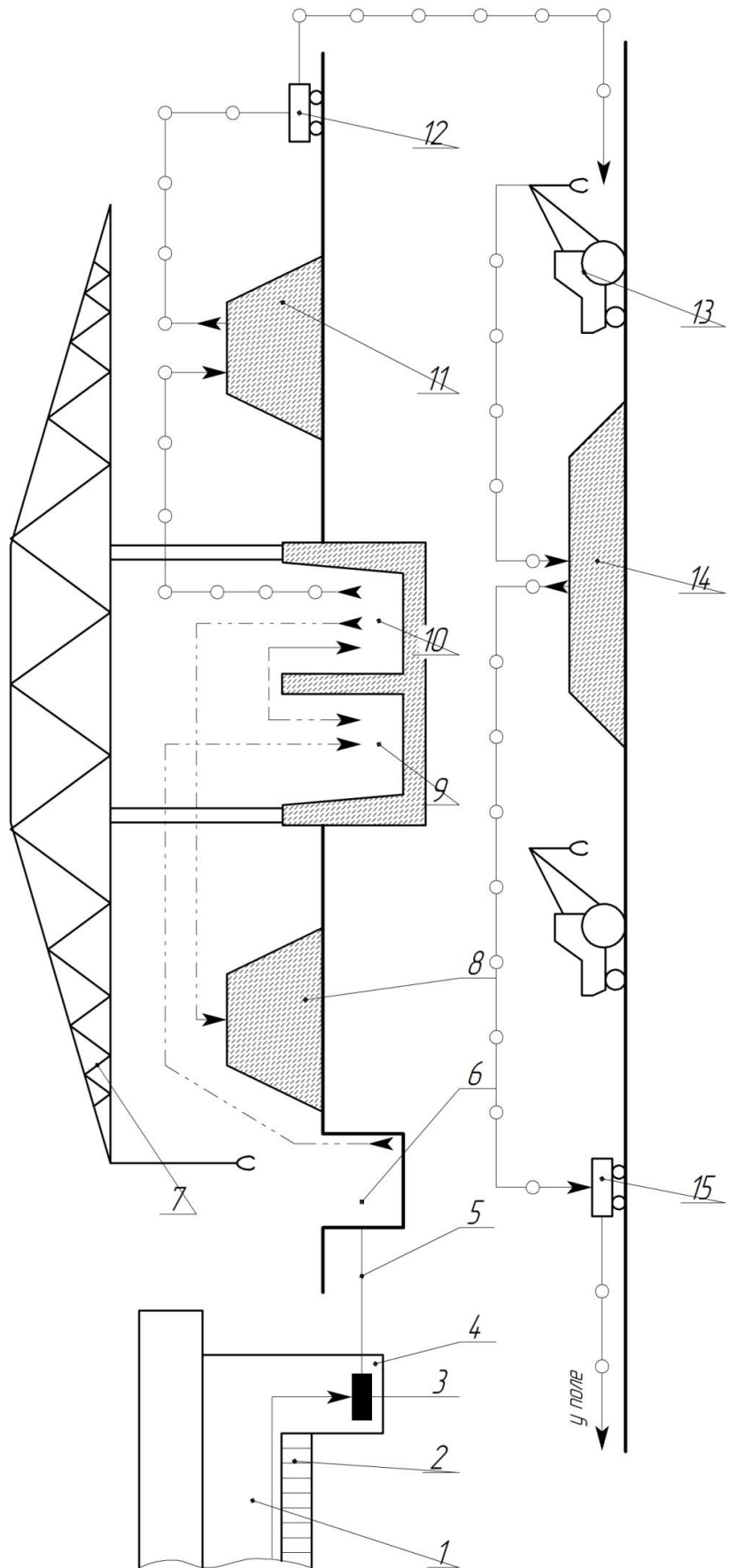


Рисунок 3.1. Схематизація утилізації рідкого та напіврідкого гною на свинофермі

Рідкий гній, вологістю 88-97 %, через канавки в підлозі а напіврідкий вологістю 82-88 % транспортером – 2 потрапляє в приямок – 4, звідки насосом

через гноєпровід – 5 перекачується в гноєзбірник – 6. В секції – 9 проходить карантинна витримка гною. При необхідності проводять санітарну обробку. В секції – 10 проводять приготування органічної суміші, добавляючи торф. Органічна суміш із секції – 10 подається на майданчик – 14 для приготування компосту, перекачка гною із секцій – 6,9 і 10 проходить за допомогою шнекових насосів. Транспортними засобами – 12, 13 компост подається на сховище органічних добрив – 14. Готові органічні добрива за допомогою розкидачів – 15 розкидають по полю.

### **3.2. Технологічний та енергетичний розрахунок типового вертикального шнекового насосу**

В переміщені гною від ферми до гноєсховища див. рис. 3.1 велику відповідальну роботу виконують шнекові насоси. Проведемо аналіз роботи промислового вертикального шнекового насосу серії НЖН (рис.3.2).

Вертикальні шнекові насоси – це швидкісні механізми. Передача сировини (гноєсуміші) відбувається в основному за рахунок відцентрових сил, притисканням суміші відходів до стінок кожуха і руху ввєрх. Продуктивність вертикальних шнекових насосів можлива при швидкості периферії гвинта не нижче 2,8 м/с [1,6]. Рекомендовані швидкості від 2,8-6 м/с.

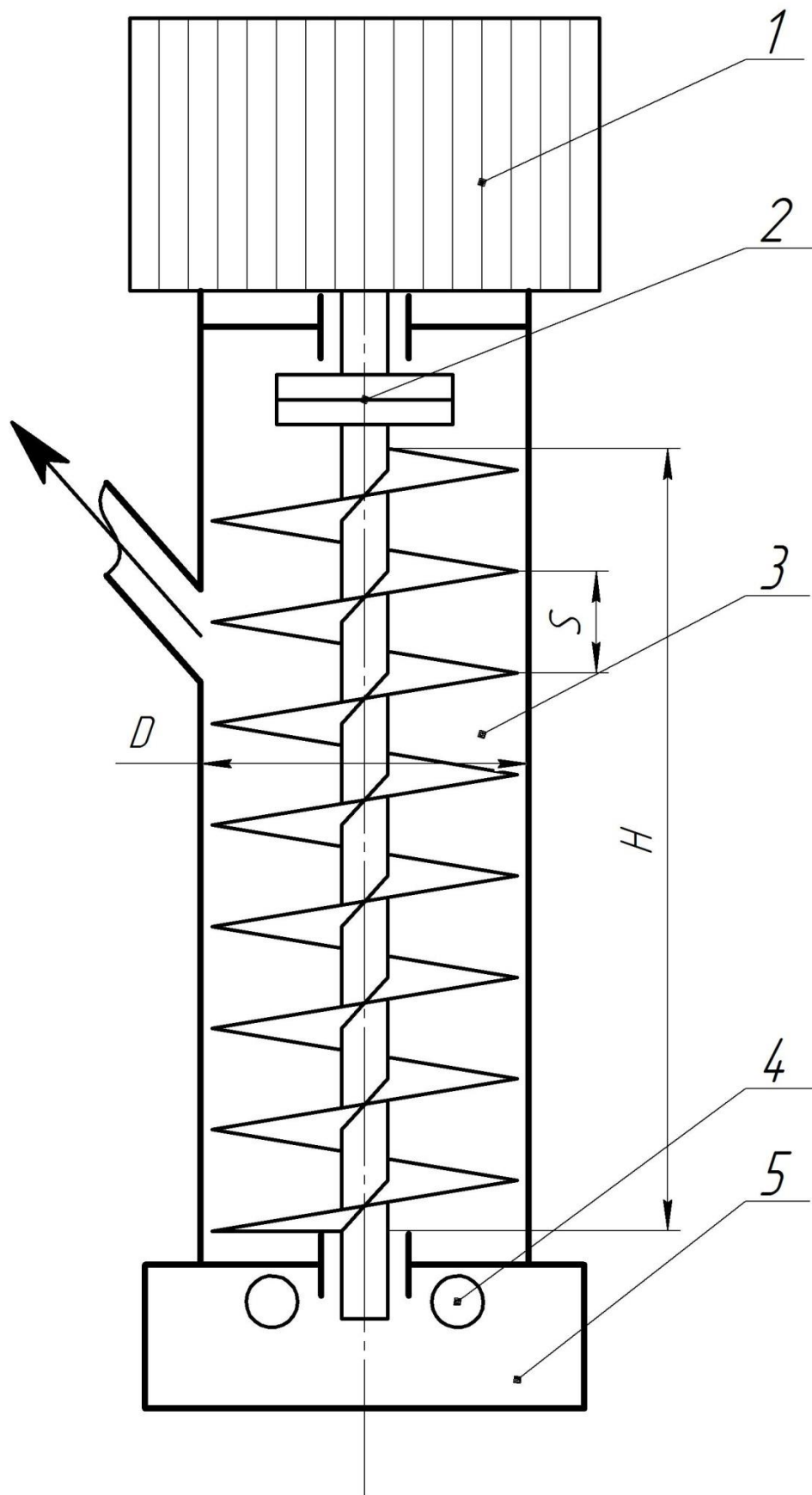


Рисунок 3.2. Схематизація вертикального шнекового насоса

1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – шнек; 4 – отвори для подачі гноєсуміші; 5 – опора; 6 – патрубок для відводу гною.

Визначимо продуктивність вертикального шнекового насоса за формулою:

$$Q = \frac{3600 \cdot \pi (D^2 - d^2) \cdot V_n \cdot \psi \cdot \gamma}{4} \text{ т/ГОД,} \quad (3.1)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр шнека,  $D=0,2$  м;

$d$  – діаметр вала шнека,  $d=0,06$  м;

$V_n$  – швидкість вертикального переміщення вантажу;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення кожуха шнека, для вертикальних шнеків  
приймаємо  $\psi=0,8$ ;

$\gamma$  – об'ємна вага вантажу  $\gamma=1,01$  т/м<sup>3</sup> [5].

Крок шнека визначаємо за формулою:

$$S = (0,75 \div 1,25)D = (0,75 \div 1,25) \cdot 0,2 = 0,15 \div 0,25 \text{ м,} \quad (3.2)$$

Приймаємо  $S=0,15$  м.

Кут підйому гвинта по зовнішньому діаметру шнека

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi D} = \frac{0,15}{\pi \cdot 0,2} = 0,239, \quad (3.3)$$

Отже

$$\alpha = \operatorname{arctg}(0,239) = 13,4^\circ.$$

Мінімальна частота обертання вала приводу вертикального шнекового насосу [6]:

$$n_{\min} = 13,5 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi_2)}{d \cdot \sin \varphi_2}}, \text{ об/хв.,} \quad (3.4)$$

де  $\varphi_2$  – кут тертя гноесуміші по поверхні матеріалу гвинтового шнека;

$\alpha_0$  – кут підйому гвинта по внутрішньому діаметру шнека.

Коефіцієнт тертя гноєсуміші до 96 % приймаємо  $f_2=0,4$ , тоді  $\varphi_2 = \arctg(0,4) = 21,8\%$ ;

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi d} = \frac{0,15}{\pi \cdot 0,06} = 0,796,$$

$$\alpha_0 = \arctg(0,796) = 38,5^\circ.$$

$$n_{\min} = 13,5 \cdot \sqrt{\frac{9,81 \cdot \sin(38,5^\circ - 21,8^\circ)}{0,06 \cdot \sin 21,8^\circ}} = 158 \text{ об/хв.}$$

За рекомендаціями [6] отриману мінімальну швидкість обертання слід збільшити, приймаємо  $n_{\min .np} = 300$  об/хв., тоді

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\min .np}}{30} = \frac{\pi \cdot 300}{30} = 31,4 \text{ с}^{-1}. \quad (3.5)$$

Швидкість вертикального переміщення вантажу

$$V_n = n_{\min .np} \cdot S = 300 \cdot 0,15 = 45 \text{ м/хв} = 0,75 \text{ м/с}. \quad (3.6)$$

Підставивши визначенні параметри в формулу (3.1) визначено продуктивність насоса.

$$Q = \frac{3600 \cdot \pi (0,2^2 - 0,06^2) \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1,01}{4} = 62,3 \text{ т/год.}$$

Потужність швидкохідного шнекового насоса, яка затрачається на транспортування гною визначається за формулою [6]:

$$N = N_1 + N_2, \quad (3.7)$$

де  $N_1$  – потужність затрачена на подолання тертя гноєсуміші, яка виникає між шнеком та поверхнею кожуха;

$N_2$  – потужність затрачена на підйом і тертя гноєсуміші яке виникає на поверхні шнека.

$$N_1 = \frac{F_{\varrho} \cdot f_2 \cdot V_a}{102}, \text{кВт} \quad (3.8)$$

де  $F_{\varrho}$  – відцентрова сила,

$$F_{\varrho} = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot H \cdot \omega_{\varrho}^2 \cdot (D^3 - d^3) \cdot \psi}{12 \cdot g}, \text{кг} \quad (3.9)$$

де  $\gamma$  – питома вага гноєсуміші, 1010 кг/м<sup>3</sup>;

$H$  – висота підймання вантажу,  $H=1$  м.

$\omega_{\varrho}$  – кутова швидкість обертального руху гноєсуміші.

$$\omega_{\varrho} = 2 \cdot V_n \frac{tg \varepsilon}{D}; \quad (3.10)$$

$$tg \varepsilon = \left( \frac{tg(\alpha + \varphi_2)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left( \frac{tg(\alpha + \varphi_2)}{2} \right)^2 + \frac{g \cdot D \cdot tg(\alpha + \varphi_2)}{2 \cdot f_2 \cdot V_n^2}}. \quad (3.11)$$

$$tg \varepsilon = \left( \frac{tg(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left( \frac{tg(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right)^2 + \frac{9,81 \cdot 0,2 \cdot tg(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2 \cdot 0,42 \cdot 0,75_n^2}} = 2,544,$$

$$\varepsilon = arctg(2,544^\circ) = 68,5^\circ.$$

$V_a$  – абсолютна швидкість вантажу

$$V_a = \frac{V_n}{\cos \varepsilon} = \frac{0,75}{\cos 68,5^\circ} = 2,05 \text{ м/с.}$$

$$\omega_g = 2 \cdot 0,75 \cdot \frac{2,544}{0,2} = 19,08 \text{ с}^{-1};$$

$$F_g = \frac{\pi \cdot 1010 \cdot 1 \cdot 19,08^2 \cdot (0,2^3 - 0,06^3) \cdot 0,8}{12 \cdot 9,81} = 28,0 \text{ кг};$$

$$N_1 = \frac{28,0 \cdot 0,4 \cdot 2,05}{102} = 0,225 \text{ кВт.}$$

$$N_2 = \frac{F'_0 \cdot R_{\text{сеп}} \cdot (\omega - \omega_g) + F''_0 \cdot R \cdot (\omega - \omega_g)}{102}, \quad (3.12)$$

$$F'_0 = \frac{Q \cdot H \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_2)}{3,6 \cdot V_n} = \frac{62300 \cdot 1 \cdot \text{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{3,6 \cdot 0,75} = 40380 \text{ кг.} \quad (3.13)$$

$$F''_0 = F_g \cdot f_2 \cdot \cos \varepsilon \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_2) = 28 \cdot 0,4 \cdot \cos 68,5^\circ \cdot \text{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ) = 7,20 \text{ кг} \quad (3.14)$$

Визначаємо

$$N_2 = \frac{403,8 \cdot 0,07 \cdot (31,4 - 19,08) + 72 \cdot 10^{-3} \cdot 0,14 \cdot (31,4 - 19,08)}{102} = 3,71 \text{ кВт.}$$

Потужність на валу вертикального шнека

$$N_0 = \frac{(N_1 + N_2) \cdot K_0}{\eta}, \quad (3.15)$$



де  $K_0$  – коефіцієнт що враховує подрібнення гноєсуміші  $K_0 = 1,15$ ;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії підшипників кочення  $\eta = 0,99$  [19]

$$N_0 = \frac{(0,225 + 3,71) \cdot 1,15}{0,99} = 4,32 \text{ кВт.}$$

### **3.3. Обґрунтування параметрів вдосконаленого вертикального шнекового насосу**

Проаналізувавши технологічні та енергетичні показники типового шнекового насосу для відкачування гною на свинокомплексі ставимо задачу підвищити його продуктивність до 100т/год за рахунок зміни конструкції шнека (рис. 3.3.) [20]

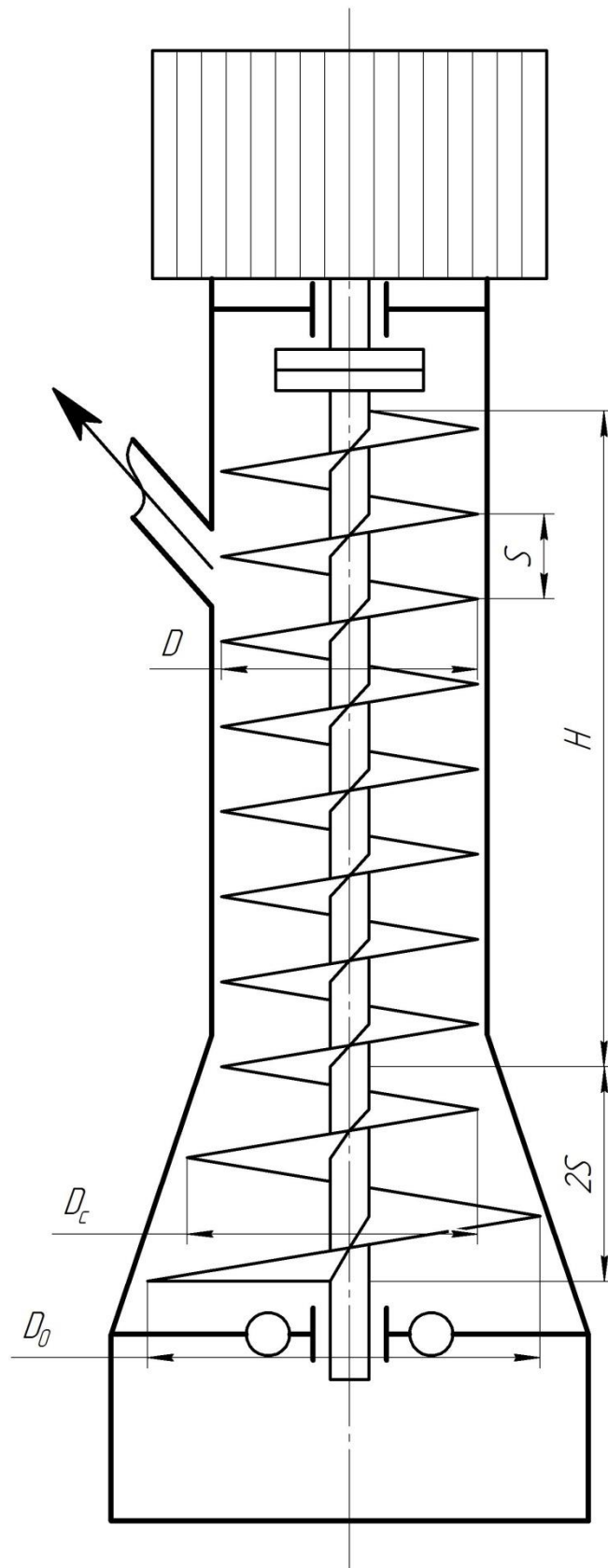


Рисунок 3.3. Схематизація основних конструктивних параметрів модернізованого шнека насосу.

$D$  – діаметр базового шнека;  $D_c$  – середній діаметр вдосконаленого шнека;  
 $D_0$  – початковий (максимальний) діаметр вдосконаленого шнека.

Вдосконалення полягає у наступному: до існуючого циліндричного шнека з діаметром  $D$  прикріплюємо конічну частину, яка складається з двох кроків шнека

з середнім діаметром  $D_c$ . В результаті такого вирішення проблеми збільшується продуктивність гноєнососа, а також підвищується тиск гноєсуміші на виході із патрубка насоса.

Незмінюючи інших конструктивних та кінематичних параметрів вертикального шнекового насоса визначаємо початковий діаметр шнека та потужність приводу.

З формули (3.1) визначаємо середній необхідний діаметр шнека для забезпечення продуктивності гноєнасоса  $Q_M = 100$  т/год;

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_M}{3600 \cdot \pi \cdot V_n \cdot \psi \cdot \gamma} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3600 \cdot \pi \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1,01} + 0,06^2} = 0,25 \text{ м.}$$

Вихідний діаметр шнека насоса

$$D_0 = 2 \cdot D_c - D = 2 \cdot 0,25 - 0,2 = 0,3 \text{ м.}$$

Потужність затрачена на подолання сил тертя гноєсуміші між кожухом насоса і шнеком (3.8, 3.9)

$$N_{1M} = \frac{F_{e.M} \cdot f_2 \cdot V_a}{102}, \quad (3.16)$$

де  $F_{e.M} = F_e + F_{e,d}$

$F_{e.M}$  – відцентрова сила гноєсуміші додаткового шнека.

За формулою (3.11) визначено

$$\operatorname{tg} \varepsilon_M = \left( \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left( \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{2} \right)^2 + \frac{g \cdot D_c \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{2 \cdot f_2 \cdot V_n^2}}.$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_M = \left( \frac{\operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right) \cdot \sqrt{\left( \frac{\operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2} \right)^2 + \frac{9,81 \cdot 0,25 \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{2 \cdot 0,4_2 \cdot 0,75_n^2}} = 2,82,$$

$$\varepsilon_M = \arctg(2,82^\circ) = 70,5^\circ.$$

За формулою (3.10) визначено

$$\omega_{\varepsilon.M} = 2 \cdot V_n \frac{\operatorname{tg} \varepsilon_M}{D_c};$$

$$\omega_{\varepsilon.M} = 2 \cdot 0,75 \cdot \frac{2,82}{0,25} = 16,92 \text{ с}^{-1};$$

$$V_{a.M} = \frac{V_n}{\cos \varepsilon_M} = \frac{0,75}{\cos 70,5^\circ} = 2,25 \text{ м/с}.$$

$$F_{\varepsilon.\partial} = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot 2S \cdot \omega_{\varepsilon.M}^2 \cdot (D_c^3 - d^3) \cdot \psi}{12 \cdot g} =$$

$$= \frac{\pi \cdot 1010 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 16,92^2 \cdot (0,25^3 - 0,06^3) \cdot 0,8}{12 \cdot 9,81} = 1,68 \text{ кг}.$$

Тоді

$$F_{\varepsilon.M} = 28,0 + 1,68 = 29,7 \text{ кг};$$

$$N_{1.M} = \frac{29,7 \cdot 0,4 \cdot 2,05}{102} = 0,24 \text{ кВт}.$$

Потужність затрачена на підйом суміші гною і тертя між сумішшю і поверхнею шнека (3.12-3.14)

$$N_{2.M} = \frac{F'_{0.M} \cdot R_{\text{сеп}} \cdot (\omega - \omega_{\varepsilon.M}) + F''_{0.M} \cdot R \cdot (\omega - \omega_{\varepsilon.M})}{102}, \quad (3.17)$$

$$F'_{0.M} = \frac{Q_M \cdot (H + 2S) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2)}{3,6 \cdot V_n} =$$

$$\frac{100000 \cdot (1 + 0,15 \cdot 2) \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ)}{3,6 \cdot 0,75} = 84510 \text{ кг}. \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned}
 F_{0.M}'' &= F_{e.M} \cdot f_2 \cdot \cos \varepsilon_M \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) = \\
 &= 29,7 \cdot 0,4 \cdot \cos 70,5^\circ \cdot \operatorname{tg}(38,5^\circ + 21,8^\circ) = 6,95 \text{ кГ}
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

Визначаємо

$$N_{2.M} = \frac{845 \cdot 0,07 \cdot (31,4 - 16,92) + 69,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,14 \cdot (31,4 - 16,92)}{102} = 8,51 \text{ кВт.}$$

Потужність на валу приводу вертикального шнека

$$N_{0.M} = \frac{(N_{1.M} + N_{2.M}) \cdot K_0}{\eta},
 \tag{3.20}$$

$$N_{0.M} = \frac{(0,24 + 8,51) \cdot 1,15}{0,99} = 10,2 \text{ кВт.}$$

### 3.4. Розрахунок вала шнека

Максимальний крутний момент, що виникає на валу шнека

$$M_{0.\max} = \frac{N_{0.M}}{\omega} = \frac{10,2 \cdot 10^3}{31,4} = 350 \text{ Н} \cdot \text{м.}
 \tag{3.21}$$

Даний момент рівномірно розподіляється по довжині шнека інтенсивністю

$$m = \frac{M_{0.\max}}{H + 2S} = \frac{350}{1 + 0,3} = 260 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}}.
 \tag{3.22}$$

На рис.3.4 а показана розрахункова схема вала шнека, а на рис. 3.4 б епюра крутних моментів [21].

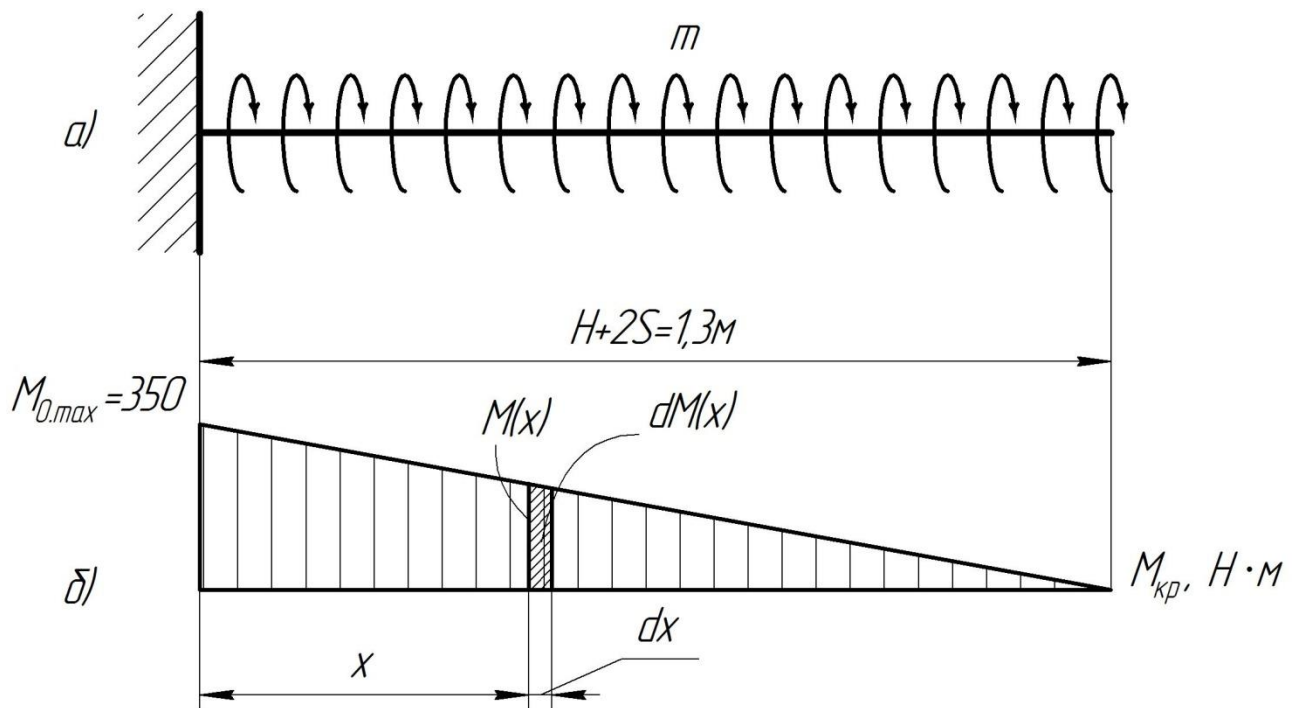


Рисунок 3.4. Розрахунок вала шнека

Вал шнека конструктивно приймаємо пустотілим, із зовнішнім діаметром  $d = 60$  мм (рис. 3.5)

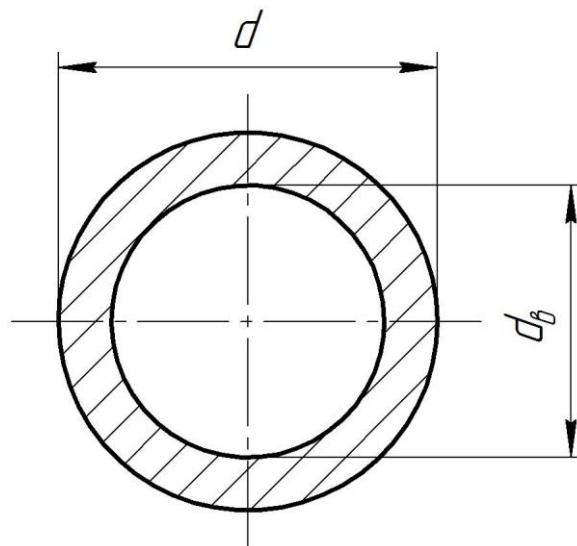


Рисунок 3.5. Поперечний перетин вала шнека

$d$  – зовнішній діаметр вала шнека;  $d_g$  – внутрішній діаметр вала шнека

3 умови міцності на кручення

$$\tau_{\max} = \frac{M_{0.\max}}{W_p} \leq [\tau], \quad (3.23)$$

де  $W_p$  – полярний момент опору поперечного перерізу пустотілого вала,

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} (1 - \alpha^4);$$

$\alpha$  – коефіцієнт,  $\alpha = \frac{d_g}{d}$ ;

$[\tau]$  – допустимі дотичні напруження матеріалу вала,  $[\tau] = 80$  МПа.

З формули (3.23), отримано

$$\alpha^4 \leq 1 - \frac{16 \cdot M_{0.\max}}{\pi \cdot d^3 \cdot [\tau]} = 1 - \frac{16 \cdot 350 \cdot 10^3}{\pi \cdot 60^3 \cdot 80} = 0,897,$$

$$\alpha \leq \sqrt[4]{0,897} = 0,97.$$

Таким чином

$$d_g = 0,97 \cdot 60 = 58 \text{ мм, приймаємо } d_g = 50 \text{ мм.}$$

Для перевірки жорсткості визначимо максимальний кут повороту вільного кінця шнека (рис. 3.4 б).

$$d(\Delta\varphi) = \frac{dM(x)dx}{GI_p}, \quad (3.24)$$

де  $dM(x)$  – величина елементарного моменту на відстані  $x$  від закріплення,

$$dM(x) = M_{0.\max} - \frac{M_{0.\max}}{H + 2 \cdot S} \cdot x,$$

$$d(\Delta\varphi) = \frac{\left( M_{0.\max} - \frac{M_{0.\max}}{H + 2 \cdot S} \cdot x \right) \cdot dx}{GI_p},$$

$$\Delta\varphi = \int_0^{H+2S} \frac{\left( M_{0.\max} - \frac{M_{0.\max}}{H+2\cdot S} \cdot x \right) \cdot dx}{GI_p} = \frac{M_{0.\max} \cdot (H+2\cdot S)}{2GI_p},$$

де  $I_p$  – полярний момент інерції поперечного перерізу пустотілого вала,

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} (1 - \alpha^4) = \frac{\pi \cdot 60^4}{32} \left( 1 - \left( \frac{60}{50} \right)^4 \right) = 65,84 \cdot 10^4 \text{ мм}^4.$$

$$\Delta\varphi = \frac{350 \cdot 10^3 \cdot 1300}{2 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 65,84 \cdot 10^4} \cdot \frac{180}{\pi} = 0,25 \text{ град.}$$

Відносний кут закручування

$$\theta = \frac{\Delta\varphi}{H+2\cdot S} = \frac{0,25}{1+2\cdot 0,15} = 0,19 \text{ град/м} \leq [\theta] = 2 \text{ град/м.}$$

де  $[\theta]$  – допустимий відносний кут закручування, для загального машинобудування  $[\theta] = 2$  град/м.

Таким чином умова жорсткості забезпечена.

## 4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

### 4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки

Проектування – процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта і алгоритму його функціонування. Проектування містить у собі комплекс робіт з знаходження, дослідження, розрахунками і конструювання, що мають метою одержання опис предмета проектування, необхідного і достатнього для створення нового виробу чи виробу реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам [22].

Під автоматизацією проектування розуміється такий спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються



розроблювачем виробу при тісній взаємодії з ЕОМ. Автоматизація проектування припускає систематичне використання засобів обчислювальної техніки при раціональному розподілі функцій між проектувальником і ЕОМ і обґрунтованому виборі методів машинного рішення задач.

Для створення САПР необхідні:

- удосконалювання проектування на основі застосування математичних методів і засобів обчислювальної техніки;
- автоматизація процесу пошуку, обробки і видачі інформації;
- використання методів оптимізації і різноманітного проектування;
- застосування ефективних математичних моделей проєктованих об'єктів, що входять до складу комплектуючих виробів і матеріалів;
- створення банків даних, що містять систематизовану інформацію довідкового характеру, необхідну для автоматизованого проектування об'єктів;

- підвищення якості оформлення проектної документації;
- збільшення творчої частки праці проєктувальників за рахунок автоматизації нетворчих робіт;
- уніфікація і стандартизація методів проєктування;
- підготовка і перепідготовка фахівців в області САПР;
- взаємодія проєктних підрозділів з автоматизованими системами різного рівня і призначення.

Система автоматизованого проєктування (САПР) – комплекс засобів автоматизації проєктування, взаємозалежних з необхідними підрозділами проектної організації або колективом фахівців (користувачем системи), що виконує автоматизоване проєктування. САПР поєднує технічні засоби, математичне і програмне забезпечення, параметри і характеристики яких вибирають з максимальним врахуванням особливостей задач інженерного проєктування і конструювання. У САПР забезпечується зручність використання програм за рахунок застосування засобів оперативного зв'язку інженера з ЕОМ, спеціальних проблемно-орієнтованих мов і інформаційно-довідкової бази [22].

Основна функція САПР – виконання автоматизованого проєктування на всіх чи окремих стадіях проєктування об'єктів і їхніх складових частин. При створенні САПР і їхніх складових частин варто керуватися принципами системної єдності, сумісності, типовості, розвитку.

Складовими структурними частинами САПР, жорстко зв'язаними з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, у яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів зважається функціонально закінчена послідовність задач САПР.

За призначенням підсистеми поділяють на проєктуючі і обслуговуючі.

Проєктуючі підсистеми. Вони мають об'єктну орієнтацію і реалізують визначений етап (стадію) проєктування або групу безпосередньо пов'язаних проєктних задач. Приклади проєктуючих підсистем: ескізне проєктування виробів, проєктування корпусних деталей, проєктування технологічних процесів механічної обробки.

Обслуговуючі підсистеми. Такі підсистеми мають загальносистемне застосування і забезпечують підтримку функціонування проєктуючих підсистем,

а також оформлення, передачу і вивід отриманих результатів. Приклади обслуговуючих підсистем: автоматизований банк даних, підсистеми документування, підсистема графічного введення-висновку.

Системна єдність САПР забезпечується наявністю комплексу взаємозалежних моделей, що визначають об'єкт проектування в цілому, а також комплексом системних інтерфейсів, що здійснюють зазначений взаємозв'язок. Системна єдність усередині підсистем, що проектують, забезпечується наявністю єдиної інформаційної моделі тієї частини об'єкта, проектне рішення по якій повинно бути отримане в даній підсистемі.

Формування і використання моделей об'єкта проектування в прикладних задачах здійснюється КЗАП системи (чи підсистеми).

Структурними частинами КЗАП системи є різні комплекси засобів, а також компоненти організаційного забезпечення. Комплекс засобів - це сукупність компонентів і/або комплексів засобів, призначених для тиражування й орієнтованих на проектування об'єктів визначеного класу (виду, типу) і/чи виконання уніфікованих процедур, які використовують у відповідних проектуючих і/чи обслуговуючих підсистемах САПР.

Комплекси засобів відносять до промислових виробів, що підлягають виготовленню, тиражуванню і застосуванню в складі САПР, і документують як специфіковані вироби.

## **4.2. Розробка моделі об'єкту проектування**

За мету ставимо визначення продуктивності шнекового насосу від його геометричних та кінематичних параметрів.

$$Q = \frac{3600 \cdot \pi (D^2 - d^2) \cdot V_n \cdot \psi \cdot \gamma}{4} \text{ т/ГОД,} \quad (3.1)$$

Крок шнека приймаємо рівним  $S = 0,75D$ ,  $d = 0,3D$  від якого залежать

Кут підйому гвинта по внутрішньому діаметру шнека

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_0 &= \frac{S}{\pi d}, \\ \alpha_0 &= \operatorname{arctg} \left( \frac{S}{\pi d} \right). \end{aligned}$$

Кут тертя гноєсуміші по поверхні матеріалу гвинтового шнека

$$\varphi = \operatorname{arctg}(f).$$

Мінімальна частота обертання вала приводу вертикального шнекового насосу

$$n_{\min} = 13,5 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \sin \left( \operatorname{arctg} \left( \frac{S}{\pi d} \right) - \varphi \right)}{d \cdot \sin \varphi_2}}, \text{ об/хв.}$$

Робоча частота обертання вала приводу вертикального шнекового насосу

$$n_{\text{роб}} = 2 \cdot 13,5 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi)}{d \cdot \sin \varphi_2}}, \text{ об/хв.}$$

Швидкість вертикального переміщення гноєсуміші

$$V_n = n_{роб} \cdot S, \text{ м/хв},$$

Уніфікована формула для визначення продуктивності шнекового вертикального насоса

$$Q = \frac{3600 \cdot \pi (D^2 - (0,3D)^2) \cdot 2 \cdot 13,5 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \sin\left(\arctg\left(\frac{0,75D}{\pi 0,3D}\right) - \arctg(f)\right)}{0,3D \cdot \sin(\arctg(f))}} \cdot 0,75D \cdot \psi \cdot \gamma}{4}.$$

#### 4.3. Аналіз даних за результатами проектування

Використовуючи пакет прикладних програм Matlab будуюмо графік залежності продуктивності насоса від діаметра шнека в діапазоні  $D = 0,1 \div 0,3$  м, при питомій вазі гноєсуміші  $\gamma = 1,01 \text{ т/м}^3$ ; коефіцієнтом заповнення шнека  $\psi = 0,8$ , коефіцієнт тертя  $f = 0,4$ .

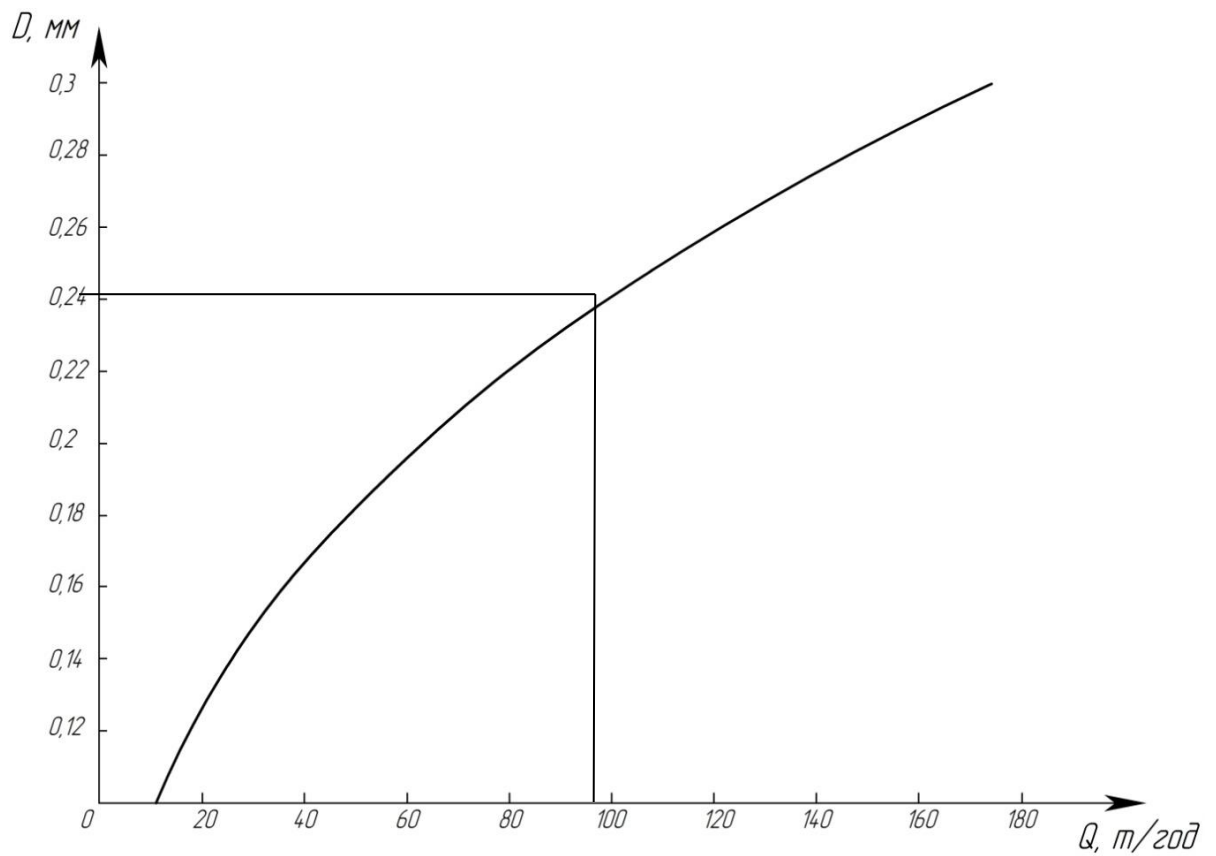


Рисунок 4.1. Діаграма залежності продуктивності вертикального шнекового насоса від початкового діаметра шнека.

Отримані результати графоаналітичного дослідження підтверджують конструктивно-технологічні розрахунки розділу 3.

## 5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

### 5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

#### Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов

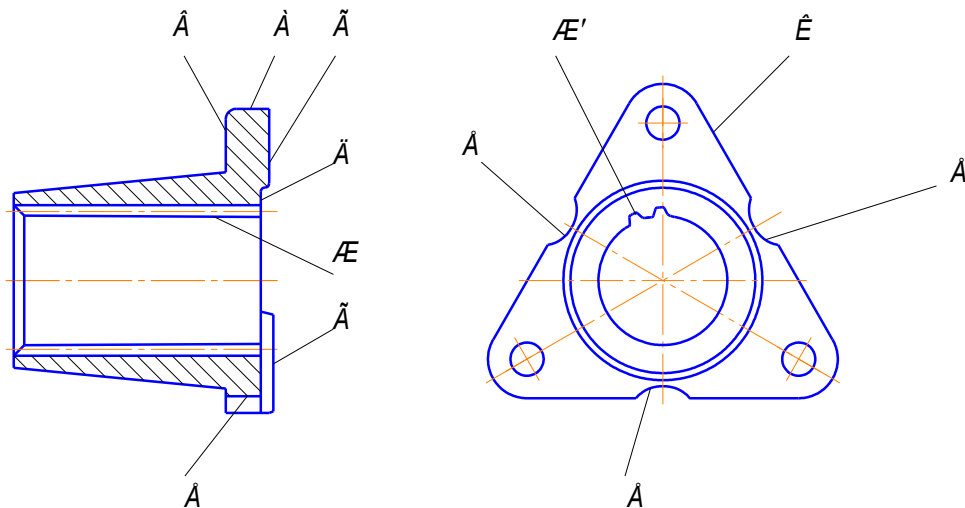


Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі – маточина МГ-48.304

Деталь – маточина МГ-48.304 (рис.5.1) є складовою частиною механізму гноєочищення тваринницької ферми.

До основних поверхонь деталі відносять наступні:

Поверхні (Г, Д) – є установочними і призначені для для кріплення маточини до диска.

Поверхня (Е) – призначена для надійної фіксації маточини і установки у виточки диска.

Поверхня (К) – три отвори призначені для кріплення маточини до диска за допомогою болтів.

Поверхня (Ж) – призначена для встановлення маточини на шліцьовому валу.

Інші поверхні деталі є другорядними і принципового значення не мають.

Для виготовлення заготовки даної деталі необхідно застосовувати матеріал, який має високу міцність поряд з добрими ливарними властивостями і хорошою оброблюваністю.

Враховуючи конструктивні особливості деталі, її форму, а також те, що деталі не йдуть на зварювання, застосовують сталь 40Х ГОСТ 4543-71 з наступними характеристиками:

Таблиця 5.1 – Хімічний склад 40Х

C, %	Cr, %
0,4	1

Таблиця 5.2 – Механічні властивості 40Х

$\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_0$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta$ , %	$\psi$ , %
800	1000	10	45

На основі аналізу робочого креслення і технічних вимог визначимо методи і засоби, за допомогою яких можна виконати відповідні вимоги, а також методи їх контролю в умовах даного виробництва. Дані зведемо у таблицю.

Таблиця 5.3 – Аналіз технічних умов

Поверхня	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
К	Забезпечити задану точність та взаємне розміщення трьох отворів	Однчасне свердління	Калібр 8150-5081
Ж	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Протягування шліцьового отвору	Калібр-пробка 8311-4127
Г, Б	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Підрізання торця різцем	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25
Е	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Послідовне фрезерування трьох пазів	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25
А	Забезпечити шорсткість поверхні	Розточування різцем	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25

### Технологічний контроль креслення деталі

На кресленні деталь зображена у двох проекціях, що дає змогу уявити деталь



в просторі і розташування її основних елементів.

На кресленні є присутньою достатня кількість перерізів, котрі в повній мірі відображають необхідну інформацію.

Для розмірів загального призначення встановлений загальний допуск і квалітет точності. Для поверхонь загального призначення встановлено загальний показник шорсткості поверхонь.

На робочі розміри і відповідальні поверхні встановлено допуск і квалітет точності згідно діючих ГОСТів. На відповідальні поверхні встановлено спеціальні показники шорсткості.

Також вказано основні базові поверхні, відносно яких визначаються поверхні відхилення: співвісності і розміщення осей отворів відносно центру номінального розташування отвору; відхилення від перпендикулярності.

Отже, креслення деталі виконано згідно стандартів, що повністю відображає всю необхідну інформацію, що необхідна для виготовлення даної деталі.

### **Аналіз технологічності конструкції деталі**

Деталь – маточина МГ-48.304 є відливкою третього класу точності і тому одержання заготовки не складає значних труднощів.

Конфігурація деталі дозволяє отримати заготовку шляхом відливання.

З точки зору механічної обробки, конфігурація деталі дозволяє обробку всіх поверхонь на прохід.

Розміщення трьох отворів  $\varnothing 16$  дозволяє застосовувати трьох-шпindelну свердлильну головку і витримати всі конструктивні вимоги.

Деталь має добрі базові поверхні для першочергових операцій, достатньо жорстка по конструкції і при обробці дозволяє застосовувати пристрої і кондуктори з пневматичним затиском.

До всіх оброблюваних поверхонь кришки є вільний доступ інструменту. Немає обробки поверхонь з внутрішнього боку.

Отже деталь є достатньо технологічною за конструкції.

## **Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі**

Базовий технологічний процес механічної обробки деталі є задовільним і забезпечує поставлені вимоги до якості, точності і шорсткості поверхонь отримуваної деталі.

Щодо методу одержання заготовки (литво в земляні форми), то в умовах даного типу виробництва він є доцільним, хоча заготовку можна виливати і іншими способами, наприклад, литвом у кокіль, в оболонкові форми, по виплавляємим моделям. Крім того, заготовку даної форми і конфігурації можна отримати і шляхом кування.

Реальна заготовка досить точно відповідає кресленню деталі.

Щодо баз, то вони вибрані правильно, з дотриманням принципу поєднання і суміщення баз. Також виконується вимога, що при першій операції вибрано такі базові поверхні, які в подальшому не обробляються.

Операції технологічного процесу механічної обробки маточини МГ-48.304 встановлено правильно, що дозволяє досягнути задану точність.

Як видно із технологічного процесу, режими різання відповідають прогресивним.

Щодо обладнання, яке використовується, то воно в повній мірі задовольняє всі вимоги.

На рахунок ріжучого інструменту – то він використовується стандартизований.

З приводу зауважень, то для операції 055 Вертикально-свердлильна, на якій послідовно свердлиться три отвори  $\varnothing 16$  є змога використати трьох-шпindelьну свердлильну головку, що значно скоротить затрати як основного, так і допоміжного часу для даної операції.

Для операцій 005 і 010 Вертикально-свердлильних в базовому технологічному процесі застосовується верстат мод. 2170. Оскільки він не в повній мірі завантажений, то для виконання даних операцій можна використати більш дешевший верстат мод. 2Н150.

## 5.2. Проектування технологічного процесу виготовлення

### Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій. Його значення приймається для планового періоду рівного одному місяцю і визначається за формулою:

$$K_{zo} = \frac{O}{P}, \quad (5.1)$$

де  $O$  – число різних операцій;

$P$  – число робочих місць з різними операціями.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем знаходимо згідно формули:

$$O = \frac{60 \cdot F_m \cdot k_g \cdot \eta_n}{T_{ш-к} \cdot N_m}, \quad (5.2)$$

де  $F_m$  – місячний фонд часу роботи обладнання при однозмінному режимі.

$$F_m = 2030 \div 12 = 169,2 \text{ год};$$

$k_g = 1,3$  – середній коефіцієнт виконання норм часу;

$\eta_n = 0,8$  – коефіцієнт завантаження верстатів;

$T_{ш-к}$  – штучно-калькуляційний час виконання операцій на даному верстаті /орієнтований по додатку I [23, 24].

$N_m$  – місячна програма випуску деталей

$$N_m = \frac{N}{12} = \frac{3800}{12} = 3167 \text{ шт.}$$

$N$  – річна програма випуску деталей.

Введемо коефіцієнт  $k$  для спрощення розрахунків:

$$k = \frac{60 \cdot F_m \cdot k_g \cdot \eta_n}{N_m} = \frac{60 \cdot 169,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{3167} = 3,33.$$

1. Вертикально-свердлильна:

$$O_1 = \frac{3,33}{0,728 \cdot 1,72} = 2,69.$$

2. Вертикально-свердлильна:

$$O_2 = \frac{3,33}{1,116 \cdot 1,72} = 1,73.$$

3. Вертикально-свердлильна:

$$O_3 = \frac{3,33}{0,749 \cdot 1,72} = 2,58.$$

4. Вертикально-свердлильна:

$$O_4 = \frac{3,33}{0,146 \cdot 1,72} = 13,26.$$

5. Горизонтально-протяжна:

$$O_5 = \frac{3,33}{0,4 \cdot 1,73} = 4,81.$$

6. Фрезерна з ЧПК:

$$O_6 = \frac{3,33}{0,21 \cdot 1,84} = 8,62.$$

7. Токарно-гвинторізна:

$$O_7 = \frac{3,33}{0,61 \cdot 2,14} = 2,55.$$

8. Токарно-гвинторізна:

$$O_8 = \frac{3,33}{0,44 \cdot 2,14} = 3,54.$$

9. Токарно-гвинторізна:

$$O_9 = \frac{3,33}{0,39 \cdot 2,14} = 3,99.$$

10. Токарно-гвинторізна:

$$O_{10} = \frac{3,33}{0,168 \cdot 2,14} = 9,15.$$

11. Вертикально-свердлильна:

$$O_{11} = \frac{3,33}{0,174 \cdot 1,72} = 11,38.$$

Тоді

$$K_{30} = \frac{2,69 + 1,73 + 2,58 + 13,26 + 4,81 + 8,62 + 2,55 + 3,54 + 3,99 + 9,15 + 11,38}{4} = 16,07.$$

Отже тип виробництва – середньосерійний, так як  $10 < K_{30} < 20$ .

Згідно ГОСТ 14312-74 приймаємо потокову форму організації виробництва,

яка характеризується узгодженим і ритмічним виконанням всіх операцій технологічного процесу на основі постійного такту випуску, розміщенням робочих місць у послідовності згідно технологічного процесу.

Величина такту випуску:

$$t_e = \frac{F_d \cdot 60}{N} = \frac{2030 \cdot 60}{38000} = 3,2 \text{ хв/шт.}, \quad (5.3)$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,  $F_d = 2030$  год .

Скоректована партія

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{38000 \cdot 10}{253} = 1502 \text{ шт.}, \quad (5.4)$$

де  $a$  – число днів, на яке необхідно мати запас деталей.  $a = 10$ ;

$F$  – число робочих днів у році.  $F = 253$  .

### Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовками для даної деталі можуть бути відливки, одержані литвом різними способами. В даному випадку її отримують методом лиття в земляні форми із сталі 40Х ГОСТ 4543-71, що забезпечує вимоги міцності і шорсткості необроблюваних поверхонь.

Дану заготовку можна одержати і литвом у кокіль чи литтям по виплавляємим моделям. При цьому технологічний процес механічної обробки не змінюється.

Для того, щоб вибрати метод одержання заготовки, визначимо собівартість заготовки одержаної литвом у земляні форми і литвом по виплавляємим моделям.

Деталь – відливка із 40Х; III класу точності; 1-ї групи складності, маса деталі 1,74 кг; маса заготовки 2,8 кг.

Вартість заготовки одержуваної литвом, з достатньою для курсового проектування точністю визначаємо згідно формули:

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} Q k_T k_C k_e k_m k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000} \quad (5.5)$$

де  $C$  – базова вартість 1 тони заготовок;

$k_T, k_C, k_e, k_m, k_{II}$  - відповідно, коефіцієнти, які залежать від класу

точності, групи складності, маси, марки матеріалу, об'єму випуску заготовок.

1 варіант *Литво у земляні форми*

$$C = 1450 \text{ грн}, \quad k_T = 1, \quad k_C = 0,7,$$

$$k_e = 1, \quad k_m = 2.2, \quad k_{II} = 1, \quad [26, 27].$$

$$S_{\text{сідх}} = 149 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг1}} = \left( \frac{1450}{1000} 2.8 \cdot 0.7 \cdot 2.2 \right) - (2.8 - 1.74) \frac{149}{1000} = 6.09 \text{ грн.}$$

2 варіант *Литво по виплавляємим моделям*

$$C = 8000 \text{ грн}, \quad k_T = 1, \quad k_C = 0.85,$$

$$k_e = 0,53, \quad k_m = 1.23, \quad k_{II} = 1.23, \quad [23-26].$$

$$S_{\text{сідх}} = 149 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг2}} = \left( \frac{8000}{1000} 2.8 \cdot 0.85 \cdot 0,53 \cdot 1.23 \cdot 1.23 \right) - (2.8 - 1.74) \frac{149}{1000} = 15.11 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від застосування прогресивнішого способу одержання заготовки розрахуємо згідно формули:

$$\Sigma = (S_{\text{заг2}} - S_{\text{заг1}}) \cdot N = (15.11 - 6.09) \cdot 38000 = 342760 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Отже одержання заготовок для деталі маточина С-48.304 литвом у земляні форми є більш доцільним.

Економічний ефект від застосування литва у земляні форми складає 342760 гривень на рік у порівнянні з литвом по виплавляємим моделям.

### **Вибір технологічних баз**

Вихідними даними для вибору баз є: робоче креслення деталі; технічні умови на виготовлення деталі; вид заготовки та якість її поверхонь.

При виборі технологічних баз важливою умовою є те, щоб при першій операції було вибрано базою такі поверхні, які в подальшому не оброблюються. На наступні операції необхідно вибирати такі бази, які б служили базами для багатьох операцій.

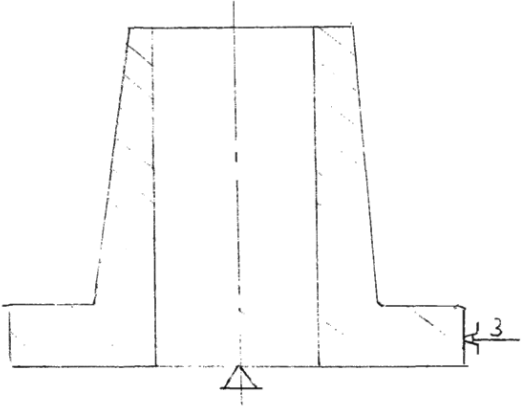
Від правильності вибору технологічних баз в значній мірі залежать:

- Фактична точність виконання лінійних розмірів, заданих конструктором.

- Правильність розміщення оброблюваних поверхонь.
- Точність обробки, яку повинен витримати робітник при виконанні запроєктованої технологічної операції.
- Степінь складності і конструкція необхідних пристроїв, ріжучих і вимірювальних інструментів.
- Загальна продуктивність обробки заготовок.

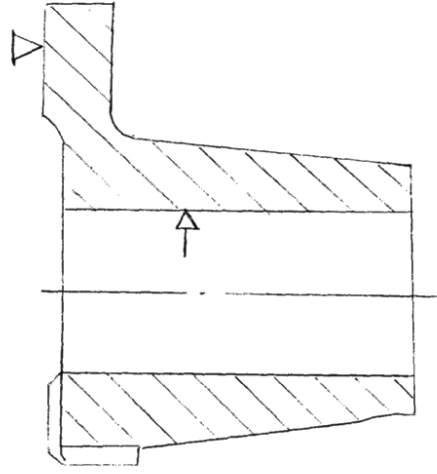
Вибір технологічних баз проводимо у вигляді таблиці, в якій покажемо схеми базування деталі на кожній операції.

Таблиця 5.4 – Вибір технологічних баз

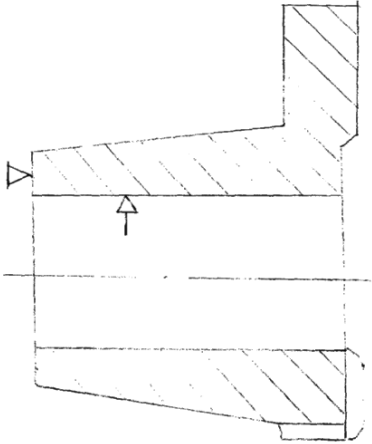
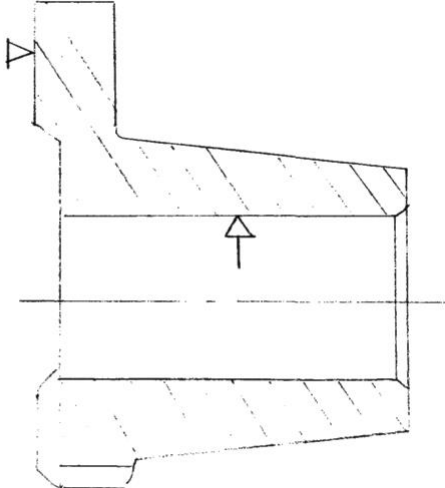
№ операції	Назва операції	Схема базування
005	Вертикально-свердлильна	
010	Вертикально-свердлильна	
015	Вертикально-свердлильна	
020	Вертикально-свердлильна	

025	Горизонтально-протяжна	
030	Фрезерна з ЧПК	

Продовження таблиці 5.4

035	Токарно-гвинторізна	
-----	---------------------	--



<p>040 045</p>	<p>Токарно-гвинторізна Токарно-гвинторізна</p>	
<p>050</p>	<p>Токарно-гвинторізна</p>	

Кінець таблиці 5.4

<p>055</p>	<p>Вертикально-свердлильна</p>	
------------	--------------------------------	--

## Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки

Для визначення доцільності вибраного технологічного маршруту механічної обробки необхідно провести техніко-економічні порівняння двох варіантів обробки.

Складаємо два варіанти технологічного маршруту механічної обробки деталі маточина МГ-48.304.

Таблиця 5.5 – Маршрут обробки 1-го варіанту (базовий)

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Оброблюван а поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити отвір в розмір 1, 2	Ж	Д, Н	2170
010	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Розсвердлити отвір в розмір 1, 2.	Ж	Д, Н	2170
015	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкерувати отвір в розмір 1, 2.	Ж	Д, Н	2170
020	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкувати фаску в розмір 1.	Ж	Д, Н	2170

Кінець таблиці 5.5

025	<b>Горизонтально-протяжна</b> 1. Протягнути шліцьовий отвір в розміри 1, 2, 3, 4, 5.	Ж <sup>1</sup>	Д	7Б55
030	<b>Фрезерна з ЧПК</b> 1. Фрезерувати послідовно три пази в розміри 1, 2, 3.	Е	Б, Ж	ГФ2171С5
035	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець маточини. 2. Підрізати торець в розміри 1, 2.	В Б	Г, Ж	16К20
040	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 1.	Г	Б, Ж	16К20
045	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розміри 1, 2, 3.	Д	Б, Ж	16К20

050	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 3. 2. Обточити фаску в розмір 2. 3. Розточити фаску в розмір 1.	Б А А	Г, Ж	16К20
055	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити послідовно три отвори в розміри 1, 2, 3.	К	Г, Б	2Н150

Таблиця 5.6 – Маршрут обробки 2-го варіанту (проектний)

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Оброблюван а поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити отвір в розмір 1, 2	Ж	Д, Н	2Н150
010	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Розсвердлити отвір в розмір 1, 2.	Ж	Д, Н	2Н150
015	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкерувати отвір в розмір 1, 2.	Ж	Д, Н	2170
020	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкувати фаску в розмір 1.	Ж	Д, Н	2170

Кінець таблиці 5.6

025	<b>Горизонтально-протяжна</b> 1. Протягнути шліцьовий отвір в розміри 1, 2, 3, 4, 5.	Ж <sup>1</sup>	Д	7Б55
030	<b>Фрезерна з ЧПК</b> 1. Фрезерувати послідовно три пази в розміри 1, 2, 3.	Е	Б, Ж	ГФ2171С5
035	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець маточини. 2. Підрізати торець в розміри 1, 2.	В Б	Г, Ж	16К20
040	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 1.	Г	Б, Ж	16К20
045	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розміри 1, 2, 3.	Д	Б, Ж	16К20

050	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 3. 2. Обточити фаску в розмір 2. 3. Розточити фаску в розмір 1.	Б А А	Г, Ж	16К20
055	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити одночасно три отвори в розміри 1, 2, 3.	К	Г, Б	2Н150

Для того, щоб вибрати із двох варіантів обробки кращий, необхідно провести їх техніко-економічне порівняння. Для цього необхідно знайти вартість механічної обробки на відмінних операціях.

Величина годинних приведених витрат:

$$C_{ПЗ} = \frac{C_3}{M} + C_{ГЗ} + E_H (K_C + K_3) , \quad \text{коп/год} \quad (5.7)$$

де  $C_3$  – основна і додаткова заробітна плата, а також перерахування на соц. страх;

$M$  – коефіцієнт багатOVERстатності;

$C_{ГЗ}$  – годинні затрати на експлуатацію робочого місця;

$E_H$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень.

$E_H=0,2$ ;

$K_C$  – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

$K_3$  – питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

$$C_3 = C_{Т.Ф.} \cdot 1,53 \cdot k , \quad \text{коп/год} \quad (5.8)$$

де  $C_{Т.Ф.}$  – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

$k$  – коефіцієнт, що враховує заробітну плату наладчика.  $k=1,0$  .

$$C_{ГЗ} = C_{ГЗ}^{б.у.} \cdot k_M , \quad \text{коп/год} \quad (5.9)$$

де  $C_{ГЗ}^{б.у.}$  - практично скоректовані годинні затрати на базовому робочому місці;

$k_M$  – машино-коефіцієнт, який показує у скільки разів затрати, пов'язані з роботою даного верстату більші за економічні затрати у базового верстату.

$$K_C = \frac{Ц \cdot 100}{3200} , \quad \text{коп/год} \quad (5.10)$$

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200} , \quad \text{коп/год} \quad (5.11)$$

де  $Ц$  – балансова вартість верстату, грн.;

$F$  – виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів.

$$F = f \cdot k_f, \quad \text{м}^2 \quad (5.12)$$

де  $f$  – виробнича площа, яку займає верстат;

$k_f$  – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції :

$$C_o = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ум}}{60}, \quad \text{коп} \quad (5.13)$$

де  $T_{ум}$  – штучний час по операціях.

### **I варіант** Вертикально-свердильний верстат мод. 2170

$$Ц = 16400 \cdot 1,1 = 18040 \text{ грн.}$$

$$f = 1,63 \cdot 1,22 = 1,99 \text{ м}^2.$$

$$k_f = 4,0.$$

$M=2$ ; розряд роботи 2.

$$T_{ум} = 5,38 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 42,6 \cdot 1,53 \cdot 5 = 325,89 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ГЗ} = 36,3 \cdot 5 \cdot 1,2 = 217,8 \text{ коп/год, де } k_M = 1,2.$$

$$K_C = \frac{176000 \cdot 100}{3200} = 550 \text{ коп/год.}$$

$$K_3 = \frac{1,14 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10,69 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ПЗ} = \frac{325,89}{2} + 217,8 + 0,2(563,75 + 18,66) = 497,23 \text{ коп/год.}$$

$$C_{o1}^I = \frac{497,23 \cdot 5,38}{60} = 44,58 \text{ коп.}$$

### Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н150

$$Ц = 16000 \cdot 1,1 = 17600 \text{ грн.}$$

$$f = 1,29 \cdot 0,88 = 1,14 \text{ м}^2.$$

$$k_f = 4,0.$$

$M=2$ ; розряд роботи 2.

$$T_{\text{шт}} = 1.75 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 42.6 \cdot 1.53 \cdot 5 = 325.89 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ГЗ} = 36,3 \cdot 5 \cdot 1,2 = 217,8 \text{ коп/год, де } k_M = 1,2.$$

$$K_C = \frac{17600 \cdot 100}{3200} = 550 \text{ коп/год.}$$

$$K_3 = \frac{1,14 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10,69 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ПЗ} = \frac{325.89}{2} + 217,8 + 0,2(550 + 10,69) = 492.88 \text{ коп/год.}$$

$$C_{O2}^I = \frac{492.88 \cdot 1.75}{60} = 14.38 \text{ коп.}$$

## II варіант Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н150

$$Ц = 16000 \cdot 1,1 = 17600 \text{ грн.}$$

$$f = 1,29 \cdot 0,88 = 1,14 \text{ м}^2.$$

$$k_f = 4.0.$$

$M=2$ ; розряд роботи 2.

$$T_{\text{шт}} = 5.96 \text{ хв.}$$

$$C_3 = 42.6 \cdot 1.53 \cdot 5 = 325.89 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ГЗ} = 36,3 \cdot 5 \cdot 1,2 = 217,8 \text{ коп/год, де } k_M = 1,2.$$

$$K_C = \frac{17600 \cdot 100}{3200} = 550 \text{ коп/год.}$$

$$K_3 = \frac{1,14 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10,69 \text{ коп/год.}$$

$$C_{ПЗ} = \frac{325.89}{2} + 217,8 + 0,2(550 + 10,69) = 492.88 \text{ коп/год.}$$

$$C_{O1-2}^2 = \frac{492.88 \cdot 5.96}{60} = 48.96 \text{ коп.}$$

Річний економічний ефект при застосуванні проектного варіанту технологічного маршруту виготовлення деталі в порівнянні з базовим складає:

$$\Sigma = [(C_{O1}^I + C_{O2}^I) - C_{O1-2}^2] \cdot N = (44.58 + 14.38 - 48.96) \cdot 38000 = 3800 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Дані розрахунки свідчать про те, що проектний маршрут виготовлення деталі маточина МГ-48.304 економічно більш доцільний.

### Визначення припусків та між операційних розмірів, проекування заготовки

Припуски на поверхні, які підлягають механічній обробці визначаємо табличним способом з використанням ГОСТ 1855-85 із довідника [26-28].

Припуски і допуски на оброблювані поверхні зводимо у таблицю.

Таблиця 5.7 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі маточина

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск
Ж	$\varnothing 51^{+0,2}$	2×25,5	+0,2
Ж <sup>1</sup>	$\varnothing 54,68$	3,68	+0,17
Е	R20	7	±0,2
В	45,5	1	-0,5
Б	45,5	2	±0,5
Г	$15^{-0,5}$	3	±0,5
Д	$\varnothing 90^{+1,0}$	3	±0,3
А	2,5×45	2,5	±0,1
К	$\varnothing 16$	2×8	±0,2

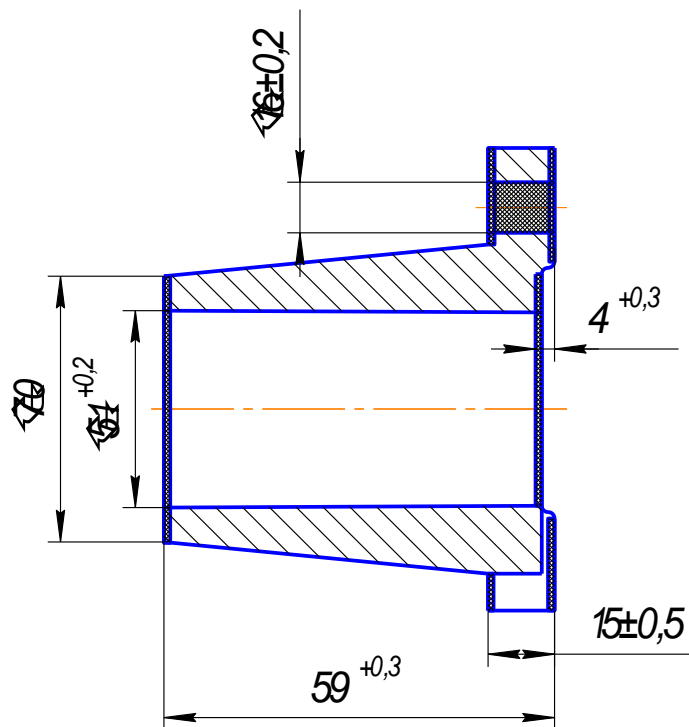


Рисунок 5.2 – Заготовка маточини з призначеними припусками і допусками

### Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю

Вибираючи тип і конструкцію різального інструменту враховується характер виробництва, метод обробки, тип верстатів, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні і точність обробки.

При виборі ріжучого інструменту потрібно по можливості більш повно використовувати стандартний інструмент.

Для перевірки розмірів оброблених поверхонь, їх шорсткості, окремих пунктів технічних вимог, потрібно використовувати засоби технологічного контролю, стандартизованих, нормалізованих або спеціальних.

Виберемо ріжучий і вимірювальний інструмент для кожної операції, дані зводимо у таблицю.

Таблиця 5.8 – Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
005	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити отвір в розмір 1, 2	Свердло (Ø20) 2301-0069 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 10903-77



010	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Розсвердлити отвір в розмір 1, 2.	Свердло (Ø48) 2301-0161 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
015	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкерувати отвір в розмір 1, 2.	Зенкер Ø51Н11 2320-4316	Пробка Ø51Н11
020	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкувати фаску в розмір 1.	Зенковка Ø63 2353-0139 ГОСТ 1495-80	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
025	<b>Горизонтально-протяжна</b> 1. Протягнути шліцьовий отвір в розміри 1, 2, 3, 4, 5.	Протяжка (55×2×9Н) 2403-0739 ГОСТ 25158-82	Калібр-пробка 8311-127
030	<b>Фрезерна з ЧПК</b> 1. Фрезерувати послідовно три пази в розміри 1, 2, 3.	Фреза (Ø40) 2223-0019 ГОСТ 17026-71	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80

Кінець таблиці 5.8

035	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець маточини. 2. Підрізати торець в розміри 1, 2.	Різець 2102-4200 T15K6	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
040	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 1.	Різець 2102-4200 T15K6	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
045	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розміри 1, 2, 3.	Різець 2102-4200 T15K6	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
050	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 3. 2. Обточити фаску в розмір 2. 3. Розточити фаску в розмір 1.	Різець 2102-4198 T15K6	Штангенциркуль ШЦ-I-1,25-0,1 ГОСТ 166-80
055	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити одночасно 3 отвори в розміри 1,2,3	Свердло (Ø16) 2301-0054 ГОСТ 10903-77	Калібр на розміщення 3-ох отв. 10903-77 ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89

### Розрахунок режимів різання по операціях

Розрахуємо режими різання для операції 055 – Вертикально-свердлильна.

Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті 2Н150 і

складається із одного переходу - одночасного свердління трьох отворів в розмір  $\varnothing 16$ .

Із довідника вибираємо свердло ( $\varnothing 16$ ) 2301-0054 ГОСТ 10903-77 із робочою частиною із швидкорізальної сталі Р6М5. Геометричні елементи: форма заточки – подвійна з підточуванням поперечної кромки; кути свердла:  $2\varphi=118^\circ$ ,  $2\varphi_0=70^\circ$ ;  $\psi=40^\circ$ ;  $\alpha=11^\circ$ ;  $\omega=24^\circ$ .

1. Визначаємо подачу:

Для свердління сталі 40Х із  $\sigma_b = 750$  МПа при діаметрі свердла 16 мм приймаємо подачу  $s_0=0,27$  мм/об.

Коректуємо подачу за паспортними даними верстату 2Н150

$$s_0=0,25 \text{ мм/об.}$$

2. Призначаємо період стійкості свердла.

Для свердла  $\varnothing 16$  із швидкорізальної сталі рекомендується період стійкості  $T=60$  хв.

3. Швидкість різання.

Швидкість різання, що допускається різальними властивостями свердла:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v. \quad (5.15)$$

Згідно [28].

$$C=9,8 ; \quad q=0,4; \quad y=0,5; \quad m=0,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{mv}=1; \quad K_{iv}=1; \quad K_{lv}=1.$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 16^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1 = 26,2 \quad \text{м/хв.}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26,2}{3,14 \cdot 16} = 520 \quad \text{об/хв.} \quad (5.16)$$

Коректуємо частоту по паспорту верстату

$$n=500 \quad \text{об/хв.}$$

5. Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 500}{1000} = 25,1 \quad \text{м/хв.}$$

6. Визначаємо крутний момент від сил опору різанню при свердлінні

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (5.17)$$

Згідно [28] с. 276-281:

$$C_m=0,0345; \quad q=2,0; \quad y=0,8; \quad K_p=1.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1 = 29,1 \quad \text{Нм}$$

7. Визначаємо потужність різання.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{29,1 \cdot 500}{9750} = 1,5, \quad \text{кВт.} \quad (5.18)$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата

$$N_{різ} \leq N_{ун};$$

$$N_{ун} = N_{\delta} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6, \quad \text{кВт}$$

де  $\eta = 0,8$  - ККД верстату.

$$4,5 \leq 6$$

Отже обробка на даному верстаті можлива.

8. Визначаємо основний технологічний час.

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s_o} \quad (5.19)$$

При подвійному заточуванні свердла врізання  $y = 0,4D$  отже  $y = 0,4 \cdot 16 = 6,4$  мм. Перебіг свердла  $\Delta = 2$  мм, тоді

$$L = 15 + 6,4 + 2 = 23 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{23}{500 \cdot 0,25} = 0,18 \text{ хв.}$$

Дані розрахунків зводимо в таблицю.

Для всіх інших операцій режими різання вибираємо із довідника [28].

Таблиця 5.9 – Зведена таблиця режимів різання

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	L, мм	t, мм	i, ШТ	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	T <sub>o</sub> , хв	N <sub>p</sub> , кВт
005	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити отвір в розмір 1, 2	70	10	1	0,2	250	15,7	1,39	5,2

010	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Розсвердлити отвір в розмір 1, 2.	75	9	1	0,34	125	18,8	1,74	3,8
015	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкерувати отвір в розмір 1, 2.	70	1,5	1	0,34	90	14,4	1,78	3,6

Кінець таблиці 5.9

020	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Зенкувати фаску в розмір 1.	11	5,5	1	0,34	90	15	0,36	1,2
025	<b>Горизонтально-протяжна</b> 1. Протягнути шліцьовий отвір в розміри 1, 2, 3, 4, 5.	60		1			5	0,8	7,8
030	<b>Фрезерна з ЧПК</b> 1. Фрезерувати послідовно три пази в розміри 1, 2, 3.	10	7	3	18 мм/ хв	100	12,5	1,6	4,9
035	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець маточини. 2. Підрізати торець в розміри 1, 2.	15	1	1	0,11	100	23,4	1,69	2,8
		39	2	1	0,11	100	49,3	0,54	3,1
040	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 1.	40	3	1	0,11	160	49,3	0,62	2,5
045	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розміри 1, 2, 3.	24	3	1	0,21	200	58	0,57	3,2
050	<b>Токарно-гвинторізна</b> 1. Підрізати торець в розмір 3. 2. Обточити фаску в розмір 2. 3. Розточити фаску в розмір 1.	15	3	1	0,21	200	44	0,36	3,0
		5	3	1	0,21	200	45,2	0,13	2,6
		4	2,5	1	0,21	200	25,2	0,1	2,7
055	<b>Вертикально-свердлильна</b> 1. Свердлити одночасно 3 отвори в розміри 1,2,3	21	16	3	0,25	500	25,1	0,34	4,5

### **Вибір обладнання та визначення його кількості. Побудова графіків завантаження та використання обладнання**

Для процесу механічної обробки застосуємо наступне обладнання з такими технічними характеристиками:

#### **Вертикально-свердлильний 2Н150**

*Найбільший діаметр свердління, мм – 50.*  
*Найбільше зусилля подачі, Н – 25000.*  
*Відстань від шпинделя до плити, мм – 700-1250.*  
*Найбільша відстань від торця шпинделя до стола, мм – 800.*  
*Конус Морзе отвору шпинделя – 5.*  
*Кількість ступенів обертів шпинделя – 12.*  
*Межі чисел обертів за хв. – 22,4-1000.*  
*Найбільше переміщення шпинделя, мм – 300.*  
*Кількість ступенів подач – 12.*  
*Межі подач шпинделя, мм/об – 0,05-2,24.*  
*Розміри стола, мм – 500×560.*  
*Потужність електродвигуна, кВт – 7,5.*  
*Габарити, мм - 1290×875.*  
*Категорія ремонтної складності – 13.*

### **Токарно-гвинторізний 16К20**

*Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:*  
*Над станиною – 400*  
*Над супортом – 220*  
*Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм – 2000*  
*Висота різця, що встановлюється в різцетримачі, мм – 25*  
*Потужність двигуна, кВт – 10*  
*Частоти обертання шпинделя, хв.<sup>-1</sup> – 12,5-1600*  
*Повздовжні подачі, мм/об – 0,05-2,8*  
*Поперечні подачі, мм/об – 0,025-1,4*  
*Максимальна складова осьової сили різання,  $P_x=6000$  Н.*

### **Вертикально-свердлильний 2170**

*Найбільший діаметр свердління, мм – 75.*  
*Найбільше зусилля подачі, Н – 40000.*  
*Відстань від шпинделя до плити, мм – 800-1300.*  
*Найбільша відстань від торця шпинделя до стола, мм – 850.*

*Конус Морзе отвору шпинделя – 6.*  
*Кількість ступенів обертів шпинделя – 12.*  
*Межі чисел обертів за хв. – 22-1018.*  
*Найбільше переміщення шпинделя, мм – 500.*  
*Кількість ступенів подач – 9.*  
*Межі подач шпинделя, мм/об – 0,15-3,2.*  
*Розміри стола, мм – 600×750.*  
*Потужність електродвигуна, кВт – 10.*  
*Габарити, мм - 1630×1220.*  
*Категорія ремонтної складності – 13.*

### **Горизонтально-протяжний 7Б55**

*Номінальне тягове зусилля, т – 10*  
*Довжина ходу повзуна, мм:*  
*Найбільша – 1250*  
*Найменша – 100*  
*Швидкість робочого ходу, м/хв.:*  
*Найбільша – 9*  
*Найменша – 1*  
*Швидкість зворотного ходу, м/хв. – 25*  
*Потужність електродвигуна, кВт – 13*  
*Габаритні розміри, мм – 600×1430*

### **Горизонтально-фрезерний з ЧПК ГФ 2171С5**

*Розміри робочої поверхні столу, мм - 400×1600*  
*Найбільше переміщення столу:*  
*Повздовжнє – 1000 мм*  
*Поперечне – 400 мм*  
*Вертикальне – 380 мм*  
*Внутрішній конус шпинделя – 50*  
*Число швидкостей шпинделя – 18*  
*Частоти обертання шпинделя, об/хв. – 40...2000*

*Число подач столу – б/с*

*Подача стола, мм/хв.:*

*Повздовжня і поперечна – 10...1200*

*Вертикальна – 10...1200*

*Швидкість швидкого переміщення стола, мм/хв.:*

*Повздовжнього і поперечного – 2400*

*Вертикального – 2400*

*Потужність електродвигуна, кВт – 7,5*

*Габаритні розміри, мм – 3425×3200*

*Маса, кг - 6750*

Правильний вибір обладнання визначає його раціональне використання по часу. При виборі верстатів для розробленого технологічного процесу цей фактор повинен враховуватись таким чином, щоб виключити їх простої.

Коефіцієнт завантаження  $\eta_z$  визначається як співвідношення розрахункової кількості верстатів  $m_p$  зайнятих на даній операції до прийнятої кількості верстатів  $m_n$ .

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n}. \quad (5.20)$$

Розрахункова кількість верстатів визначається як відношення штучного часу на даній операції до такту випуску.  $t_e = 3.2$  хв/шт.

Ступінь використання обладнання за основним часом характеризується коефіцієнтом використання обладнання за основним часом.

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{um}}. \quad (5.21)$$

Величина використання обладнання за потужністю визначають, як відношення розрахункової потужності до потужності приводу верстату.

$$\eta_N = \frac{N_p}{N_e}. \quad (5.22)$$

### **Токарно-гвинторізний мод. 16К20**

$T_{um}=6,44$  хв.

$N_e=10$  кВт.

$$T_o=3,01 \text{ хв.}$$

$$N_p=3,2 \text{ кВт.}$$

$$m_p = \frac{3,01}{3,2} = 0,94 .$$

$$\eta_o = \frac{3,01}{6,44} = 0,47 .$$

$$\eta_3 = \frac{0,94}{1} = 0,94 .$$

$$\eta_N = \frac{3,2}{10} = 0,32 .$$

Приймаємо 1 верстат.

### Вертикально-свердильний мод. 2Н150

$$T_{ум}=5,97 \text{ хв.}$$

$$N_e=7,5 \text{ кВт.}$$

$$T_o=3,47 \text{ хв.}$$

$$N_p=5,2 \text{ кВт.}$$

$$m_p = \frac{3,47}{3,2} = 1,08 .$$

$$\eta_o = \frac{3,47}{5,97} = 0,58 .$$

$$\eta_3 = \frac{1,08}{2} = 0,54 .$$

$$\eta_N = \frac{5,2}{7,5} = 0,69 .$$

Приймаємо 2 верстати.

### Вертикально-свердильний мод. 2170

$$T_{ум}=3,68 \text{ хв.}$$

$$N_e=10 \text{ кВт.}$$

$$T_o=2,14 \text{ хв.}$$

$$N_p=3,6 \text{ кВт.}$$

$$m_p = \frac{2,14}{3,2} = 0,67 .$$

$$\eta_o = \frac{2,14}{3,68} = 0,58 .$$

$$\eta_3 = \frac{0,67}{1} = 0,67 .$$

$$\eta_N = \frac{3,6}{10} = 0,36 .$$

Приймаємо 1 верстат.

### Горизонтально-протяжний мод. 7Б55

$$T_{ум}=1,38 \text{ хв.}$$

$$N_e=13 \text{ кВт.}$$

$$T_o=0,8 \text{ хв.}$$

$$N_p=7,8 \text{ кВт.}$$

$$m_p = \frac{0,8}{3,2} = 0,25 .$$

$$\eta_o = \frac{0,8}{1,38} = 0,57 .$$

$$\eta_3 = \frac{0,25}{1} = 0,25 .$$

$$\eta_N = \frac{7,8}{13} = 0,6 .$$

Приймаємо 1 верстат.



## Горизонтально-фрезерний з ЧПК мод. ГФ 2171С5

$$T_{um} = 2,94 \text{ хв.}$$

$$N_e = 7,5 \text{ кВт.}$$

$$T_o = 1,6 \text{ хв.}$$

$$N_p = 4,9 \text{ кВт.}$$

$$m_p = \frac{1.6}{3.2} = 0.5.$$

$$\eta_o = \frac{1.6}{2.94} = 0,54.$$

$$\eta_z = \frac{0.5}{1} = 0,5.$$

$$\eta_N = \frac{4.9}{7.5} = 0,65.$$

Приймаємо 1 верстат.

Знаходимо середні значення коефіцієнтів завантаження обладнання:

$$\eta_{z \text{ сер}} = \frac{0.54 + 0.67 + 0.94 + 0.25 + 0.5}{5} = 0,58;$$

$$\eta_{o \text{ сер}} = \frac{0.58 + 0.58 + 0.47 + 0.57 + 0.54}{5} = 0,55;$$

$$\eta_{N \text{ сер}} = \frac{0.69 + 0.36 + 0.32 + 0.6 + 0.65}{5} = 0,52.$$

За отриманими даними будуюмо графіки завантаження обладнання, завантаження по потужності і основному часу.

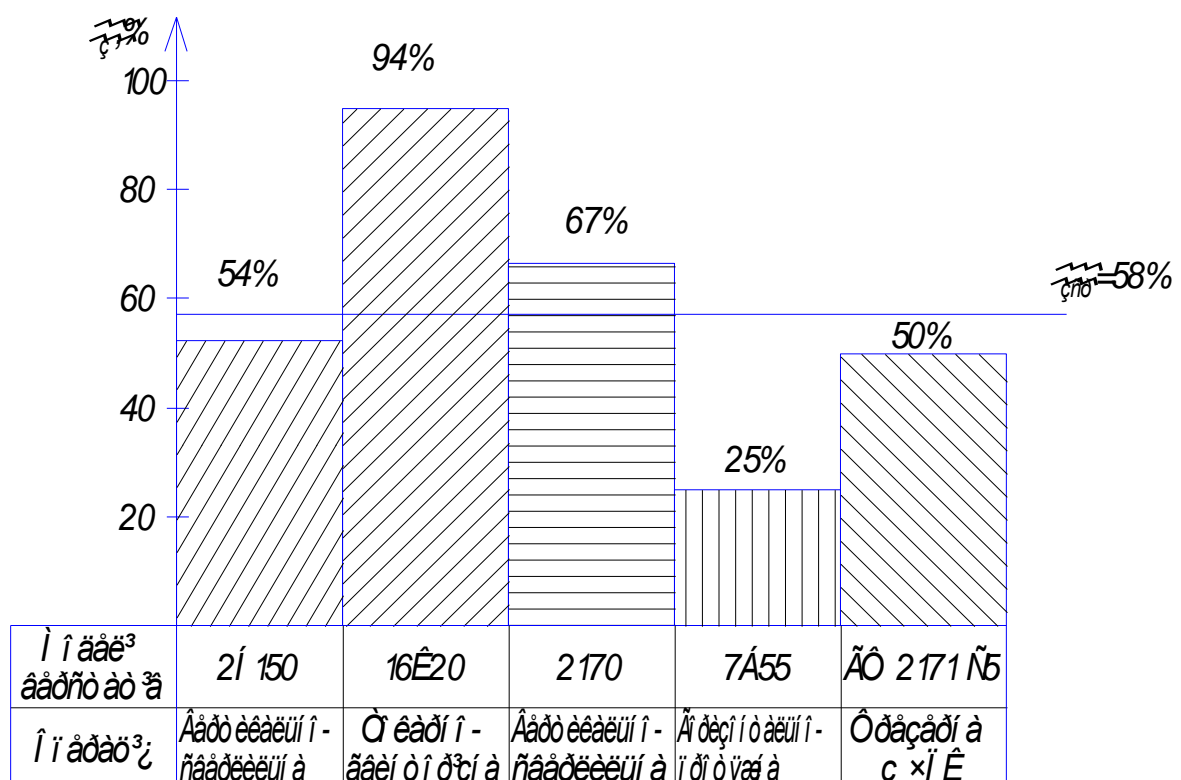


Рисунок 5.4 – Графік завантаження обладнання

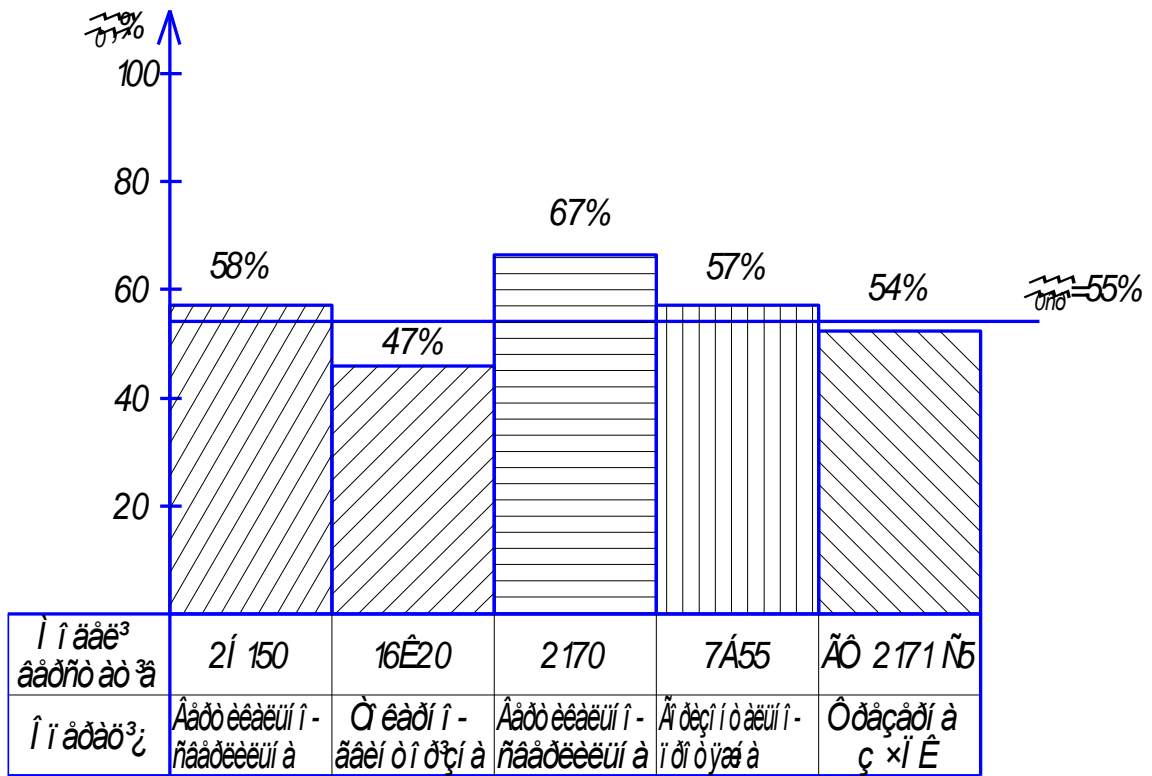
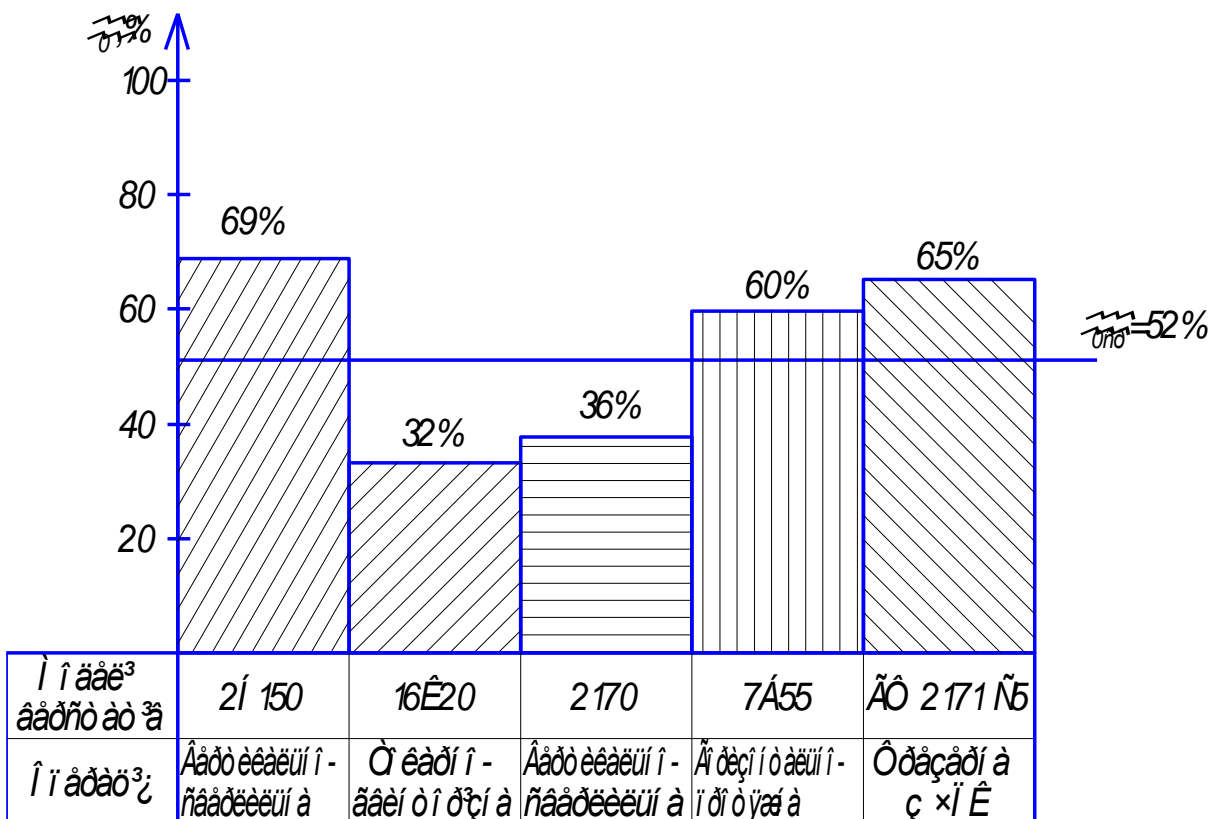


Рисунок 5.5 – Графік завантаження обладнання за основним часом



### 5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв

#### Опис призначення, будови і роботи кондуктора до верстату 2Н150

Пристосування – кондуктор до вертикально-свердлильного верстату мод. 2Н150 для операції 055 механічної обробки отворів – одночасне свердління 3-ох отворів діаметром 16 мм із заданою точністю згідно креслення деталі – маточина МГ-48.304

Вихідні дані:

*Річний об'єм виготовлення деталі – 38000 шт*

*Тип виробництва – середньосерійний*

*Робота в одну зміну*

*Маса деталі – 1,74 кг*

*Матеріал заготовки – сталь 40Х.*

У відповідності із параметрами обробки та вихідними даними приймаємо схему одномісного одно позиційного пристосування.

Кондуктор складається із корпусу 2, до якого напресовані дві втулки, які є направляючими для двох колонок 7. Вздовж колонок переміщується кондукторна плита 3, у яку впресовано три втулки 28, які служать для направлення різального інструменту.

До кондукторної плити кріпиться палець 9, що служить для затиску деталі.

Деталь встановлюється на опору 10. Затиск деталі здійснюється від пневмоциліндра: через шток рух передається на ручку 17 і приводить в рух призму 14, яка переміщується вздовж направляючої 15. Далі рух передається на кондукторну плиту, що переміщаючись по двох колонках здійснює затиск деталі.

Встановлюється кондуктор на стіл вертикально-свердлильного верстату 2Н150.

Точність базування кондуктора забезпечується двома направляючими шпонками.

Закріплюється кондуктор за допомогою гвинтів, що входять у Т-подібні пази стола верстату.

Відкріплюється деталь за допомогою того ж пневмоциліндра.

Деталь витягується вручну.

## **6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**

### **6.1. Методика розрахунку технологічного процесу приготування**

#### **кормів**

Рівень розвитку сільськогосподарського виробництва і його економічної ефективності визначаються складною сукупністю факторів. Ці фактори тісно зв'язані між собою і забезпечують очікувані господарські результати з комплексної і збалансованої їх дії з виділенням пріоритетів на кожному даному етапі економічного розвитку. У кризовій ситуації особливого значення набуває повніше використання ресурсозберігаючих факторів.

Для розрахунку показників економічної ефективності визначаємо експлуатаційні затрати на одиницю виробленої продукції. Вихідними даними можуть бути деякі дані розділу 1 і 2. Вартість обладнання, яке експлуатується у господарстві наведено в таблиці 6.1.

Тривалість стійлового періоду приймаємо 365 днів, вартість електроенергії 1,60 грн/кВт·год. (див. табл. 6.1). Розрахунок проводимо за типовою методикою [29].

### **6.2. Розрахунок показників економічної ефективності**

#### **процесу приготування кормів**

Економічний ефект від впровадження технологічного процесу приготування кормів оцінюється як вартість приросту продукції тваринництва, так і економії на використанні енергоресурсів. Одним з основних критеріїв

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика та вартість обладнання кормоцеху

Марка машини	Продуктивність, т/год	Вартість, грн.	Габаритні розміри, мм			Маса, кг	Потужність електродвигуна, кВт
			довжина	ширина	висота		
КДУ-2, 1 шт:	2,0	75000	2800	1550	3000	1300	30
ИКМ-5	6...7	25400	2200	1360	2860	900	10,5
Волгарь-5	5	45000	2400	1330	1350	1175	22
С-3	2	17200	3400	4400	2560	2790	8,5
ТК-5Б	6	18400	6435	730	1666	1500	3,7
ТС-40С	28	19600	7440	680	1450	550	1,5
ТС-40М	40	21200	6155	675	1925	650	3,0
ШЗС-40	40	22400	4590	670	1010	326	2,2
ШВС-40	40	23600	3970	600	950	280	2,2
Сума		267080					

економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначаємо як відношення сумарних капітальних вкладень  $K_{\text{кан}}$  до річного економічного ефекту  $E_p$  [29]

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{E_p} \quad (6.1)$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_p = (E_n \cdot K_{1.\text{кан}} + C_1 \cdot B) - (E_n \cdot K_{2.\text{кан}} + (C_2 \cdot (B_1 + \Delta B))) \quad (6.2)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень,

$$E_n = 0,15;$$

$K_{1,кан}, K_{2,кан}$  – повні капіталовкладення відповідно до базового і нового варіантів, грн;

$C_1, C_2$  – собівартість продукції базового і нового варіантів, грн/ц;

$B_1$  – річний виробіток продукції до базового варіанту, ц;

$B$  – приріст продукції від впровадження нового варіанту, ц;

Собівартість продукції для нового варіанту буде становити [29]

$$C_2 = \frac{\Sigma Z}{B_1 + \Delta B}, \quad (6.3)$$

де  $\Sigma Z$  – затрати на виробництво продукції, грн.

Сумарні затрати визначаємо за формулою

$$\Sigma Z = E_n \cdot K_{кан} + A_{об} + A_{об} + \Sigma Z_{ек} + Z_{кор} + Z_{оп}, \quad (6.4)$$

де  $A_{об}$  – амортизаційні відрахування від вартості будівель, грн.;

$A_{об}$  – амортизаційні відрахування від вартості обладнання, яке не увійшло в розрахунок технологічної карти процесу, грн.;

$\Sigma Z_{ек}$  – експлуатаційні витрати, за результатами розрахунку технологічної карти, грн.;

$Z_{кор}$  – річна вартість кормів;  $Z_{кор} = 2400$  тис.грн;

$Z_{оп}$  – заробітна плата допоміжних робітників, які безпосередньо беруть участь в технологічному процесі виробництва продукції тваринництва, грн.

Амортизаційні відрахування  $A_{об}$  від вартості будівель розраховуємо за формулою

$$A_{об} = \Sigma B (\Sigma H_e + \Sigma H_{кр}), \quad (6.5)$$

де  $\Sigma B$  – сумарна балансова вартість будівель, які беруть участь у виробництві продукції тваринництва, грн;

$\Sigma H_e$  – сумарні нормативні відрахування на повне відновлення будівель;

$\Sigma H_{кр}$  – сумарні нормативні відрахування на капітальний ремонт будівель.

Розрахунок  $A_6$  проводимо у вигляді таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Амортизаційні відрахування основних засобів

Основні засоби	Вартість тис. грн.	Відрахування на амортизацію		Відрахування на капітальний ремонт		Всього відрахувань грн.
		%	грн.	%	грн.	
Свинарник, 1 шт.	1980	2,5	49500	2,2	43560	93060
Кормоцех	110	2,5	2750	2,2	2420	5170
Обладнання кормоцеху	230	14,2	32660	18,0	41400	74060
Разом	2320	-	84910	-	87380	172290

Заробітна плата персоналу визначена згідно з штатним розписом і складає 3240 тис. грн..

Загальні витрати на заробітну плату визначаємо з врахуванням відрахувань на матеріальне стимулювання ( $f_1=12\%$ ), нарахування резерву відпусток в розмірі до  $10\%$  ( $f_2$ ). Тоді

$$Z_{on} = \Sigma Z_{on} (1 + f_1 + f_2), \quad (6.6)$$



$$З_{\text{дн}} = 4240000 \cdot (1 + 0,12 + 0,10) = 3952800 \text{ грн.}$$

Сумарні капіталовкладення розраховуємо за формулою

$$K_{\text{кан}} = \sum K_{\text{буд}} + \sum K_{\text{обл.}}, \quad (6.7)$$

де  $\sum K_{\text{буд}}$  – сумарна вартість будівель та обладнання, грн. (див. табл. 6.2);

$\sum K_{\text{обл}}$  – сумарна балансова вартість технологічного обладнання, грн.

Тоді

$$K_{\text{кан}} = 1320 + 230 = 1550 \text{ тис. грн.}$$

Сумарні затрати будуть становити

$$\sum Z = 0,15 \cdot 1550000 + 172290 + 166698,5 + 240000 + 3592800 = 4764288,5 \text{ грн.}$$

Виробництво м'яса визначаємо за формулою

$$B_I = M \cdot G_{\text{річ}}, \quad (6.8)$$

де  $M$  – середньорічне поголів'я,  $M = 2000$  гол;

$G_{\text{річ}}$  – середньорічна вгодованість 1 свині, згідно становить

$$G_{\text{річ}} = 80 \text{ кг/свиню.}$$

Тобто

$$B_I = 2000 \cdot 80 = 160000 \text{ кг.}$$

Використовуючи кормоцех для приготування кормів, середньорічний приріст ваги зростає до 100 кг/свиню.

Підставивши дані, одержимо

$$\Delta B = (100 - 80) \cdot 2000 = 40000 \text{ кг/рік.}$$

Отже собівартість м'яса буде становити:

$$C_1 = \frac{4764288,5}{1600} = 2977 \text{ грн/ц.}$$

$$C_2 = \frac{4764288,5}{1600 + 400} = 2382 \text{ грн/ц.}$$

Тоді річний економічний ефект буде становити

$$E_p = (0,15 \cdot 4764288,5 + 4000 \cdot 1600) - (0,15 \cdot 4764288,5 + 4000 \cdot (2000)) = 2559800 \text{ грн.}$$

Строк окупності капіталовкладень буде становити:

$$T = \frac{1550000}{2559800} = 0,69 \text{ років.}$$

Вихідні дані: поголів'я – 2000 голів; спосіб утримання – стійловий; тривалість стійлового періоду – 365 днів (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Затрати на процес приготування кормів  
в кормоцеху для свиноферми

№п/п	Найменування робіт	Зарплата	Амортизація машин	Поточний ремонт	Вартість електроенергії	Всього витрат
1	2	3	4	5	6	7
1	Навантаження силосу та сінажу	1274,7	3274,5	2761,59	0	7310,79
2	Приєм та дозування сінажу і силосу	0	8429,1	10155,3	5040	23624,4
3	Подрібнення і навантаження грубих кормів	339,9	1546,56	1863,33	0	3749,79
4	Транспорт. грубих кормів (0,5 км)	244,77	580,41	699,3	1008	2532,48
5	Приєм, зберігання та дозування грубих кормів	612	580,41	699,3	0	1891,71
6	Навантаження коренебульбоплодів	0	982,35	1183,53	0	2165,88
7	Транспортування коренебульбоплодів (0,5 км)	244,77	1699,26	2047,29	0	3991,32
8	Приєм і тимчасове зберігання коренеплодів	76,5	461,28	555,78	472,5	1566,06
9	Подача коренеплодів на лінію обробки	51	461,28	555,78	472,5	1540,56

10	Миття і подрібнення коренебульбоплодів	0	215,583	259,74	726,924	1202,247
11	Дозування коренебульбоплодів	0	180,576	217,56	189	587,136
12	Транспортув. концкормів	0	432,09	520,59	0	952,68
13	Зберігання концкормів	0	154,893	186,618	43,3125	384,8235
14	Подача концкормів	0	59,577	71,781	46,2	177,558
15	Дозування концкормів	0	102,264	123,21	39,375	264,849
16	Приготування і дозування мін. добавок	0	19500,9	23495,1	31500	74496
17	Транспортування кормів	0	1179,75	1421,37	1564,77	4165,89
18	Змішування кормів	5100	2003,82	2414,25	2953,128	12471,2
19	Вивантаження кормосуміші	0	1816,8	2188,92	785,4	4791,12
20	Подрібнення концентрованих кормів	412	520	380	17520	18832
	Разом	<b>8355,64</b>	<b>44181,4</b>	<b>51800,34</b>	<b>62682,11</b>	<b>166698,5</b>

Розрахунок грошових надходжень проводимо за формулою [26]

$$Г_{np} = (B_I + \Delta B) \cdot Ц_{np}, \quad (6.9)$$

де  $Ц_{np}$  – середня реалізаційна ціна,  $Ц_{np} = 4500$  грн./ц.

Тобто

$$Г_{np} = (1600 + 400) \cdot 4500 = 9000000 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації продукції визначаємо за формулою

$$\Pi = \Gamma_{np} - \Sigma Z, \quad (6.10)$$

$$\Pi = 9000000 - 2547888,5 = 1502111,5 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва визначаємо за формулою [29]

$$P = \frac{\Pi}{\Sigma Z} \cdot 100\% . \quad (6.11)$$

Підставивши дані, одержимо

$$P = \frac{1502111,5}{2547888,5} \cdot 100\% = 59,0\% .$$

Аналіз показує, що рівень механізації приготування кормів після впровадження кормоцеху становить 100 %, середньорічний приріст живої ваги збільшився на 10 кг, рівень рентабельності збільшився до 59,0 %, а прибуток зріс до 1502 тис.грн., що в свою чергу свідчить проте, що дана технологія приготування кормів є рентабельна.

## **7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **7.1. Організація робіт по техніці безпеки та охороні праці**

Одним з найважливіших питань в організації роботи з охорони праці є своєчасне проведення інструктажу та навчання робітників вимогам безпеки праці. При цьому слід зазначити, що в господарстві своєчасно проводяться всі види інструктажу – вступний, на робочому місці і повторний (періодичний). Про проведення інструктажу робиться відповідний запис у журналі реєстрації (особистій картці інструктажу) з підписом осіб, які проходили інструктаж, і тих, що його проводили.

Заходи, що залежать безпосередньо від керівника підприємства та головного спеціаліста з охорони праці:

- своєчасно проводити вступні та позапланові інструктажі з охорони праці;
- на належному рівні знаходити забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- регулярно проводити навчання з охорони праці та приймати відповідні іспити;
- на задовільному рівні знаходити забезпечення всіх виробничих процесів приладдям та засобами, що забезпечують належні умови праці;
- деяке обладнання для забезпечення належного мікроклімату у виробничих приміщеннях потребує модернізації чи заміни.

Заходи, що залежать від керівників виробничих підрозділів:

- своєчасно проводити первинні та інструктажі на робочому місці;

- регулярно здійснювати ознайомлення робітників зі змінами в законодавстві з питань охорони праці;
- доводити інформацію про нещасні випадки у сусідніх підрозділах та причини їх виникнення;
- всі робочі місця забезпечувати інструкціями з охорони праці;
- в кожному виробничому та побутовому пожежонебезпечному приміщенні наявність відповідних засобів пожежогасіння;
- керівники підрозділів слідкують за тим, щоб працівники мали відповідний спецодяг, користувалися засобами індивідуального захисту;
- вчасно надавати інформацію про вихід з ладу того чи іншого обладнання;
- всі необхідні небезпечні елементи обладнання мають мати огороження, відповідні маркування чи колір фарбування;
- здійснювати постійний контроль за станом поверхонь будівельних конструкцій виробничих приміщень.

Вихідну сировину слід завантажувати в приймальні бункери до рівня, що не перевищує встановлений, а в робочу камеру на переробку подавати рівномірно, відповідно до продуктивності машини або за показами контрольних приладів. Неприпустиме проштовхування матеріалу руками до робочої камери. У разі завалу потрібно увімкнути зворотній хід того чи іншого механізму або зупинити машину, вимкнути рубильник і лише після цього очистити робочі органи чи камеру. Заборонено стояти у зоні розвантаження продукту. Зупинити машину можна тільки після повного видалення продуктів обробки, завантажених у робочу камеру. На робочих місцях з машинами для подрібнення сухих кормів неприпустиме нагромадження пилу, оскільки це створює вибухонебезпечну ситуацію.

Кормоприготувальні машини в цеху потрібно встановлювати так, щоб технологічні проходи відповідали нормам.

У кормоцехах, де розташовані коренебульбомийки, мийки-подрібнювачі, влаштовувати загальну і місцеву каналізацію; бетонують підлоги з нахилом до відстійників; біля машин розміщують гумові килими або дерев'яні настили.

При обслуговуванні кормозапарників необхідно дотримуватися таких вимог: чани щільно закривати накривками; обладнувати пристроєм для легкого їх

відкривання; знімати кришку з чана наповненого готовим продуктом, можна після того, як буде закритий паровий кран чана; перед навантаженням запареного продукту конденсат з чана слід зливати через стічний отвір.

## **7. 2. Санітарно-гігієнічні вимоги по догляду за тваринами**

До роботи по обслуговуванню тварин допускаються працівники старші за 16-ти років і тільки з дозволу медичної комісії. При інструктажі працівників необхідно, передусім, розказати про звички тварин, показати, де розміщуються неспокійні тварини, вивішувати написи з попередженням про обережність при обслуговуванні цих тварин. До обслуговування хворих тварин допускаються спеціально навчені працівники старші 17-ти років, які періодично (раз в квартал) проходять медичний огляд. Вхід в ізолятор стороннім особам заборонений. Обслуговуючому персоналу, які доглядають хворих тварини, крім спецодягу і взуття видається санітарний одяг та взуття, який щодня дезінфікується.

У побутовому приміщенні передбачена душова. Також в свинарнику є службові приміщення і споруди. У приміщенні кормоцеху є вентиляторна, амбулаторія і свої побутові приміщення. Для працівників ферми в блоці службових приміщень запроектована кімната для їди і відпочинку.

У приміщенні контори обладнана кімната для першої медичної допомоги. У кімнаті знаходиться аптечка і обладнання для першої медичної допомоги.

З огляду на впровадження нового цеху з виробництва концентрованих кормів робимо проектний розрахунок однієї з найважливіших систем забезпечення нормованого мікроклімату у виробничих приміщеннях – вентиляції.

Вентиляція служить для покращення санітарно - гігієнічного стану повітряного середовища виробничих приміщень і має значний вплив на загальний стан і самопочуття робітників.

Оснащення кормоцеху великою кількістю тепловиділяючих машин і апаратів призводить до збільшення температури та відносної вологості повітря у цеху. Крім того, люди, що працюють в цих приміщеннях виділяють вуглекислий



газ та тепло. Все це призводить до погіршення самопочуття робітників і, як наслідок, до зниження продуктивності праці. Для забезпечення нормальних умов праці необхідно постійно видаляти з приміщення забруднене повітря і замінити його свіжим, а в зимовий період, повітрям, підігрітим в калориферах.

В цехах підготовки кормів проектується механічну припливно - витяжну вентиляцію, де нагнітання та видалення повітря здійснюється за допомогою вентиляторів. Також можна застосовувати комбіновану систему вентиляції, коли свіже повітря нагнітається за допомогою вентиляторів, а видаляється з приміщення за допомогою дефлекторів, використовуючи природні збудники руху повітря – вітер та перепад температур.

В нашому випадку приймаємо комбіновану систему вентиляції, що дозволить знизити витрати енергії та зменшити швидкість повітря в середині приміщень.

Розрахунок вентиляції зводиться до визначення необхідного повітрообміну, підбору вентиляторів та калориферів. Необхідний повітрообмін визначаємо за формулою

$$z = i \cdot V, \quad (7.1)$$

де  $i$  – кратність повітрообміну, обмінів/год;

$V$  – об'єм приміщення,  $V = 18 \cdot 12 \cdot 3 = 648 \text{ м}^3$ .

Кратність повітрообміну  $i$  для виробничих приміщень не повинна перевищувати 3...4 обміни/год, що забезпечує видалення забрудненого повітря та нормативну швидкість руху повітря в приміщенні, яка для робіт II категорії

становить 0,2 м/сек [3].

Тоді необхідний повітрообмін для приймального відділення становитиме:

$$z_{пр} = 3,5 \cdot 648 = 2268 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

Вибираємо вентилятори для забезпечення розрахункового повітрообміну. При цьому необхідно мати на увазі, що повний тиск вентилятора не повинен бути меншим ніж 600 Па – тиск необхідний для подолання опору фільтрів та калориферів.

Виходячи з компоновання виробничого приміщення в будівлі, доцільно змонтувати один припливний вентиляційний повітропровід та один вентилятор, продуктивність якого дорівнювала б повітрообміну приміщення.

В нашому випадку для нагнітання свіжого повітря у виробничі приміщення використовуємо відцентровий вентилятор серії В.Ц5 (рис. 7.1, 7.2).

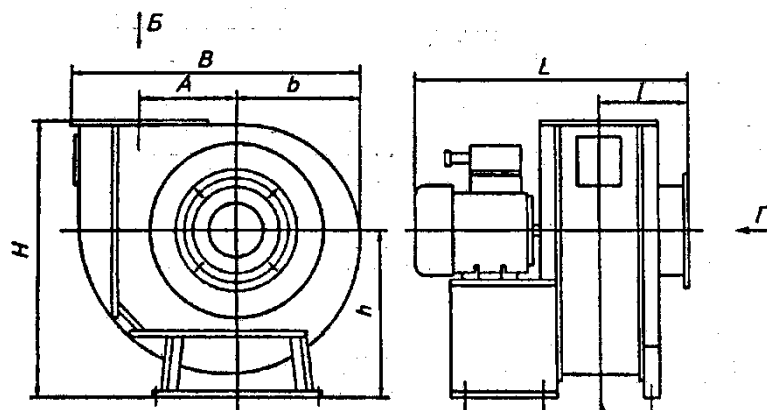


Рисунок 7.1 – Відцентровий вентилятор серії В.Ц5

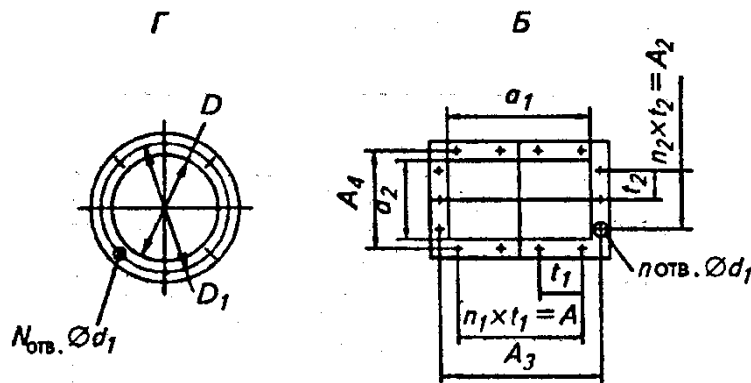


Рисунок 7.2 – Конфігурація патрубків вентиляторів серії В.Ц5

Тоді для повітрообміну в приймальному та апаратному відділеннях приймаємо вентилятор типу В.Ц5-45-4,25В1-01, який забезпечує продуктивність 1,7...4,5 тис. м<sup>3</sup>/год.

Кількість дефлекторів, що служать для відсмоктування повітря з приміщень (рис. 7.3) визначаємо з їх продуктивності

$$z_{диф} = 3600 \cdot S \cdot 0,5v, \quad (7.2)$$

де  $S$  – площа перерізу повітропроводу, до якого приєднується дефлектор, м<sup>2</sup>;

$v$  – швидкість вітру, м/с.

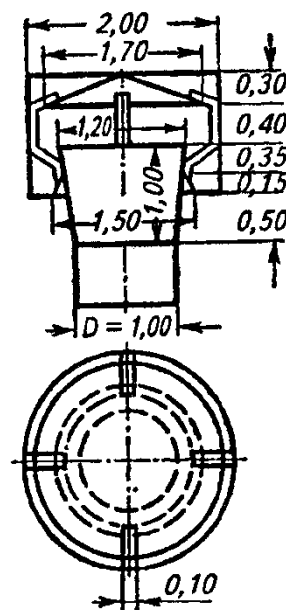


Рисунок 7.3 – Дефлектор для відсмоктування повітря з приміщення

Прийнявши діаметр витяжного повітропроводу 0,4 м та швидкість вітру 5 м/с отримаємо продуктивність дефлектора

$$z_{диф} = 3600 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} \cdot 0,5 \cdot 5 = 1170 \text{ м}^3/\text{ГОД.}$$

Кількість дефлекторів кормоцеху визначаємо за формулою

$$n_{деф} = \frac{z_{np}}{z_{деф}}; \quad (7.3)$$

$$n_{\text{деф}} = \frac{2268}{1170} = 1,94;$$

приймаємо 2 дефлектори.

Відповідно для апаратного і фасувального відділень кількість дефлекторів визначаємо за формулами:

$$n_{\text{деф}} = \frac{z_{\text{ап}}}{z_{\text{деф}}}; \quad (7.4)$$

$$n_{\text{деф}} = \frac{z_{\text{фас}}}{z_{\text{деф}}}. \quad (7.5)$$

Підставивши дані, одержимо:

$$n_{\text{деф}} = \frac{1134}{1170} = 0,97; \quad (7.4)$$

$$n_{\text{деф}} = \frac{1134}{1170} = 0,97. \quad (7.5)$$

Приймаємо по одному дефлектору для кожного приміщення.

Таким чином для видалення повітря з виробничих приміщень із розрахованим повітрообміном застосовуємо чотири дефлектори типу ЦАГИ круглий.

В роботі запропоновано лише частину заходів, направлених на поліпшення умов праці, але ця частина є досить важливою для збереження здоров'я працівників. Особливо слід відмітити, що обладнання запропонованої системи вентиляції підібране таким чином, щоб зменшити монтажні та експлуатаційні витрати без зміни загальної продуктивності системи та якості виконання своїх функцій.

### 7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне

вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини – до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища [32,33].

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Суттєву небезпеку становлять пожежі.

Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша – це порушення протипожежного режиму чи необережне поводження з вогнем, друга – порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в чи приміщеннях виробничих апаратах при вибоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того, щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: пальне, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них – це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згоряння, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

На багатьох підприємствах для технологічних цілей застосовують шкідливі, у тому числі сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Так, наприклад, часто застосовуються хлор і аміак. Широко застосовуються також луки, кислоти й інші агресивні і сильнодіючі речовини. При аварійних розгерметизаціях ємкостей, устаткування, зі змістом токсичних чи речовин їхнім перевезенням, пов'язані з

підвищеним ризиком небезпек, тому що при виході на рудію цих речовин приводить до перевищення гранично припустимої концентрації, що може викликати людські жертви.

У залежності від термодинамічного стану рідини при збереженні в ємності, можливо три варіанти протікання процесу при розгерметизації ємності:

- при великих перегрівих рідина може цілком переходити в рідкий і пароподібний стан з утворенням токсичних, шкідливих і пожежовибухонебезпечних сумішей;
- при низьких енергетичних параметрах рідини відбувається спокійний її пролив на тверду поверхню, а випар здійснюється шляхом тепловіддачі від твердої поверхні;
- проміжний режим, коли в початковий момент відбувається різке скипання рідини з утворенням мілкодисперсної фракції, а потім настає режим вільного випару з відносно низькими швидкостями.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин

можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

Автоматична пожежна сигналізація є важливою мірою запобігання великих пожеж, тому що час між виникнення пожежі і приїзду пожежної бригади проходить значно багато, що в більшості випадків приводить до повного охоплення полум'ям приміщення. Основна задача автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце і час його виникнення і при необхідності включення автоматичних систем пожежогасіння і димовидалення [30,31].

Функціонально автоматична пожежна сигналізація складається з приймально-контрольної станції, що через сигнальні лінії з'єднана з пожежними сигналами. Задача пожежних сигналів є перетворення різних проявів пожежі в електричні сигнали.

Швидкість спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації в основному визначається швидкістю спрацьовування первинних сигналів. В даний час найбільш часто використовуються теплові, димові, світлові і звукові пожежні сигнали.

Запобігання розвитку пожежі залежить не тільки від швидкості його виявлення, але і від вибору засобів і способів пожежогасіння.

Вибір засобів і способів пожежогасіння. Для придушення процесу горіння можна знижувати вміст пального компонента, окислювача (кисню повітря), знижувати температуру чи процесу збільшити енергію активації реакції горіння. Відповідно до цього в даний час при гасінні пожеж використовують один з наступних основних способів:

- ізоляцію вогнища горіння від чи повітря зниження шляхом розведення повітря непальними газами, концентрації кисню в повітрі до значення, при якому не може відбуватися процес горіння;
- охолодження вогнища горіння нижче визначених температур (температур

- самозапалювання, запалення і спалахи пальних речовин і матеріалів);
- інтенсивне інгібування (гальмування) швидкість хімічної реакції окислювання;
  - механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя чи газу рідини;
  - створення умов вогнезагородження, при яких полум'я змушене поширюватися через вузькі канали.

Для реалізації перерахованих способів гасіння пожеж використовують різні вогнегасні речовини. До них відносять в першу чергу воду, як найдешевший і доступний матеріал, пісок, пожежні щити з устаткуванням, вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежогасіння, інертні розріджувачі застосовуються для об'ємного гасіння, останнім часом для гасіння пожеж все більш широко застосовують вогнегасні порошки.

Багато які вогнегасні речовини, застосовувані в автоматичних системах пожежогасіння, ушкоджують технологічні установки. Тому вибір типу вогнегасної речовини повинний визначатися не тільки швидкістю і якістю гасіння пожежі, але і необхідністю забезпечити мінімальне сумарне ушкодження, що може бути заподіяно будинку й устаткуванню.

Для уникнення і мінімізації важких наслідків надзвичайних ситуацій надзвичайно важливим є забезпечення заходів з інженерного захисту від можливих негативних чинників фактором – надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згоряння, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.



## **8. ЕКОЛОГІЯ**

### **8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища**

Серед соціальних та екологічних тенденцій, що формують наше майбутнє є стрімке зростання чисельності населення, споживання, скорочення посівних площ на душу населення, надмірне викачування підземних вод, поширення стійких органічних забруднювачів у ґрунтах, водах, повітрі. Внаслідок цього людство постало перед загрозою виснаження природних ресурсів, проблемами виробництва продукції та незадовільного харчування, глобальних кліматичних змін, поширення нових хвороб, загибелі місцевих екосистем [34].

Особливо швидко поширюється вплив суспільства на природу у зв'язку з розвитком машинного виробництва. Завойовуючи природу, людство значною мірою підірвало природні умови власної життєдіяльності.

Лише на основі дбайливого ставлення до природи, можна розвивати сільське господарство не тільки сьогодні, але і завтра. Науково-технічний прогрес в агропромисловому комплексі повинен узгоджуватись із збереженням рівноваги у природі.

Досягнення якісно нових рубежів за умов подальшої інтенсифікації землеробства і тваринництва, на основі впровадження в практику найсучасніших досягнень науки і техніки, ефективного і раціонального використання ресурсного потенціалу агропромислового комплексу, ліквідації втрат продукції. Сучасне аграрне виробництво повинно максимально враховувати економічні особливості землеробських регіонів, їх природних ресурсів та умов.

Охорона та раціональне використання ґрунтів. Земля є головним засобом виробництва в сільському господарстві і просторовим базисом розміщення та розвитку всіх галузей народного господарства. В сільськогосподарському виробництві земля є основою господарської діяльності, головний засіб праці.

Великої шкоди сільському господарству завдає ерозія ґрунтів, яка є водна і вітрова. Глобальною проблемою в сучасному рільництві є постійне зменшення гумусу, який відіграє важливу роль у формуванні ґрунту, його постійних агрономічних властивостей, забезпечення рослин поживними речовинами. Основна причина цього - споживацький підхід до землі, намагання якнайбільше взяти у неї і якнайменше повернути їй.

Дуже важливим у продуктивності ґрунту, а отже і в сільському господарстві, є запас гумусу. Шкідливий агрономічний вплив, а також розгул стихії розбудженою та посиленою людиною, завдає ґрунтам величезної шкоди.

Однією з причин такого явища є багаторазовий обробіток ґрунту різними знаряддями з допомогою потужних тракторів, вивезення продукції на великих автомобілях, що призводить до руйнування родючого шару ґрунту. Тільки за рахунок цього фактору загальний врожай на полях зменшується на 20 % [34].

У сільському господарстві збільшення врожайності сільськогосподарських культур є широка хімізація, тобто застосування високих доз мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин. Внесення високих доз мінеральних добрив приводить до забруднення ґрунту хлоридами, сульфатами, в ґрунтах накопичуються рештки пестицидів [34].

Охорона та ефективне використання водних ресурсів. Сільське господарство є найбільшим споживачем і одночасно забруднювачем природних вод внаслідок використання мінеральних добрив, пестицидів та інших хімікатів.

В господарстві до всіх виробничих і побутових приміщень вода подається централізовано. Для цього підприємством встановлена водонапірна башта.

Основними джерелами забруднення і засмічення водою є:

- побутові стоки, неправильно розташовані звалища та інші сховища отруйних речовин;
- на території господарства знаходяться комплекси, стічні води, яких скидаються без очищення;
- неправильно зберігаються і використовуються паливо мастильні матеріали;
- погано зберігаються і використовуються мінеральні добрива;
- стоки з тваринницьких ферм потрапляють в ґрунт;
- гноєсховища розміщені поблизу будівель і колодязів.

Охорона атмосферного повітря. Атмосфера має здатність самоочищатися, але в багатьох випадках ця можливість вже вичерпалася. Охорона повітря потребує значну кількість заходів для забезпечення очистки навколишнього середовища. В кормоцеху передбачені фільтри, територія відповідно обладнана очисними спорудами і навколо кормоцеху є зелені насадження [34].

Основними джерелами забруднення атмосфери є:

- забруднення повітря відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання;
- забруднення добривами, а саме недосконалістю організаційних форм, а також технології транспортування, зберігання, змішування, внесення, порушення агрономічної технології їх внесення у сівозміні і під окремі культури; недосконалість самих добрив, їх хімічних, фізичних, механічних властивостей.

Суттєвий недолік транспортування добрив полягає в перевалочній системі від заводу до поля. Складські приміщення не відповідають обсягам добрив, що поставляються господарству. Середня ємність приміщень для зберігання невелика, що не дає можливості здійснювати комплексну механізацію по підготовці добрив до змішування і внесення [34].

Забруднюється атмосфера неправильним зберіганням і використанням без підстилкового гною. При зберіганні його у відкритих ємностях випаровується і потрапляє в атмосферу аміак, молекулярний азот та інші його сполуки.

Утворені газоподібні продукти розпаду зумовлюють неприємний їх запах. При відсутності належного контролю за зберіганням і використанням рідкого гною створюється реальна загроза поширенню інфекційних хвороб у зоні тваринницьких комплексів.

Охорона рослинного і тваринного світу. Руйнування людиною місць проживання тварин і рослин, сьогодні стає надто небезпечним. В господарстві є лісові посадки, в яких виконують заходи щодо охорони рослинного і тваринного світу. Під час розчистки лісу, все сміття згрібають в купи, а також стягують повалені дерева.

При проведенні сільськогосподарських робіт, особливо при збиранні врожаю, значна частина молодняку потрапляє під збиральні засоби, що призводять до травми чи загибелі тварин. Збиральні агрегати не обладнані відлякувальними пристроями. Не здійснюються скошування сільськогосподарських культур від центра поля до його країв, щоб дати можливість тваринам втекти [34].

## **8.2. Зберігання і використання ПММ**

Забезпеченість господарства нафтопродуктами здійснюється на основі бартерних операцій за вироблену сільськогосподарську продукцію і доставляються вони в господарство як власним транс портом господарства так і транспортом постачальників [34].

Транспортні засоби заправляються поза межами транспортної станції, що є недопустимими факторами і на це в господарстві звертають особливу увагу.

Заправка транспортних засобів та іншої сільськогосподарської техніки здійснюється заправочними колонками, при цьому витікання пального майже відсутнє. Зберігання нафтопродуктів у господарстві здійснюється у цистернах

різної місткості у спеціально відведених місцях, обладнаного засобами блискавкозахисту і протипожежним обладнанням.

За станом і зберіганням нафтопродуктів постійно ведеться контроль. Основним недоліком заправного пункту є те, що на пункті збору відпрацьованих мастил відсутні пристрої збору і здачі мастил на регенерацію.

### **8.3. Шляхи покращення екологічного стану господарства при експлуатації об'єкту дослідження**

Біля кормоцеху створена захисна зона з зелених насаджень. Транспорт, який доставляє на ферму корми не проїжджає виробничу зону. В між циклічний період проводиться очистка і дезінфекція приміщень [34].

Дію пилу і запахів зменшено розрідженням викидів в верхні шари атмосфери шляхом влаштування високої витяжної труби, а також встановлено фільтри з одночасним вловлюванням шкідливих організмів.

Для запобігання переущільненню ґрунту необхідно:

- при ранньовесняному боронуванні застосовувати тільки гусеничні трактори, що мають невеликий тиск на ґрунт;
- застосовувати хімізацію обробітку ґрунту, поєднання операцій, зменшення глибини розпушування, збільшення ширини захвату агрегатів;
- виключати проходи сільськогосподарських агрегатів та інших машин по полях без потреби;
- заправляти агрегати паливом тільки на краю поля без заїзду на нього транспортними засобами;
- розпушувати і зарівнювати сліди від коліс тракторів і сільськогосподарських машин;
- на ущільнених ґрунтах проводити глибокий обробіток, який забезпечує добре розущільнення.

Щодо запобігання ерозії рекомендується контурне землеробство і терасування; зменшення ерозійних процесів сприяють також смугове

землеробство, розміщення полів сівозміни довгою стороною впоперек схилу, що полегшує нарізування тимчасових зрошувачів або обробіток ґрунту і стеблу, будівництво шляхів на схилах під визначеним кутом, що забезпечує мінімальну швидкість і затримання води в кюветах. Ефективне застосування закритої зрошувальної мережі;

Велику увагу приділяють засобам підвищення водопроникності ґрунту, утворенню водоутримного мікрорельєфу.

Запобігання забрудненню водних ресурсів для зменшення забруднення річок поверхневими стоками з полів, мають велике значення скорочення строків зберігання добрив на полях, спорудження спеціальних майданчиків для зберігання добрив на полях, спорудження спеціальних майданчиків для зберігання в польових умовах, суворий контроль за підживленням рослин, заборона внесення добрив по сніговому покриву, створення лісових смуг, затримання поверхневого стоку з полів. Потрібно удосконалювати двигуни внутрішнього згорання, розробляти та впроваджувати на автотранспорті ефективні методи очищення вихлопних газів. Перевести двигуни на паливо, яке не дає шкідливих викидів в атмосферу (акумулятори та інші).

Негативні наслідки впливу на природне середовище визначаються неперервно зростаючими масштабами споживання природних ресурсів, що приводить до їх вичерпання, забрудненням природного середовища відходами господарської діяльності, що погіршує її якість та негативно впливає на здоров'я людей, здійснення передбачених, але економічно необґрунтованих змін в природному середовищі, наслідки яких за розмірами збитків перевищують початковий економічний ефект чи інший ефект

Актуальність захисту природного середовища на досліджуваному підприємстві пояснюється тим, підприємство постійно використовує природні ресурси та викидає їх залишки. Основою вдосконалення системи управління охороною навколишнього середовища на підприємстві, як і будь-якої іншої системи, на всіх рівнях, є насамперед, вичерпна, достовірна та своєчасна інформація про поточний стан підсистеми управління.

## «ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ»

Найважливішим показником відгодівлі свиней є вихід кінцевого продукту – м'яса, який залежить від кількісних і якісних показників кормів.

В дипломній роботі магістра ґрунтовно проведено аналіз повно раціональної згодовування свиней та вимоги до якісного та кількісного складу кормів, а також обладнання яке забезпечує її підготовку. В роботі вибрано технологічну схему підготовки кормів, обладнання кормоцеху.

Проведено технологічні, конструктивні, енергетичні розрахунки транспортуючих машин для видалення гною. В результаті аналізу обладнання механізмів видалення гною вирішено замінити типовий шнековий насос продуктивністю 62,3 т/год на більш продуктивний насос продуктивністю 100 т/год.

Для спроектованого насосу визначено кінематичні, технологічні та енергетичні параметри. Проведено розрахунки на міцність та жорсткість деталей, які забезпечують транспортування гноє-суміші. За допомогою пакету прикладних програм, який базується на методі скінченних елементів перевірено аналітичні дослідження.

Розроблено технологічний процес механічної обробки деталі, спроектовано технологічний процес її виготовлення, виконано вибір та запроектовано засоби технологічного оснащення.

Проведено розрахунок техніко-економічної ефективності запровадженої технології згодовування свиней. Аналіз показує, що рівень механізації приготування кормів після впровадження кормоцеху становить 100 %, середньорічний приріст живої ваги збільшився на 20 кг, а прибуток зріс до 1502 тис.грн, що в свою чергу свідчить проте, що дана технологія приготування кормів та гноєвідведення є рентабельною. Розроблено заходи з охорони праці, цивільного захисту та захисту навколишнього середовища.

Робота виконана із використанням рекомендацій методичних вказівок до виконання магістерських дипломних робіт [35, 36, 37, 38, 39].

## Бібліографія:

1. Хомик Н.І. Машины та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 1 / Хомик Н.І., Довбуш А.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. – 224с.
2. Хомик Н.І. Машины та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до практичних робіт / Н. І. Хомик, А.Д. Довбуш, Г. Б. Цьонь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – 124 с.
3. Белянчиков Н.Н. - "Механизация животноводства" - М: Колос, 1980. – 236 с.
4. Интернет ресурс: [http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema\\_4.htm](http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema_4.htm)
5. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва з ред. Скорика О.П., Х., 2009. – 428 с.
6. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини том.3. - М: Урожай, 2002. – 432 с.
7. Письменов В.Н. Получение и использование безподстильного навоза.-М.: Росагропромиздат, 1988.
8. Ковалев Н.Г., Глазков И.К. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах.-М.: Агропромиздат, 1989.
9. Барбицкий А.П. и др. Методическое указание по проектированию комплексной механизации производственных процессов в животноводстве. – Воронеж, 1988. – 117 с.
10. Альбом примерных технологических, планировочных и инженерных решений свиноводческих зданий и ферм/Центр науч.-исслед. и прект.-технол. ин-т механизации и электрификации животноводства.- Запоржье:ЦНИПТИМЭЖ, 1990.
11. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва з ред. Скорика О.П., Х., 2009. – 428 с.
12. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1979. – 461 с.
13. Брагинец К.В. - "Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства" - М: Колос, 1984. – 186 с.
14. Гриб В.К. - "Механизация животноводства" - М: Урожай, 1987. – 237 с.
15. Егоренко М.Р. Шамо́в Н.Г. - "Кормоцехи животноводческих ферм" - М: Колос, 1983. – 392 с.



16. "Основы проектирования животноводческих ферм" - М: Колос, 1980. – 156с.
17. Довбуш Т.А. Оцінка ресурсу роботи і обґрунтування конструкції несучої системи розкидачів добрив: дисертація на здобуття наук. ступ. к.т.н.; спеціальність 05.05.11/ Т.А. Довбуш. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 189 с.
18. Mozil N.Ya. Analytical research of quality of feed Actual problems of modern technologies. N.Ya. Mozil, P.B. Kyryliuk, A.D. Dovbush : book of abstracts of the IV International scientific and technical conference of young researchers and students, (Ternopil, 27th-28th of November 2019.) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil : TNTU, 2019. – P. 119-120.
19. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.
20. Гевко Р.Б. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах: монографія / Р.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, Р.І. Розум, М.Б. Клендій. та ін. - Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018.- 180 с..
21. Писаренко Г.С. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко и др.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
22. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Навч. посібник. – Тернопіль, 2002. – 332с.
23. Горбацевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 298 с.
24. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1979. – 130 с.
25. Данилевский В.В. Справочник молодого машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.
26. Клецкин А.П. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.3. – М.: Агропромиздат, 1978. – 365 с.
27. Нефедов И.М., Осипов М.К. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1978.
28. Режимы резания. Справочник /Под. ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972.

29. Техника сільськогосподарська. Методи економічної оцінки. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88.
30. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1970. – 216 с.
31. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. – Львів: Новий світ, 2000. – 230 с.
32. Цивільна оборона. Підручник /За ред. В.С. Франчука, Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2001. – 256с.
33. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: . Знання, 2000. – 188с.
34. Кучерявий В.П. Екологія. Підручник. – Львів: Світ, 2001. – 500 с
35. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних магістерських робіт для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (8.090215) / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, М.Я. Сташків. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2010. – 44 с.
36. Методичний посібник до дипломного проектування для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки – 6.050503 «Машинобудування» з професійним спрямуванням на спеціальність «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (7.05050312, 8.05050312) /Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, М.Я. Сташків. – Тернопіль: ФОП Паляниця, 2016. – 148с.
37. Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль: ТДПУ, 2004.- 199с.
38. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
39. Данильченко М. Г., Гладич Б. Б., Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61с.