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 плющилки ПЗ-3**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МСм-61
напряму підготовки (спеціальності)
133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
Мельничук А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Довбуш Т.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Довбуш А.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Ляшук О.Л,
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин
Освітній ступінь магістр
Напрям підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Гевко Р.Б.

«_____» _____ 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Мельничуку Андрію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Обґрунтування параметрів плющилки ПЗ-3

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 2400 голів свиней з максимальною механізацією всіх процесів кормоприготування; 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. План кормоцеху (1А1). 2. Технологічна схема пальцевого верстата (1А1).
3. Кінематична схема плющилки зерна (1А1) 4. Плющилка зерна. Складальне креслення (1А1). 5.Подрібнююча камера. Складальне креслення (1А1).6 САПР. Зміна потужності приводу барабана молоткової дробарки в залежності від здрібнення зерна. (1А1).
7. Деталювання (2А1). 9-10. Спеціальні верстатні приспосіблення (2А1).
11. Інструментальна наладка на операції (1А1).

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		
Розділи	Обґрунтування економічної ефективності	Дмитрів Д.В., доцент		
	Охорона праці та	Окіпний І.Б., доцент		
	безпека у надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст.викл.		
	Екологія	Зварич Н.М., доцент		

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 _____ *Мельничук А.В.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ *Довбуш Т.А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

стр.

ОСНОВНА ЧАСТИНА:

АНОТАЦІЯ ____

ВСТУП ____

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ ____

1.1. Зоотехнічні вимоги до підготовки кормів ____

1.2. Технологічні схеми кормоцехів для згодування тварин ____

1.3. Характеристика типових машин підготовки кормів ____

1.3.1. Лінія обробки фуражного зерна ____

1.3.2. Лінія обробки коренебульб ____

1.3.3. Лінія обробки стеблових кормів ____

1.3.4. Лінія змішування та роздачі кормів ____

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра ____

2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ ____

2.1. Обґрунтування кількісних показників кормів та вибір машин ____

2.1.1. Розрахунок добової витрати кормів ____

2.1.2. Технологія обробки кормів та рекомендований комплект обладнання кормоцехів ____

2.1.3. Розрахунок продуктивності лінії кормоцеху та вибір машин ____

2.2. Кінематичні, силові та енергетичні розрахунки машин для подрібнення кормів для тварин ____

2.2.1. Розрахунок вальцевих дробарок ____

2.2.2. Розрахунок молоткових дробарок ____

стр.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ ____
3.1. Обґрунтування необхідності вдосконалення процесу приготування концентрованих кормів ____
3.2. Технологічний процес вдосконаленої машини ____
3.3. Технологічні, енергетичні і розрахунки на міцність ____

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА:

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ____
4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки ____
4.2. Розробка моделі об'єкту проектування ____

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ____
5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі ____
5.2. Проектування технологічного процесу механічної розробки ____
5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв ____

6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ____
6.1. Методика розрахунку виробництва тваринницької продукції ____
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ____
7.1. Заходи охорони праці проектованої машини ____
7.2. Розрахунок освітлення цеху ____
7.2.1. Розрахунок природного освітлення ____
7.2.2. Розрахунок штучного освітлення ____
7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях ____
7.3.1. Пожежний захист виробничих об'єктів ____

стр.

8. ЕКОЛОГІЯ ____

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ____

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ____

ДОДАТКИ ____

АНОТАЦІЯ

Завданням кваліфікаційної роботи магістра є обґрунтування параметрів плющильної машини. Робота містить такі розділи:

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. У цьому розділі описано основні зоотехнічні вимоги до підготовки кормів, технологічні схеми типових кормоцехів; проведено огляд існуючих типових машин для підготовки кормів до згодування.

2. Обгрунтування основних параметрів об'єкту розробки. У розділі проведено розрахунок необхідної кількості кормів; описано технологію обробки кормів та рекомендований комплект обладнання кормоцехів; проведено розрахунки продуктивності лінії кормоцеху та вибір машин, шнекового транспортера кормів, змішувача кормових сумішей.

3. Дослідження параметрів об'єкту розробки. У цій частині описано необхідне вдосконалення процесу приготування концентрованих кормів за допомогою плющильної машини; впроваджена модернізація плющильної машини, проведено енергетичні розрахунки та розрахунки на міцність вдосконаленої машини.

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 34 рисунки і 13 таблиць, 27 посилань на літературні джерела.

ВСТУП

Агропромисловий комплекс – найпотужніша галузь української економіки. У структурі ВВП він займає 10%, а експорт сільськогосподарської продукції у 2016 році склав 40,7% загальних продажів за кордон. Однак подібне зростання галузі зумовлене екстенсивними методами господарювання — виснаженням земель, відсутністю сівозмін тощо. Така ситуація в перспективі може призвести до вичерпання ресурсу господарських земель. Поки що ж рослинництво нарощує обсяги, в той час як вітчизняне м'ясо-молочне виробництво переживає стагнацію. Спробуємо з’ясувати, що заважає розвитку вітчизняного тваринництва [1].

Заводи-переробники молочної сировини знизили закупівельні ціни ще наприкінці січня: в середньому на 1 грн/кг. Водночас на роздрібному ринку спостерігається протилежна ситуація: вартість кілограма молока в магазинах збільшилася десь на 70 копійок, масло подорожчало на 10 гривень, а сир — на сім. Така ситуація може призвести до зменшення обсягів продажів і подальшого занепаду галузі. Переробні підприємства, які не отримають дотацій ще принаймні до травня, будуть змушені нести додаткові втрати: збільшення споживчої ціни призведе до зменшення кількості замовлень. Сплата ПДВ у повному обсязі та відсутність дотацій для молокозаводів означатиме роботу «в мінус».

Минулого року промислове виробництво молока зросло на 1,2%, але приватні господарства скоротили обсяги на 4,2%. Враховуючи, що населення виготовляє 74% усього молока в Україні, у підсумку отримали спад. Переробники звинувачують у падінні ринку роздрібні мережі, а безпосередні виробники сировини говорять про змову переробників. У такій ситуації потрібен конструктивний полілог між державою, фермерами, молокозаводами та представниками роздрібної торгівлі. А поки що кожна з ланок молочного ринку змушена вирішувати проблеми самостійно. Хоча останнім часом серед

вітчизняних фермерів набирає популярності кооперативний рух, який може стати рушійною силою якісних змін в аграрному секторі.

Спостерігаються в молочній галузі і позитивні тенденції — наприклад, підвищення якості продукції. Зросли як об'єми молока вищого ґатунку — до 36,4%, так і продукція екстракласу, яка досягла показника 13,8% (267 тис. тонн) від загального обсягу.

Кількість корів в Україні зменшується — за останні дванадцять років наша країна втратила 47% поголів'я великої рогатої худоби. Фермерам невигідно їх вирощувати, особливо м'ясні породи. Держава ж, замість того щоб допомагати, ускладнює життя тваринникам: дотації на 2017 рік не здатні компенсувати втрати, які отримає галузь в результаті відміни спецрежиму оподаткування. Крім того, вітчизняним виробникам м'яса важко конкурувати з порівняно недорогою польською і данською телятиною.

Зі свининою ситуація взагалі катастрофічна: багато поголів'я знищують через спалахи африканської чуми. З 2007 року в Україні кількість свиней скоротилася на 17%. До знищення поголів'я додається й негативна тенденція заборони експорту вітчизняної свинини до кількох країн, які в минулому були великими імпортерами нашої продукції. Це стосується Білорусі, Молдови, Румунії, Росії та Вірменії. За минулий рік Україна зменшила обсяги експорту свинини у 8,5 разів. У грошовому еквіваленті тваринники отримали $5,1 млн, а це в десять разів менше, ніж у 2015 році - тоді Україна продала за кордон свинини на $54,6 млн.

Виробництво курятини - це єдина галузь вітчизняного тваринництва, де спостерігається зростання. Для порівняння: у минулому році українські тваринники продали 295 тис. тонн яловичини, 621 тис. тонн свинини і 1,2 млн тонн курятини. Експорт курячого м'яса у 2016 році зріс на 33%. Хоча минулий рік приніс деякі проблеми і цій галузі: у трьох областях (Чернівецька, Херсонська, Одеська) було зафіксовано спалахи пташиного грипу. Через це імпорт українських курей в ЄС деякий час був під забороною. Потім

Держпродспоживслужбі вдалося домовитись про застосування принципу районування, і повну заборону було знято. До того ж через скандал з Бразилією, яка є одним з найбільших постачальників м’яса у світі, українські виробники курятини мають можливість розширити свою нішу на світовому ринку і значно збільшити обсяги експорту.

Із трьох головних галузей тваринництва в Україні розвивається лише одна – виробництво курятини. На ринку яловичини, молока і свинини вже понад десять років спостерігаються негативні тенденції. Проблем фермерам і переробникам додають скасування спецрежиму оподаткування, монополізм, хвороби тварин. Для подолання негативної динаміки тваринники мають об’єднуватись у кооперативи і спілки задля ефективного захисту своїх інтересів. Також варто попрацювати над розробкою методів подолання африканської чуми свиней. Перші кроки у цьому напрямку вже зроблено - стартувала Науково-практична програма-2017 щодо боротьби з АЧС в Україні.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Зоотехнічні вимоги до підготовки кормів

Якісні, висококалорійні, збагачені вітамінними добавками корми забезпечують високу продуктивність тваринництва (надій корів, приріст живої ваги у свинарництві, птахівництві та т.д.). Корми які відповідають таким зоотехнічним вимогам можна отримати виключно в спеціальних допоміжних цехах тваринницьких ферм – кормоцехах. Кормоцехи – це відокремленні приміщення зі складами фуражного зерна, коренебульб, мікродобавок і т.д.

У кормоцехах витримують промислові технології приготування кормів у вигляді збалансованих кормо-сумішей, що забезпечує [2,3]:

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.

Класифікацію підготовки кормів розділяють за видом енергії яка забезпечує їх приготування (рис. 1.1).

Для приготування кормосумішей використовують наступну сировинну базу, та класичні технології їх приготування, а саме: очищення, подрібнення, плющення, сушіння, хімічна обробка, подрібнення на борошно, м'яття, плющення, гранулювання, дріжджування, дозування та змішування (рис. 1.2).

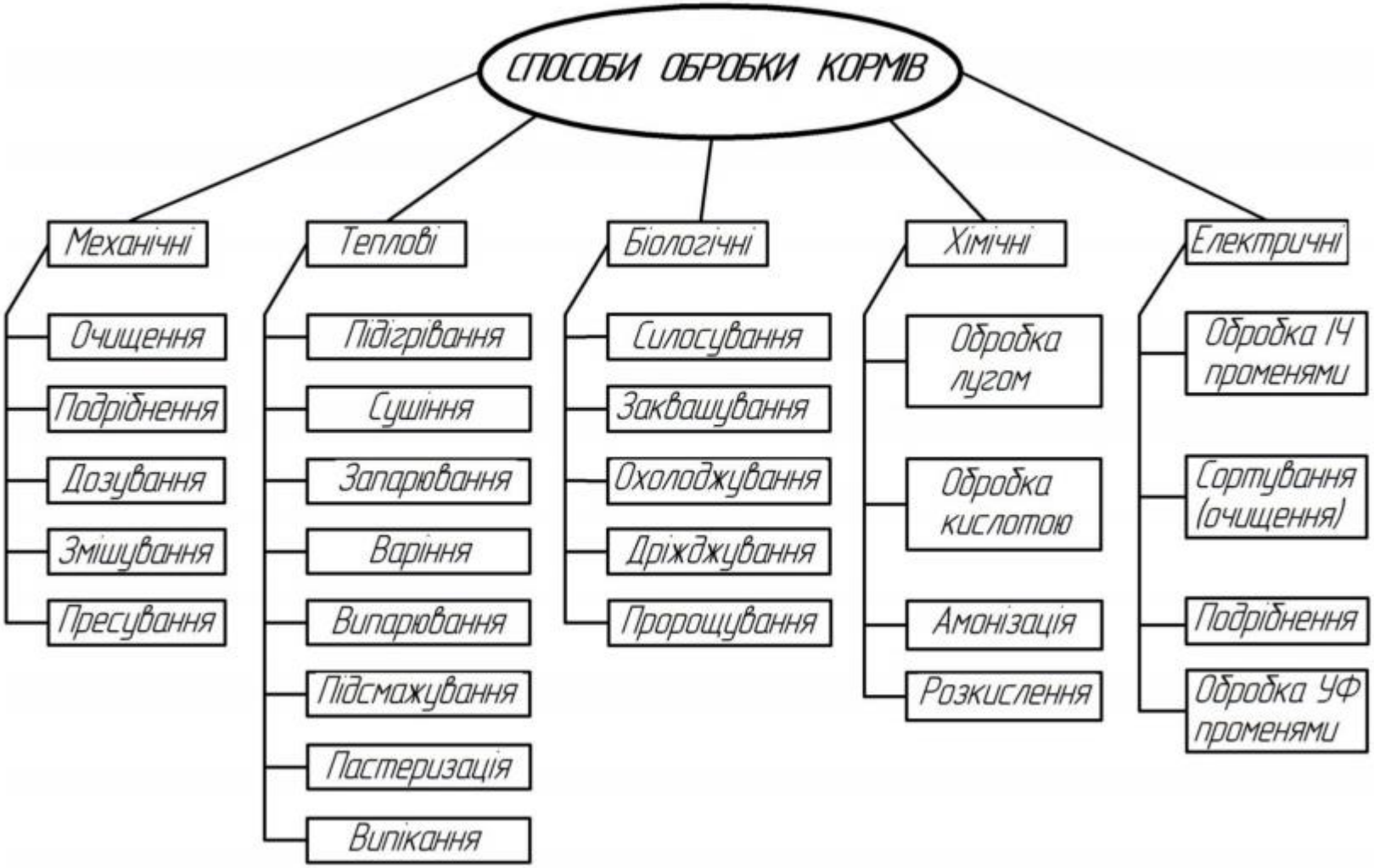
СПОСОБИ ОБРОБКИ КОРМІВ
Механічні
Очищення
Подрібнення
Дозування
Змішування
Пресування
Теплові
Підігрівання
Сушіння
Запарювання
Варіння
Випарювання
Підсмажування
Пастеризація
Випікання
Біологічні
Силосування
Заквашування
Охолоджування
Дріжджування
Пророщування
Хімічні
Обробка лугом
Обробка кислотою
Амонізація
Розкислення
Електричні
Обробка ІЧ променями
Сортування (очищення)
Подрібнення
Обробка УФ променями

Рисунок 1.1. Класифікація підготовки кормів за видом енергії

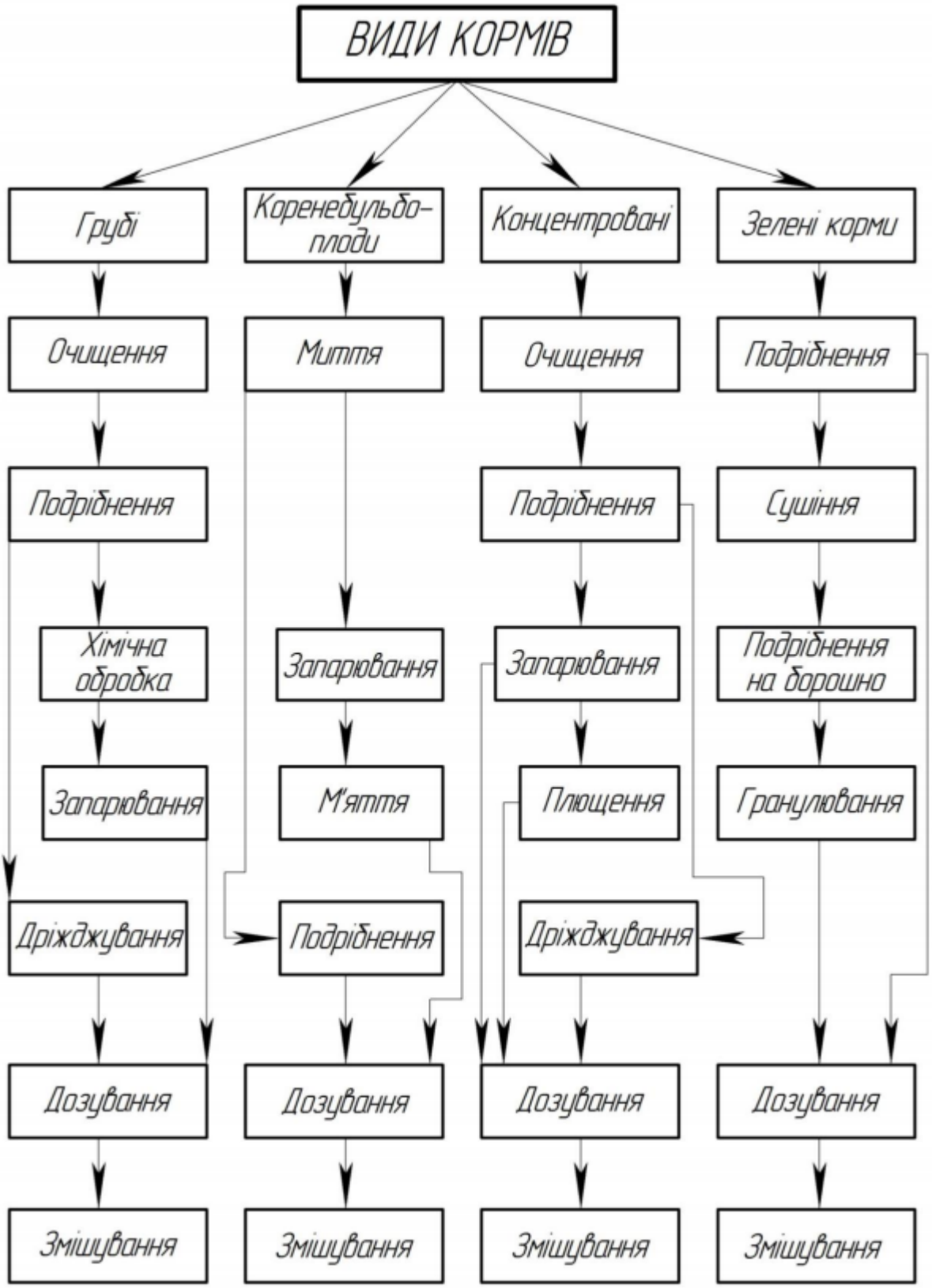

Рисунок 1.2. Сировинна база та універсальне приготування кормосумішей

Утримання великої рогатої худоби (ВРХ) і свиней вимагає різної сировинної бази та різної кількості кормів (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Максимально-допустима одноразова видача кормів для ВРХ та свиней, кг

Вид тварин	Зелена маса	Жом	Коренебуль-боплоди	Силос	Сіно	Концентрати
ВРХ	25	25	10.12	10	10	3
Свині	5	3	2,5…3,0	-	-	1,0

1.2. Технологічні схеми кормоцехів для згадування тварин

Підготовку кормосумішей для тварин проводять за типовими технологічними схемами, які різняться за деякими відмінностями характерними для відгодівлі ВРХ та свиней.

Проект уніфікованого кормоцеху КЦК-5, технологічно-конструктивна схема якого приведена на рис. 1.3 різних варіантів для ВРХ. У цьому кормоцеху, в лінії коренеплодів застосовують мийку-подрібнювач ИКМ-5, змішувачі безперервної дії С-30, ИСК-3, СК-10. Кожна ПТЛ має дозатори стеблистих кормів ДСК-30, коренебульбоплодів ДС-15, комбікормів ДК-10. Як живильники стеблистих кормів використовуються бункери-дозатори БДК-Ф-70-20, а для комбікормів бункери БСК-10 [2-4].

Наявність дозаторів дозволяє більш точно подавати окремі інгредієнти кормо суміші в змішувач, що забезпечує роботу безперервного змішувача.

Технологічний процес приготування кормосуміші в кормоцехах для ВРХ здійснюється по схемі: силос, сінаж, солома, подаються навантажувачами

ПСК-5, ПСС-5,5, ФН-1,2, ФН-1,4 в транспортні засоби в складі тракторів типу ”Бєларусь” та кормороздавачів КТУ-10 або причепів ПСЕ-12,5, ПСЕ-30, ПТС-4-887, ПТС-6, які доставляють їх в живильники дозатори кормоцехів.

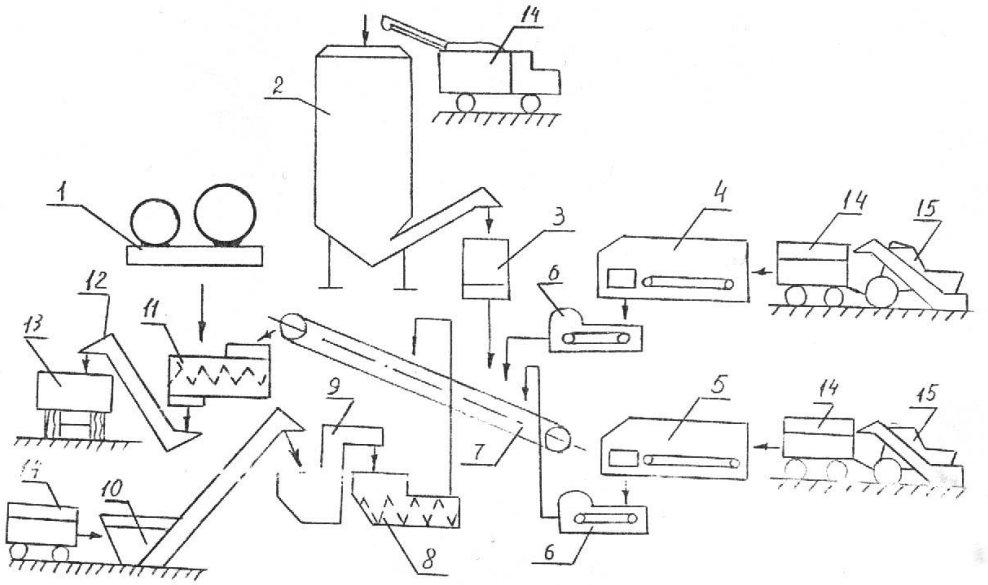

Рисунок 1.3 − Технологічно-конструктивна схема кормоцеху КЦК-5:
1 − змішувач меляси СМ-1,7; 2 − бункер концкормів БСК-10; 3 − дозатор концкормів ДК-10; 4 − живильник силосу КТУ-1; 5 − живильник грубих кормів КТУ10-6; 6 − дозатор стеблистих кормів ДСК-30; 7 − транспортер ТЛ-65;
8 − дозатор кормів ДС-15; 9 − подрібнювач коренеплодів ИКМ-5;
10 − живильник коренеплоді ТК-5; 11 − змішувач С-30; 12 − вивантажувальний транспортер ШВС-30; 13 − кормороздавач КТУ –10; 14 − транспортні засоби; 15 − засоби навантаження компонентів ФН-1,4, ПСК-5.

Комбікорми подаються автомашинами самоскидами, тракторними причепами подають в живильники дозатори ПК-6. В живильники-бункери сухих кормів БСК-10, БСК-15, комбікорми завантажують з допомогою навантажувачів сухих кормів ЗСК-10, а в бункери БСК-25 навантажувачами АСП-25.

Коренеплоди при зберіганні їх в кагатах вантажаться навантажувачами ПЄ-08 і доставляються в живильники дозатори ТК-5Б, коренебульбосховищ коренеплоди можуть подаватись з допомогою транспортерів ТС-40 на миття та подрібнення в ИСК-3.

При наявності змішувачів безперервної дії інгредієнти подаються на збірний транспортер ТЛ-6,5, який подає їх у змішувач. Наявність двох або більше змішувачів вимагає застосування додаткових транспортерів (ШЗС-40, ШВС-40, ТС-40 та ін.)

В кормоцехах на базі мобільних роздавачів-змішувачів (РСП-10), коренеплоди після миття і подрібнення на подрібнювачу ИКМ-5 завантажують за допомогою транспортерів в змішувачі. З бункерів БСК-10 подається комбікорм. Біля силосних або сінажних ям , траншей змішувачі АРС-10, РСП-10 завантажуються за допомогою ПСК-5, ПСС-5,5. Солома подрібнюється на ИРТ-165 і також завантажується в мобільні змішувачі. Під час транспортування здійснюється змішування, а потім роздача в годівниці тварин. Змішувачі обладнані тензометричними ваговими установками.

Аналогічно кормоцеху “КЦК-5” працює “КОРК-15” (рис. 1.4). Як живильник -дозатор використовується живильник зеленої маси ПЗМ-1,5 від агрегатів АВМ-1,5. В деяких випадках ці живильники обладнані різальними барабанами (ПЗМ-1,5М). Замість обладнання СМ-1,7 використовуються обладнання ОМК-2, ОМК-4, яке дозволяє більш точно дозувати та готувати розчини меляси з карбамідом.

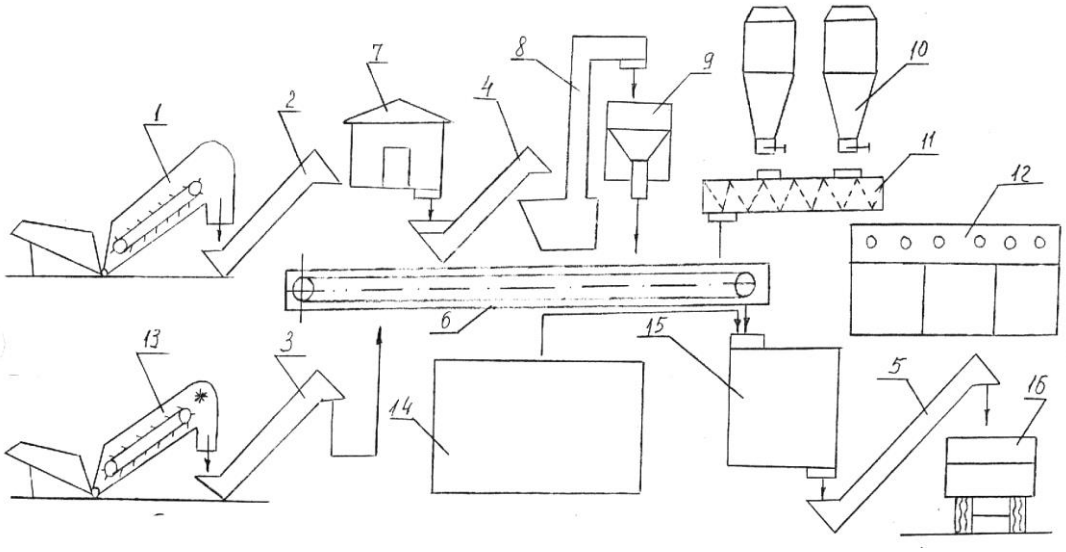

Рисунок 1.4 − Технологічно-конструктивна схема кормоцеху КОРК-15:
1 − живильник силосу ПЗМ-1,54; 2,3,4,5,6 − транспортери ТС-40,ТК-5;

7 − сховище коренеплодів; 8 − подрібнювач коренеплодів ИКМ-5; 9 − дозатор коренеплодів ДС-15; 10 − бункер комбікормів БСК-10; 11 − гвинтовий конвеєр4; 12 − пульт управління4;13 − живильник для соломи ПЗМ-1,5;
14 – обладнання ОМК-2; 15 − подрібнювач змішувач ИСК-3;
15 − кормороздавач КТУ-10.

Коренеплоди з допомогою живильника ТК-5,5 подаються в мийку подрібнювача ИКМ-10.

Кормоцех на 400-800 корів (рис. 1.5) призначений для приготування вологих кормових сумішей із силосу, сінажу, грубих кормів, коренеплодів і видачі їх в мобільні транспортні засоби.

Кормоцех працює по неперервному способу. В нього входять такі лінії., силосу, сінажу і соломи, коренеплодів, комбікормів, карбаміду і меляси. Корми доставляють в кормоцех з бункерів накопичувачів, потім їх дозують, подрібнюють, змішують і в готовому вигляді вивантажують в транспортні засоби [2, 3].

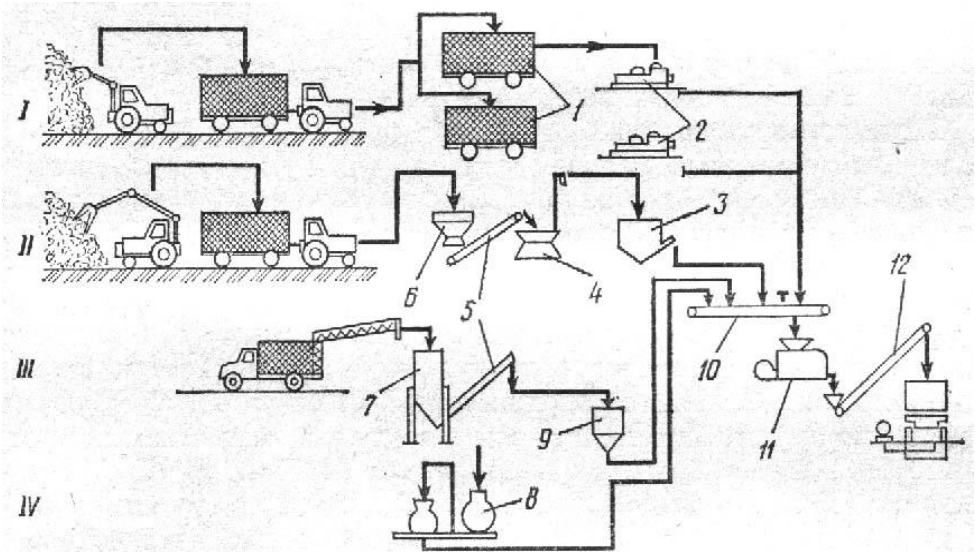

Рисунок 1.5 − Технологічно-конструктивна схема кормоцеху на 400…800корів:

1 − кормороздавач КТУ-10А; 2 − дозатор кормів ДСК-30; 3 − дозатор соковитих кормівДС-15; 4 − подрібнювач коренеплодів ИКМ-5; 5 −

транспортер ТС-40М; 6 − бункер коренеплодів; 7 − бункер сухих кормів БСК-10; 8 − змішувач меляси СМ-1,7; 9 − дозатор концкормів;10 − стрічковий транспортер ТЛ-65;
11 − змішувач С-30; 12 − скребковий транспортер ТС-40М.

Уніфікована технологічна схема кормоцеху для годівлі ВРХ (рис. 1.6) [2, 3].

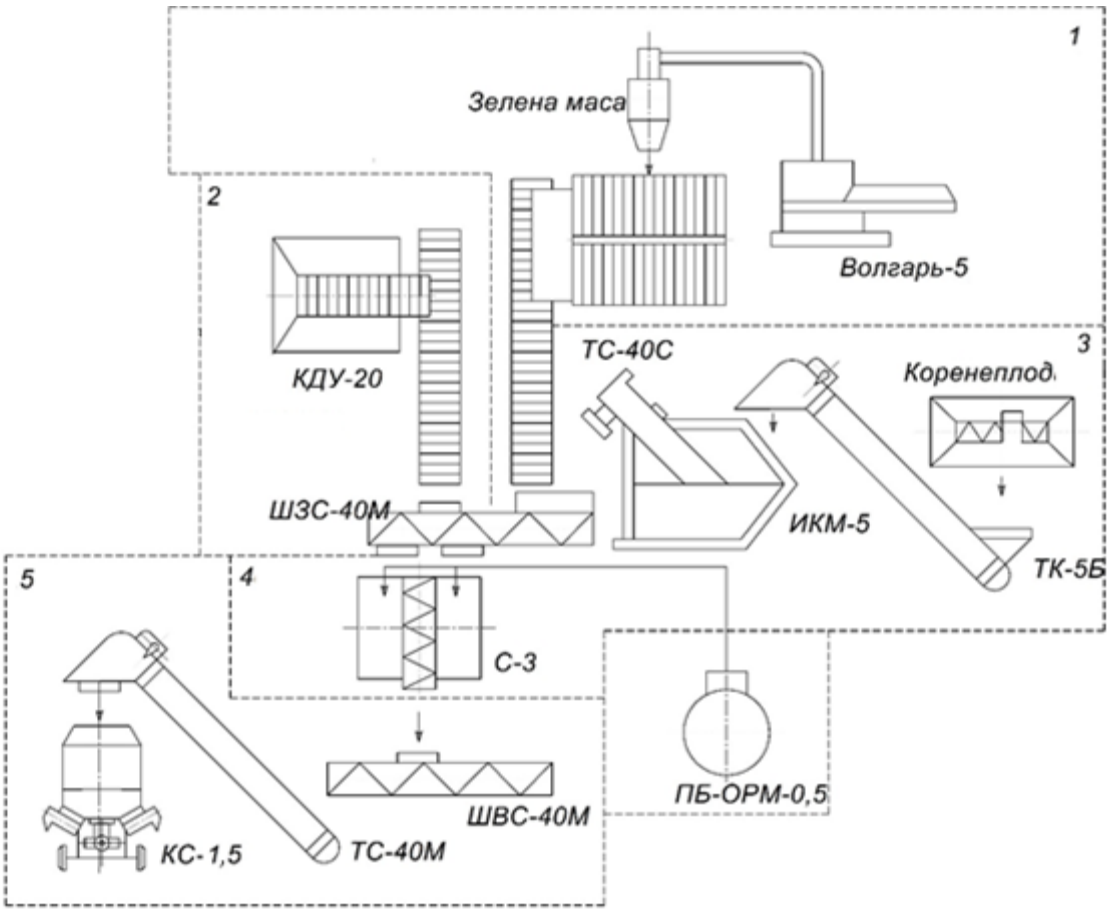

Рисунок 1.6 – Технологічна схема кормоцеху:
1 – лінія зелених кормів і зеленого борошна; 2 – лінія концентрованих кормів; 3 – лінія коренеплодів; 4 – лінія змішування; 5 – лінія видачі готових кормів.

За призначенням кормоцехи свиноферм 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. 1.7) призначений для приготування вологих кормових сумішей з соковитих і концентрованих кормів і розрахований на обслуговування свиноферм з поголів'ям до 6 тис.свиней.

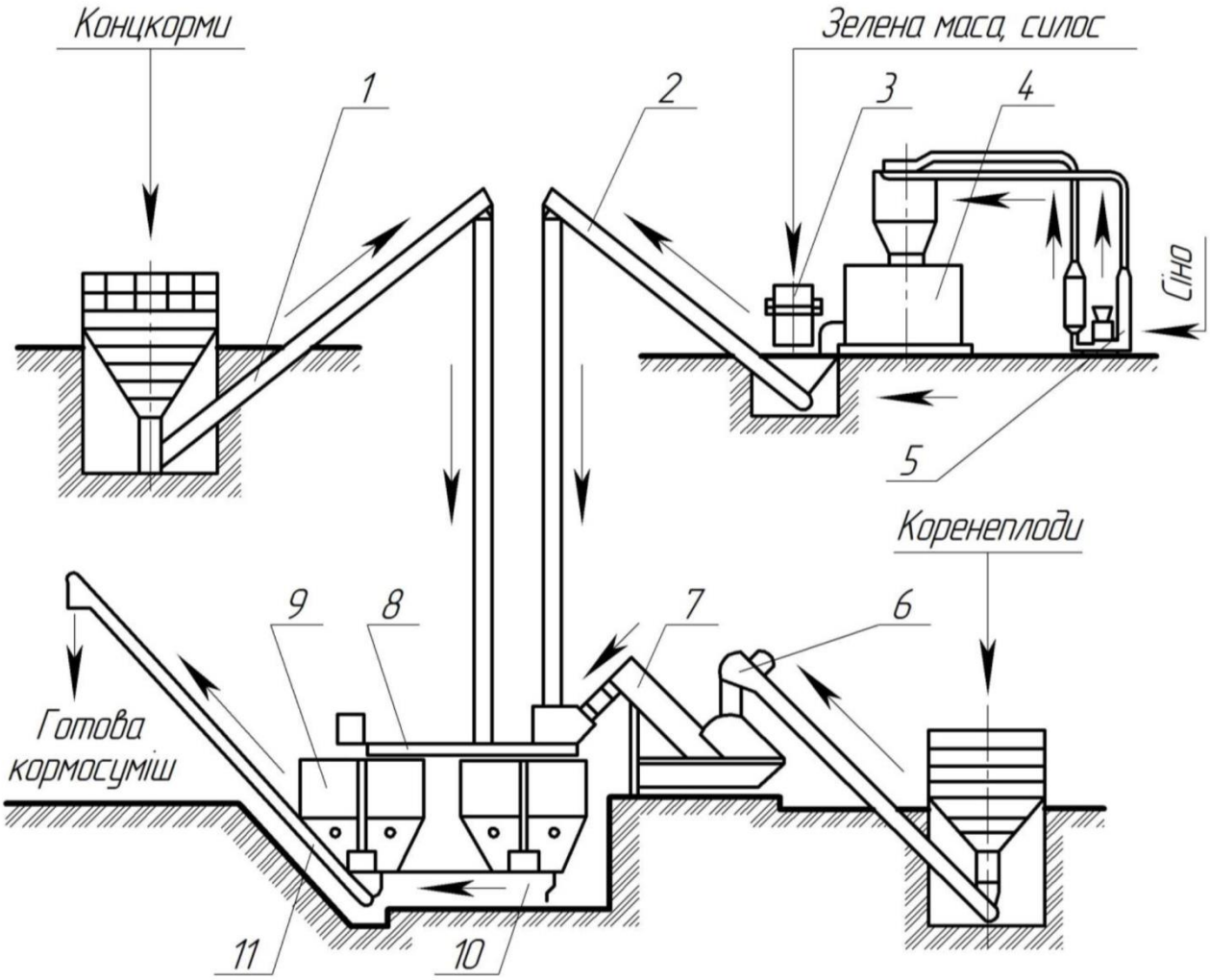

Рисунок 1.7 − Технологічна схема кормоцеху «Маяк-6»:
1 − подрібнювач КДУ-2,0; 2 − транспортер ТС-40С; 3 − подрібнювач зеленої маси і силосу «Волгарь-5»; 4 − живильник трав'яного борошна;
5 − транспортер; 6 − транспортер коренеплодів ТК-5Б; 7 − подрібнювач коренеплодів ИКМ-5; 8 − завантажувальний збірний шнек ШЗК-40М;
9 − змішувач С-12; 10 − вивантажувальний шнек ШВС-40М; 11 − скребковий транспортер ТС-40М.

Кормоцех 802-249С (рис. 1.7) призначений для приготування кормових сумішей з концентратів, картоплі, зеленої маси і перегону. 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 12х13 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.

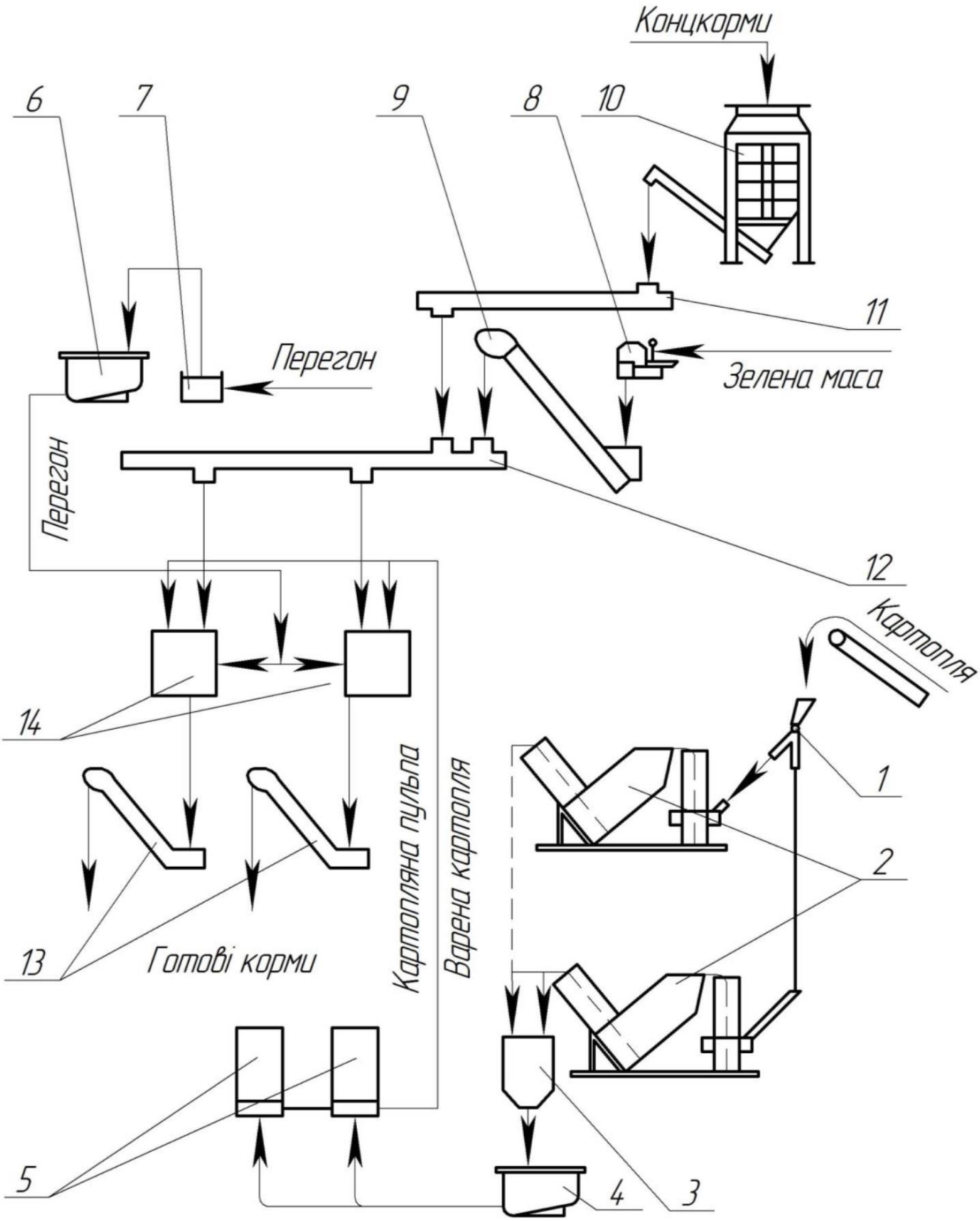

Рисунок 1.8 − Технологічна схема кормоцеху (т.п. 802-249С):

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.

1.3. Характеристика типових маши підготовки кормів

Кормоцехи укомплектовуються типовими машинами та механізмами для підготовки кормів в залежності від напрямку галузі та кількості тварин. Для утримання ВРХ рекомендовано комплект табл. 1.2, для свиноферм табл. 1.3.

1.3.1. Лінія обробки фуражного зерна

При виробництві з зерна обойного борошна, подрібнення інгредієнтів комбікормів, розмелу крупів вільних від оболонок – в усіх цих процесах в задачу розмелу входить тільки руйнування часток вихідного продукту до цілком відповідного ступеня дисперсності. Таке руйнування твердих тіл називається простим подрібненням. В даному випадку не ставиться задача руйнування матеріалу таким чином, щоб одні складові частини вихідних часток підлягали меншому подрібненню, а інші – більшому, як при виборчому подрібненні, які використовуються в сортових помелах зерна [2, 3].

Для простого подрібнення використовують більш прості машини ударної дії, в яких частки, що подрібнюються, руйнуються під дією чистого удару (дискові подрібнювачі), або під дією удару, які супроводжуються стиранням (молоткові дробарки). В цих машинах швидкість робочих органів знаходиться в межах 40-200 м/с і більше, наприклад, згідно з зоотехнічними вимогами до підготовки зернового корму передбачають такі розміри здрібнення часток: для крупної рогатої худоби – не більше 3 мм, для свиней – до 1 мм, для птиці до

3 мм при сухому згодовуванні та до 1 мм, якщо згодовування виконують вологими мішанками.

Таблиця 1.2 – Комплекти обладнання кормоцехів ВРХ

Назва та марка машини або обладнання	Кількість машин для ферм розміром, голів			
	400	800	1200	1600
Змішувач меляси СМ-1,7	-	1	1	1
Кормороздавач мобільний КТУ-10А	2	2	4	4
Бункер-живильник грубих кормів	-	-	3	3
Бункер БСК-10	1	1	2	2
Дозатор концентрованих кормів ДК-10	1	1	2	2
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5Б	1	1	1	1
Мийка-коренерізка ИМК-5	1	1	1	1
Дозатор подрібнених коренебульбоплодів ДС-1,5	1	1	1	1
Насос НШП-20-69	1	1	1	1
Транспортер стрічковий збірний ТЛ-65	1	1	1	1
Електромагнітний очисник кормів від металевих домішок	1	1	1	1
Подрібнювач-змішувач кормів ИСК-3	1	1	1	1
Транспортер ТС-40М або шнек	1	1	1	1

Таблиця 1.3 – Комплекти обладнання кормоцехів свиноферм

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
Бункер-дозатор КТУ-20	1	1	1	1	2
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	-
Подрібнювач зерна ДБ-5	-	-	-	-	1
Живильник шнековий ПК-6	1	1	1	1	1
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5Б	-	1	1	1	2
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5	1	-	-	-	-
Транспортер ТС-40С	-	-	-	1	2
Транспортер ТС-40М	1	1	1	1	2
Шнек ШВС-40М	1	1	1	1	2
Шнек ШЗС-40М	1	1	1	1	2
Змішувач С-12	-	1	1	2	2
Змішувач С-7	1	-	-	-	-
Резервуар В-2-ОМВ-2,5	1	1	-	1	1
Насос відцентровий для молока 36МЦ-10-20	1	1	-	1	1
Обладнання для приготування і роздавання регенерованого молока КПС-108	-	1	-	-	-
Насос фекальний ФГ-115/38Б	1	1	1	1	-
Котел-пароутворювач Д-721А	1	1	1	1	2
Комплект електрообладнання	1	1	1	1	1

Подрібнення фуражного зерна проводиться на дробарках ДКМ -5. КДУ-2 і подрібнювачах молоткового типу ИРМ-50, ИРМА-15.

Кормодробарка «Українка» КДУ-2 − це універсальна машина, призначена для подрібнення всіх видів зерна, качанів кукурудзи, сіна, зеленої маси, силосу і коренеплодів. Крім того, на ній можна готувати суміші з двох-трьох компонентів і збагачувати їх рідкими добавками.

Дробарка складається із завантажувального бункера, (рис. 1.9) молоткового ротора, решіт, різального апарата, горизонтального та похилого конвеєрів живильного механізму, циклона, шлюзового затвора, вентилятора і урухомника.

Різальний апарат складається з барабана, на якому закріплено три криволінійні ножі, і протирізальної пластини. Протирізальна пластина має додаткову пластинку для регулювання зазору відносно робочої поверхні стрічки конвеєра для запобігання затягуванню корму в щілину між ними.

Ротор дробарки має несівні диски, встановлені на валу на спеціальній шпонці і розділені втулками. Крізь отвори дисків проходять пальці, на яких шарнірно підвішені молотки. У камері подрібнення встановлені змінне решето і дека.

У разі подрібнення зернових та інших сипких кормів конвеєри-живильники і та ножовий барабан вимикають. Для цього знімають відповідні привідні паси. Подачу зерна в камеру подрібнювання із завантажувального бункера регулюють заслінкою, а контролюють за показами амперметра-індикатора. Сила струму при цьому не має перевищувати 55 – 60А.

Для отримання часточок продукту потрібного розміру перед пуском дробарки встановлюють відповідне змінне решето [2, 3].

Під горловиною бункера перед камерою подрібнення є магнітний сепаратор, який затримує металеві домішки. У робочій камері зерно подрібнюється молотками і разом з потоком повітря крізь отвори решета

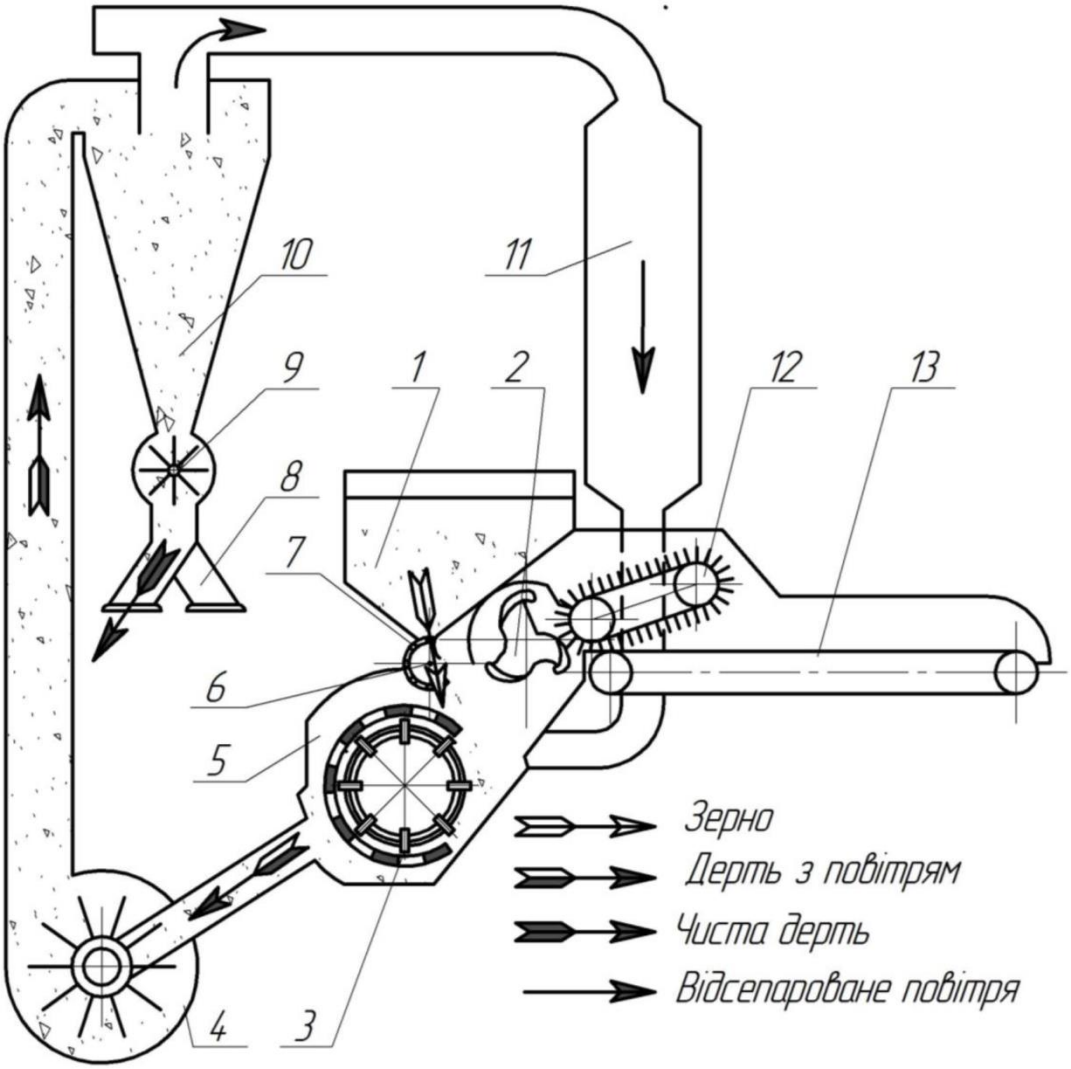

Рисунок 1.9 − Функціональна схема кормодробарки КДУ-2:
1 − бункер; 2 − ножовий барабан; 3 − ротор; 4 − вентилятор, 5 − решето; 6 − магнітний сепаратор; 7 − заслінка; 8 − розтруб; 9 − шлюзовий затвор; 10 − циклон; 11 − фільтр; 12 − притискний транспортер; 13 − живильний транспортер.

продукти подрібнення виносяться в зарешітний простір, звідки відсмоктуються вентилятором і подаються в циклон. У циклоні часточки подрібненого корму під дією відцентрової сили притискуються до стінок, за рахунок сил тертя втрачають швидкість, випадають з потоку повітря, опускаються вниз і ротором шлюзового затвора вивантажуються в мішки. Повітря із циклона разом з пилоподібними часточками зворотним трубопроводом повертаються в робочу камеру дробарки. При цьому частина повітря крізь фільтр із тканини виходить

у навколишнє середовище. Таким чином у дробарці реалізується напівзамкнений цикл використання повітря.

Для подрібнення кукурудзяних качанів, сіна на борошно та інших стеблових чи шматкових кормів вмикають конвеєрний живильник і ножовий барабан. До початку роботи на шківи валів електродвигуна і ножового барабана накидають клинові паси і натягують їх за допомогою ролика. Горловину зернового бункера закривають заслінкою. Пуск дробарки здійснюють за вимкненого конвеєра-живильника (для зниження пускового моменту).

Після досягнення номінальної частоти обертання ротора дробарки вмикають конвеєр-живильник. Корми завантажують на горизонтальний конвеєр, де вони ущільнюються похилим конвеєром і подаються до ножового барабана. Попередньо подрібнені ножами часточки корму захоплюються потоком повітря і надходять до молоткової камери, де подрібнюються до кінцевих розмірів, просіваються крізь решето і вентилятором подаються в циклон.

Подрібнювач М-8 (рис. 1.10) використовується для подрібнення початків кукурудзи молочно-воскової стиглості, має продуктивність 18-20 т/год при вологості зерна 40 %, не використовується для подрібнення рослинних матеріалів при закладці комбінованого силосу, що зменшує час використання подрібнювача на протязі року.

Подрібнювач грубих кормів ИРМ-50 (рис. 1.11) використовується для всіх видів кормів, які підлягають консервуванню і силосуванню, що дає змогу збільшити час використання дробарки. Продуктивність подрібнювача ИРМ-50 при здрібнюванні зерна і зерно-стрижневої суміші вологістю зерна 40 % - 20 т/год, початків кукурудзи вологістю 35-40 % - 15 т/год, кормових сумішей і силосних кормів вологістю до 50 % - 15 т/год. Розміри часток при здрібнюванні початків кукурудзи мають збільшені розміри, які необхідні для

свиней (не більш 2 мм), а також остається не здрібнене зерно (до 1%), що не допустимо по зоотехнічним вимогам.

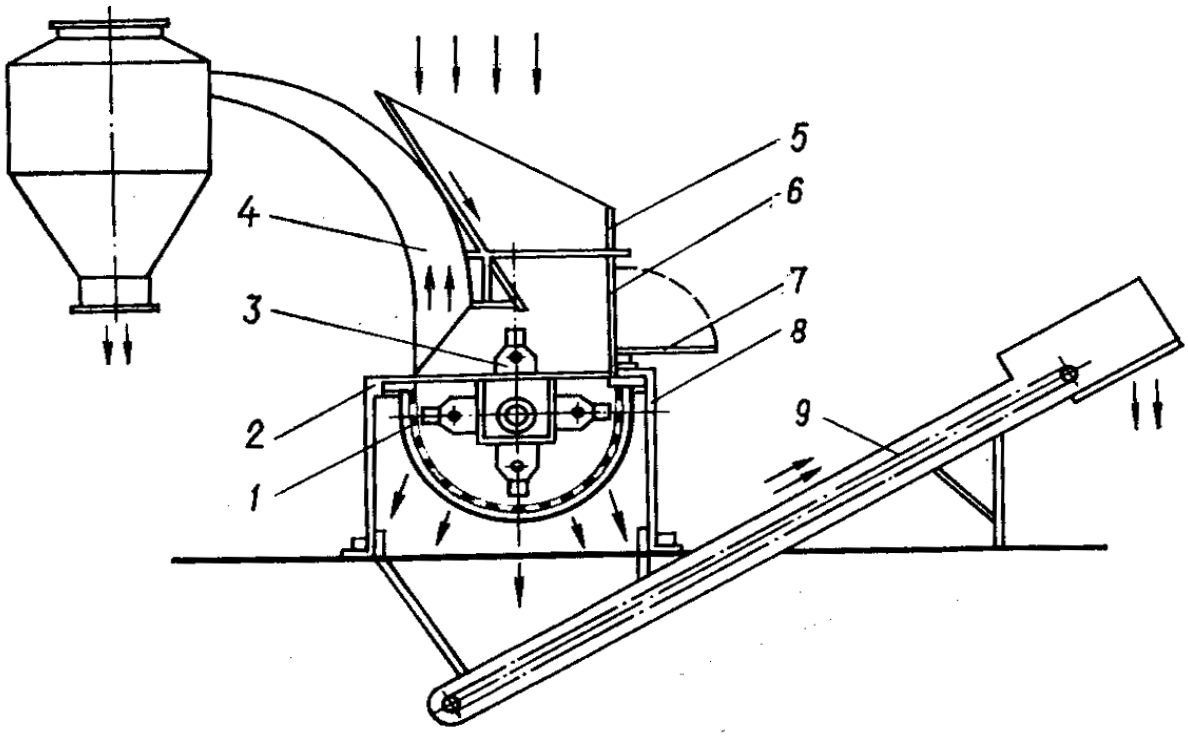

Рисунок 1.10 – Молоткова дробарка М-8: 1- змінне решето; 2- направляючі; 3 – ротор; 4 – продуктопровід з циклоном; 5 - завантажувальний бункер; 6 – верхній корпус; 7 – кришка; 8 – нижній корпус; 9 – вивантажувальний транспортер.

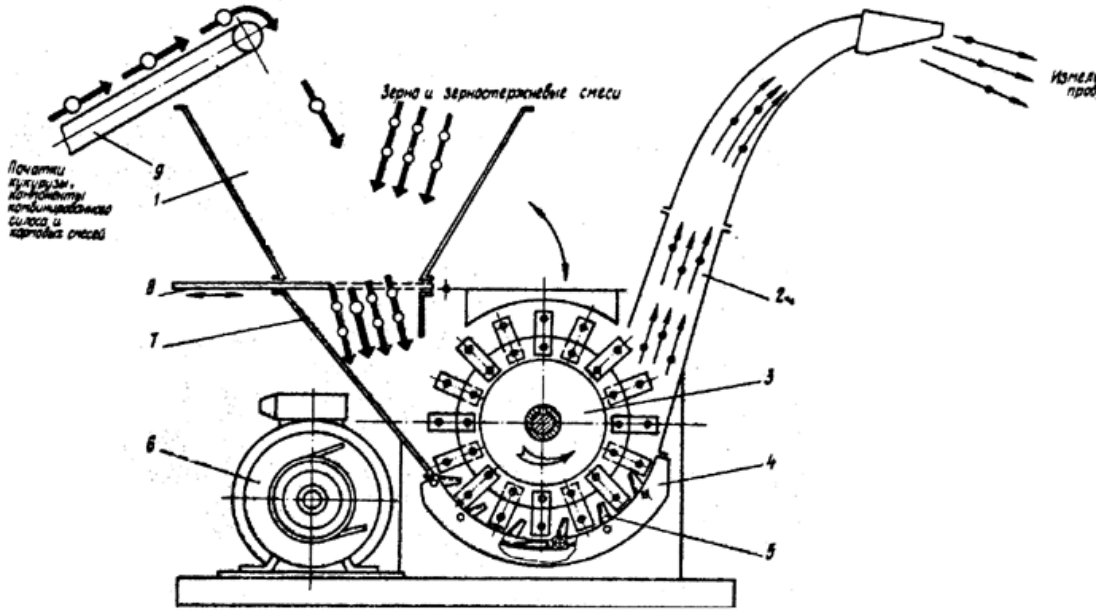

Рисунок 1.11 – Подрібнювач рослинних матеріалів ИРМ-50:
1- бункер; 2 – дефлектор; 3 – ротор; 4 – дека; 5 – протирізальні ножі деки; 6 – електродвигун; 7 – щіток; 8 – заслінка; 9 – транспортер.

Подрібнювач ИРМ-50 більш придатний для використання при приготуванні кормів до консервування або силосування, але не відповідає зоотехнічним вимогам при подрібненні початків кукурудзи з обгортками.

1.3.2. Лінія обробки коренебульб

Одним з важливих складових частин кормових раціонів для більшої частини видів сільськогосподарських тварин і птиці є коренебульбоплоди (в основній своїй масі картопля і буряк) . Мийні машини (мийки). Забрудненість коренебульбоплодів, що доставляються з поля, складає близько 20% і більше, тоді як вона не повинна перевищувати 2-3%, отже коренебульбоплодів потрібно мити. Крім цього, безпосередньо перед згодовуванням коренебульбоплодів подрібнюють, а картоплю, для поліпшення засвоюваності тваринами, ще й запарюють. Корнебульбомийки поділяються по типу робочих органів на: кулачкові, барабанні, відцентрові і шнекові. Процес очищення від забруднень коренеплодів і бульбоплодів у всіх мийок аналогічний. Він полягає в тому, що при терті коренебульбоплодів про робочі органи машини, а також
між собою, дрібні частинки бруду відділяються і несуться потоком води або осаджуються на дно резервуара. Часто шнекові мийні машини безперервної дії виготовляють спільно з подрібнюючим аппаратом. Подрібнювач ИКМ-Ф-10 призначений для очищення коренеплодів і бульбоплодів від каменів, їх подальшої мийки та подрібнення на частинки розміром не більше 10 мм - для свиней, а також скибочки товщиною до 15 мм - для великої рогатої худоби.

Подрібнювач ИКМ-Ф-10 (рис.1.12) складається з трьох робочих органів: мийного шнека, діаметром 400 мм з приводом від електродвигуна потужністю

2,2 кВт; апарату подрібнення дискового типу з електродвигуном потужністю 7,5 кВт; транспортера з приводом від електродвигуна потужністю 0,8 кВт.

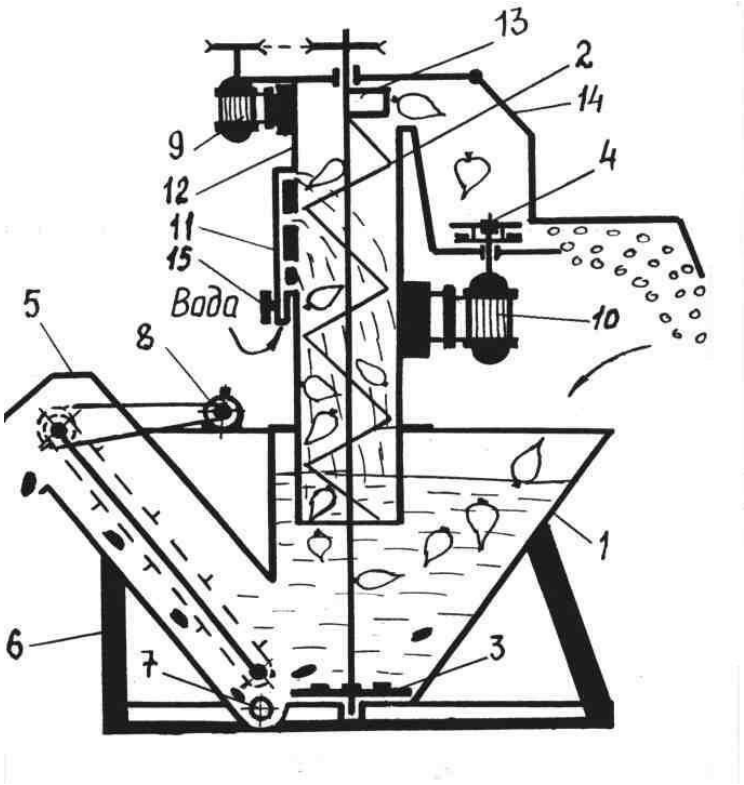

Рисунок 1.12 – Схематизація технологічного процесу подрібнювача ИКМ-Ф-10:

1 − рама; 2 − рама; 3 − електродвигун; 4 − кран підведення води, 5 − кожух; 6 − електродвигун; 7 − викидач Подрібнювач ИКВ-Ф-5А «Волгарь-5А» складається із вхідного (8) (рис. 1.13) і ущільнюючого (3) транспортерів, апаратів первинного і вторинного різання, натягача (9), натяжних зірочок (5), (6), (7) і автомата відключення (11) Потужність приводу дорівнює 22 кВт [5].

Корм, що подається з кормоприймача-живильника, розподіляється (або укладається вручну) рівним шаром на транспортер (8), ущільнюється транспортером (3), а потім надходить в апарат первинного різання. Ножовий барабан (2) попередньо подрібнює масу на частинки до розмірів різання (20-80 мм). У перетині спіральні ножі барабана мають Г-подібну форму, а їх леза описують коло діаметром 450 мм. Зазор між шістьма

ножами, які змонтовані на барабані, і протиріжучою пластиною встановлюється в межах 0,5-1 мм.

Подрібнений ріжучим барабаном корм падає на шнек (1), з якого надходить в апарат вторинного різання (10), який складається з 9-ти рухомих і 9-ти нерухомих ножів. Даний апарат подрібнює корм на частинки розміром 2-10 мм. Готовий корм викидається через нижнє вікно в корпусі подрібнювача на транспортер, який розташований нижче.

Апарат вторинного різання працює за наступною схемою В жолобі (по всій ширині корпусу подрібнювача) розташований шнек діаметром 440 мм, на

кінцях якого передбачені консольні вали. З боку виходу продукту на консольний вал (із шпоночною канавкою) надіта втулка зі шліцьовій зовнішньою поверхнею. На шліцьовій частини цієї втулки з чергуванням надіті нерухомі (без шліц) і рухливі (зі шліцами) ножі. Зовнішні кінці нерухомих ножів фіксуються за допомогою нерухомих планок до корпусу.

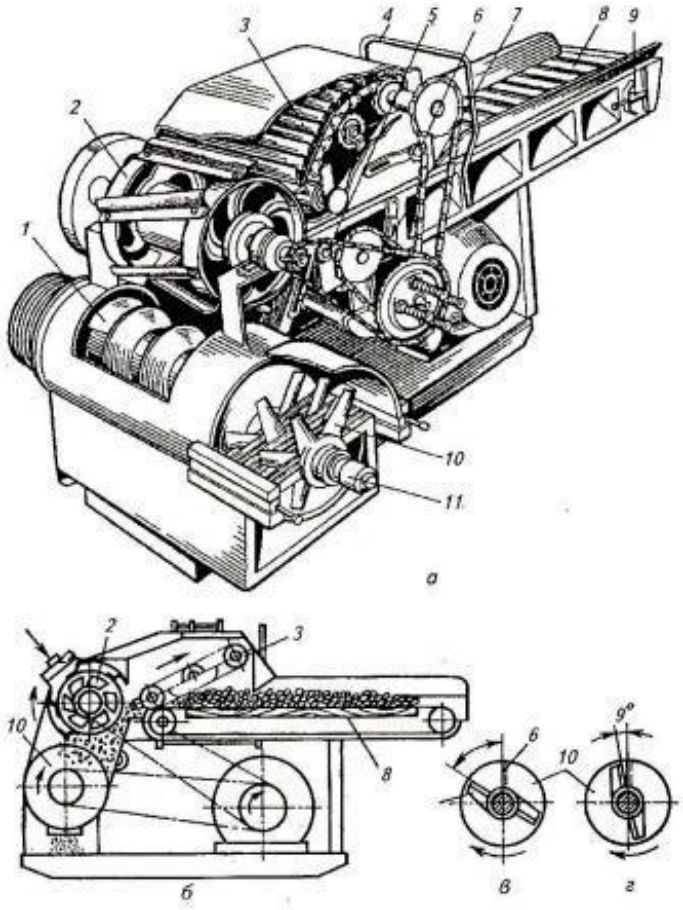

Рисунок 1.13 − Загальна будова подрібнювача ИКВ-5А «Волгарь-5»:

а − Загальний вигляд; б – технологічна схема; в − установка лез ножів апарату вторинного різання на подрібнення корму для свиней; г – установка лез ножів апарату вторинного різання на подрібнення корму для птиці;

1 − шнек; 2 – ножовий барабан; 3 – ущільнюючий транспортер; 4 − скоба управління; 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.

Таким чином, ножовим дисковим ріжучим апарат щілинного типу виробляється двохопорне різання ножами з Г-образної ріжучої крайкою (кути заточування рівні 90 град). Даний апарат в порівнянні з соломосінорізкою є більш енергоємним, але дає можливість отримати частки більш тонкого подрібнення з більш рівномірним гранулометричним складом. Машина ІКВФ-5А «Волгарь-5А» здатна працювати за трьома технологічними схемами: подрібнення кормів для ВРХ (великої рогатої худоби), свиней і птиці. У тому випадку, коли корм подрібнюється виключно для великої рогатої худоби, задіюється тільки апарат первинного різання. Необхідний розмір часток для свиней і птиці досягається шляхом зміни кута установки леза першого рухомого ножа апарату вторинного різання щодо кінця витка шнека. При подрібненні кормів для птиці даний кут повинен становити 9 град, (у напрямку обертання). Усі наступні ножі необхідно розташовувати по спіралі (через кут 72 град.) Проти напрямку обертання ножів.; 8 − корпус подрібнювача; 9 − подрібнюючий апарат; 10 − електродвигун; 11 − шнек; 12 − мийна ванна; 13 – крильчатка; 14 − люк.

Технологічний процес машини відбувається за наступним принципом. Ванна (12) заповнюється водою до рівня, підтримуваного зливним патрубком, розташованим на кожусі вивантажного транспортера. Потрапивши в мийну ванну, коренеплоди відмиваються від землі за допомогою вихрових потоків води, які створюються крильчатка (13), а також звільняються від каменів, які випадають в вікно вивантажного транспортера. Потім коренеплоди подаються на шнек і піддаються вторинному відмиванню від бруду за допомогою зустрічного потоку води. Далі вони відкидаються по відкидному направляючої корпусу в камеру подрібнення . Подрібнюючи апарат (9) складається з литого корпуса, а також верхнього і нижнього дисків. Два горизонтальних ножа закріплені на верхньому диску і чотири вертикальних ножа - на нижньому. Обидва диска змонтовані на одному валу електродвигуна. З'єднання шнека з подрібнювачем здійснюється за допомогою коробки (запобіжника), який в разі забивання подрібнювача кормом здатний відхилитися і оберегти шнек від можливих поломок. Регулювання ступеня подрібнення проводиться за допомогою зміни частоти обертання ріжучих дисків за допомогою двоступеневого електродвигуна з частотою обертання 456 хв$^{-1}$ (при потужності 3,8 кВт) і 920 хв$^{-1}$ (при потужності 7,5 кВт).

Тонкого подрібнення кормів досягають встановлення рифленої деки в ріжучому апараті і високої частоти обертання вала електродвигуна. Отримання грубих фракцій здійснюється при меншій частоті обертання вала електродвигуна і зняття деки.

1.3.3. Лінія обробки стеблових кормів

Подрібнювач рулонів і тюків ИРТ-165 (рис. 1.14) використовується для подрібнення сіна, соломи та інших грубих кормів, які заготовлені в тюках і рулонах, обв'язані шпагатом, або в розсипному вигляді, і подачі подрібненої маси в транспортні засоби У процесі подрібнення тюків, які обв'язані дротом,

його слід попередньо зняти. Даний подрібнювач має дві модифікації:1) - ИРТ-165-01 (пересувний): 2) - ИРТ-165-02 (стаціонарний).

Подрібнювач ИРТ-165-01 (рис. 1.14) складається з рами (12) на колісному ходу, завантажувального бункера (1), який обертається, ротора (9) з 40-ка шарнірно підвішеними молотками (2) і змінним решетом (7), горизонтального (8), а також похилого стрічкового вивантажного (5) транспортерів. Днище (11) бункера, по якому подрібнений матеріал подається на ротор, складається з дефлектора (4). направляючої спіралі (10), люків, гребінки (6) і відсікача (3).

В процесі обертання бункера дефлектор запобігає зависання подрібненого матеріалу, відокремлюючи його від стінок бункера. Направляюча спіраль зміщує його до центру, чим забезпечується рівномірне завантаження ротора по довжині.

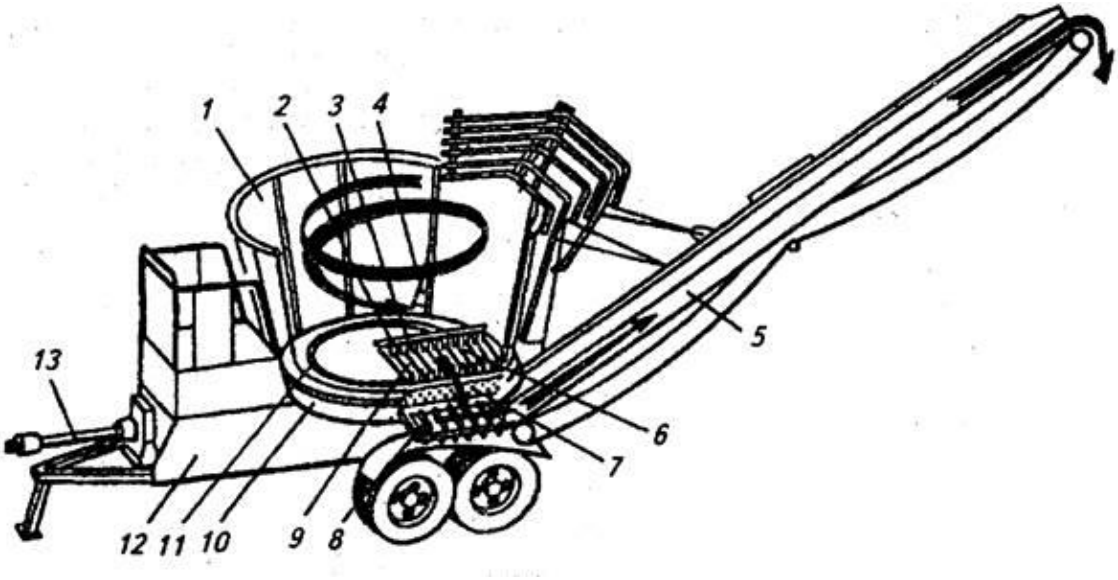

Рисунок 1.14 – Конструктивна схема подрібнювача тюків ИРТ-165:
1 − бункер; 2 – молотки; 3 − відсікач; 4 − дефлектор; 5 – похилий транспортер; 6 − гребінка; 7 − решето; 8 − горизонтальний транспортер; 9 − ротор; 10 – направляюча спіраль; 11 − днище; 12 – рама; 13 − вал приводу.

Подрібнення матеріалу проводиться на гребінці, регулювання подачі матеріалу на ротор здійснюється за допомогою відсікача. Дробильні молотки

шарнірно підвішені на чотирьох шкворнях вала ротора. Змінні решета з отворами діаметром 20/50/75 мм сприяють подрібненню корму, а також видалення подрібненої маси. Регулювання ступеня подрібнення корму здійснюється перестановкою змінних решіт Подрібнювач ИРТ-165 агрегатується з трактором Т-150К.

Грубий корм завантажується за допомогою стогонавантажувача або греферногонавантажувача в обертовий бункер, який здійснює його рівномірну подачу до подрібнюючого ротора, що обертається з частотою 2000 хв$^{-1}$. Корм піддається ударній дії молотків, захоплюється ними і відкидається вниз на решітку. Далі корм проходить через отвори решітки і надходить на горизонтальний транспортер, звідки потрапляє на похилий транспортер, яким і подається в транспортний засіб або накопичувач.

1.3.4. Лінія змішування та роздачі кормів

В системі використання механізованих кормоцехів підвищення ефективності і якості приготування повнораціонних сумішей та вдосконалення традиційних технологій і процесів змішування різноманітних кормів, поживних компонентів та мікро- і макродобавок в змішувачах має науковий і практичний інтерес. Для вирішення цієї проблеми проводяться фундаментальні та прикладні дослідження в різних галузях народного господарства. Змішування кормів виконується великою кількістю змішувачів, які відрізняються як різноманітним конструктивним виконанням так і різною взаємодією робочих органів з сировиною (рис. 1.15). Вивчення й узагальнюючий аналіз застосування механізованих стаціонарних і пересувних кормоцехів для змішування малосипучих і несипучих кормів показав, що найбільш широко використовується шнекові, стрічкові, гвинтові, лопатеві і комбіновані мішалки з різною конструкцією та організацією технологічного процесу і кінематикою роботи, необґрунтовані раціональні конструктивні і кінематичні параметри їх

робочих органів, режими та показники якості роботи традиційних змішувачів кормів.

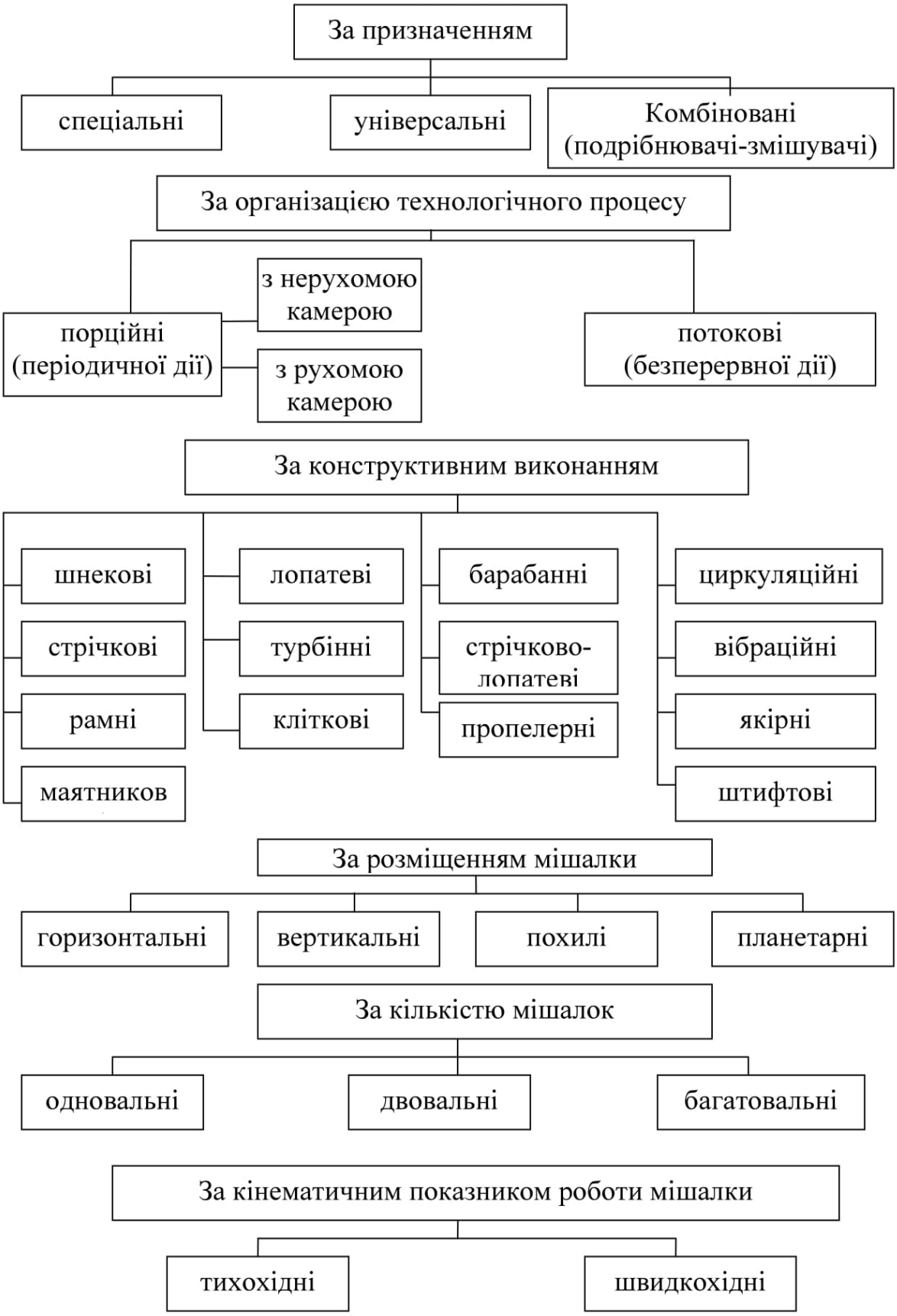

Рисунок 1.15 – Класифікація змішувачів кормів

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Відгодівля свиней являє собою джерело забезпечення населення такими важливими продуктами харчування, як масло і жири. Всі концентровані корми необхідні для відгодівлі свиней згодовують 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 2400 голів свиней з максимальною механізацією всіх процесів кормоприготування. 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. За даними дослідженнями обґрунтувати вибрану технологічну схему приготування кормів та схему кормоцеху для відгодівлі заданої кількості свиней.

Провести технологічні, кінематичні, енергетичні розрахунки окремих машин, кормоцеху. 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. Обґрунтування кількісних показників кормів та вибір машин

Розвиток тваринництва і птахівництва базується на використанні повноцінних кормів рослинного, тваринного і промислового походження. У більшості господарств використовують корми власного виробництва. Для цього вирощують зернофуражні культури, коренебульбоплоди, зелені корми, заготовляють сіно, сінаж, силос, використовують побічні продукти рослинництва – полову, солому, стебла кукурудзи, відходи громадського харчування та харчової промисловості – жом, мелясу, макуху та ін. Для підвищення ефективності використання цих кормів з них готують суміші, до складу яких вводять збалансовуючі за поживними речовинами білково-вітамінно-мінеральні добавки [2, 3].

Способи приготування кормів і сумішей визначають за прийнятою технологією їх приготуванням (розділ 1.2).

Добовий раціон споживання кормів приймаємо відповідно таблиці 1.1.

2.1.1. Розрахунок добової витрати кормів

Добову потребу $П_{Д.К_i}$, кожного виду корму визначаємо за формулою

$$П_{Д.К_i} = m_{T_i} \cdot q_{1i}, \qquad (2.1)$$

де m_{T_i} – кількість тварин кожного виду або групи, $m_{T_i} = 2400$ голів свиней;

q_{1i} – добова норма кожного виду корму на одну голову, к*г*/гол, (див. табл. 1.1).

Підставивши дані у формулу (2.1), потреба кормів кожного виду становить:

– зеленої маси

$$П_{Д.З} = 2400 \cdot 5 = 12000 \text{ кг};$$

– жому

$$П_{Д.Ж} = 2400 \cdot 3 = 7200 \text{ кг};$$

– коренебульбоплодів

$$П_{Д.К} = 2400 \cdot 3 = 7200 \text{ кг};$$

– концентрованих кормів

$$П_{Д.КК} = 2400 \cdot 1 = 2400 \text{ кг}.$$

2.1.2. Технологія обробки кормів та рекомендований комплект обладнання кормоцехів

Для забезпечення максимального використання поживних речовин кормів і кормових сумішей технологія їх приготування повинна відповідати таким вимогам [2, 3]:

1. Корми рослинного походження необхідно збирати в момент їх найбільшої врожайності і поживності (злакові − у фазі колосіння, бобові − у фазі бутонізації − початку цвітіння).

2. Коренеплоди необхідно мити і подрібнювати безпосередньо перед приготуванням кормових сумішей з тим, щоб не допустити їх окислення на повітрі і псування. Залишкове забруднення після миття не повинне перевищувати 2...3 % маси чистих кормів.

3. Соковиті корми і силос для свиней необхідно подрібнювати до пастоподібного стану або дрібної різки, в якій частинки до 10 мм повинні

становити не менше 70…75 %. Для ВРХ розмір частинок повинен становити 10...15 мм.

4. Картоплю необхідно мити, запарювати і розминати до стану пюре. Допускається подрібнення запареної картоплі до частинок розміром 10 мм не менше 70 % по масі. Максимальний розмір частинок не повинен перевищувати 20 мм. Температура запареної картоплі перед подачею на змішування не повинна перевищувати 35…40°С.

5. Грубі корми для ВРХ подрібнюють до частинок розміром 20...40 мм, вміст яких у масі повинен становити не менше 80 %. Допускається довжина різки до 50 мм, маса таких частинок не перевищує 20 %. При цьому грубі корми повинні бути розщеплені вздовж стебел і сплющені.

6. Зернові корми подрібнюють до таких розмірів: для свиней 0,5…1,0 мм (тонкий помел); для ВРХ − 1,0…1,8 мм (середній помел;, для коней і птиці − 1,8...2,6 мм (грубий помел).

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.

Для свиноферм ферм випускають комплекти обладнання кормоцехів для приготування кормових сумішей з використанням у них силосу, сінажу, соломи та інших кормів (табл. 1.3) [2, 3].

2.1.3. Розрахунок продуктивності лінії кормоцеху та вибір машин

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 визначаємо за формулою

$$Q_{Л.КК} = \frac{П_{КК}}{T_1 \cdot \tau_ч}, \qquad (2.2)$$

де $П_{КК}$ – кількість фуражного зерна, яка підлягає обробці,

$П_{КК} = 2400$ кг;

T_1 – перезарядка роздавача кормів $T_1 = 1$, год.;

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

Продуктивність лінії концентрованих кормів це

$$Q_{Л.КК} = \frac{2400}{1 \cdot 1} = 2400 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність технологічної лінії підготовки коренеплодів визначаємо за формулою

$$Q_{Л.К} = \frac{П_К}{T_К \cdot \tau_ч \cdot z_К}, \qquad (2.3)$$

де $П_К$ – кількість коренеплодів, $П_К = 7200$ кг;

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

$z_К$ – число даванок коренеплодів за добу, $z_К = 1$.

Тобто

$$Q_{Л.К} = \frac{7200}{1{,}1 \cdot 1 \cdot 1} = 6545 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність технологічної лінії подрібнення грубих кормів визначаємо за формулою

$$Q_{Л.ГК} = \frac{П_{ГК} \cdot K_{ГС}}{T_{ГК} \cdot \tau_{ч} \cdot z_{Г}}, \qquad (2.4)$$

де $П_{ГК}$ – кількість грубих кормів, $П_{ГК} = 12000$ 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, $T_{ГК} = 2$ год;

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

У числовому вигляді це

$$Q_{Л.ГК} = \frac{12000 \cdot 1}{2 \cdot 2 \cdot 1} = 3{,}0 \text{ кг/год.}$$

Продуктивність машин кормоцеху

$$Q_{ЛЗМ} = \frac{1}{t_{Ц.ЗМ} \cdot z_{ЗМ}} \sum_{i=1}^{n} M_i, \qquad (2.5)$$

де $\sum_{i=1}^{n} M_i$ – загальна вага кормосумішей, кг (2.2-2.5, 2.7);

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

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

Таким чином

$$\sum_{i=1}^{n} M_i = П_{Д.З.} + П_{Д.Ж} + П_{Д.К} + П_{Д.К.К.} = 12000 + 7200 + 7200 + 2400 = 28800\ кг,$$

$$Q_{ЛЗМ} = \frac{1}{1 \cdot 1} 28800 = 28800 \text{ кг/год.}$$

Відповідно вибраної технологічної схеми кормоцеху приймаємо та розраховуємо кількість вибраних машин

Робота кормоцеху повинна бути безперервною і готувати суміш в певний проміжок часу доби.

Обладнання кормоцеху вибирають відповідно до технологічної схеми приготування кормів.

Кількість машин вибраної марки в технологічній лінії кормоцеху визначаємо за формулою

$$n_M = \frac{Q_{Л.Р}}{Q_{Ф.М}}, \qquad (2.6)$$

де $Q_{Л.Р}$ − розрахункова продуктивність технологічної лінії, к*г*/год.;

$Q_{ФМ}$ − фактична продуктивність машини вибраної марки, к*г*/год,

$$(Q_{Л.КК}, Q_{Л.К}, Q_{Л.ГК}, \sum_{i=1}^{n} M_i).$$

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

$$n_{M1} = \frac{3{,}00}{5} = 0{,}6;$$

приймаємо $n_{M1} = 1$.

Для подрібнення концентрованих кормів приймаємо машину КДУ-2,0, $Q_{Ф.М} = 2$ т/год [2, 3]

$$n_{M2} = \frac{2,4}{2} = 1,2;$$

приймаємо $n_{M2} = 2$.

Для технологічної підготовки коренеплодів приймаємо машину ИКМ-5, $Q_{Ф.М} = 5$ т/год [2, 3]

$$n_{M3} = \frac{6,545}{5} = 1,31;$$

приймаємо $n_{M3} = 2$.

Для змішування кормів приймаємо машину ШВС-40М, $Q_{Ф.М} = 40$ т/год [2, 3]

$$n_{M4} = \frac{28,800}{40} = 0,72,$$

приймаємо $n_{M4} = 1$.

2.2. Кінематичні, силові та енергетичні розрахунки машин для подрібнення кормів для тварин

Об’єктом дослідження є методи подрібнення фуражного зерна.

При виробництві з зерна обойного борошна, подрібнення інгредієнтів комбікормів, розмелу крупів вільних від оболонок – в усіх цих процесах в

задачу розмелу входить тільки руйнування часток вихідного продукту до цілком відповідного ступеня дисперсності. Таке руйнування твердих тіл називається простим подрібненням. В даному випадку не ставиться задача руйнування матеріалу таким чином, щоб одні складові частини вихідних часток підлягали меншому подрібненню, а інші – більшому, як при виборчому подрібненні, які використовуються в сортових помелах зерна [2].

Для простого подрібнення використовують більш прості машини ударної дії, в яких частки, що подрібнюються, руйнуються під дією чистого удару (дискові подрібнювачі), або під дією удару, які супроводжуються стиранням (молоткові дробарки). В цих машинах швидкість робочих органів знаходиться в межах 40-200 м/с і більше, наприклад, згідно з зоотехнічними вимогами до підготовки зернового корму передбачають такі розміри здрібнення часток: для крупної рогатої худоби – не більше 3 мм, для свиней – до 1 мм, для птиці до 3 мм при сухому згодовуванні та до 1 мм, якщо згодовування виконують вологими мішанками.

Стандартом на комбікорм визначають три ступені розмелу, які характеризуються середніми розмірами часток (модуль): від 0,2 до 1 мм – дрібний розмел, від 1 до 1,8 мм – середній розмел та від 1,8 до 2,6 мм – крупний розмел.

Взагалі здрібненням називають процес розділення механічним шляхом твердого тіла на частки. В результаті здрібнення утворюється безліч дрібних часток у сукупності з дуже розвиненою поверхнею. Абсолютні розміри, або крупність часток здрібненого корму обумовленні зоотехнічними вимогами та виконують при оцінці якості продуктів здрібнення.

Для енергетичної оцінки процесів здрібнення необхідно мати ще й уявлення про глибину процесу диспергування (тонке здрібнення тонких тіл), тобто про ступінь здрібнення твердого тіла.

В загальному випадку енергомісткість технологічного процесу здрібнення залежить від приросту питомої площі поверхні ΔS матеріалу, тобто $\Delta S = S_k - S_n$. Із зменшенням розмірів часток питома площа поверхні

подрібнювального матеріалу збільшується, тому чисельно ступінь здрібнення дорівнює відношенню питомої площі поверхні усіх часток кінцевого продукту S_k до питомої площі поверхні кусків вихідного матеріалу S_n, тобто

$$\lambda_s = \frac{S_k}{S_n}. \tag{2.7}$$

Ступінь здрібнення сировини λ є співвідношення найбільшого розміру D сировини до середньо статистичного d

$$\lambda = \frac{D}{d}. \tag{2.8}$$

Сільськогосподрарські культури, фуражне зерно, характеризується різним спектром розмірів, тому приймають еквівалентний діаметр вхідного матеріалу D_e. Відповідно до еквівалентного діаметра, якщо важати вхідний матеріал сферичної форми, то його об'єм складає

$$V_з = \frac{\pi D_e^{\ 3}}{6}, \tag{2.9}$$

звідки еквівалентний діаметр зернини, визначаємо за формулою

$$D_e = \sqrt[3]{\frac{6V_з}{\pi}} = 1{,}24 \cdot \sqrt[3]{V_з}. \tag{2.10}$$

Для встановлення здрібненості фуражного зерна на дробарках з молотковим робочим органом використовують решето.

2.2.1. Розрахунок вальцевих дробарок

До початку процесу руйнування зерно діаметром d торкається валків у двох точках із силою P (рис. 2.1). Вертикальні складові цих сил $2P\sin\frac{\alpha}{2}$ прагнуть виштовхнути частку з сферичного клину, який утворений циліндричними поверхнями вальців. Вертикальні складові сил тертя визначаємо за формулою [5]

$$P_T = 2 \cdot f \cdot P\cos\frac{\alpha}{2}, \tag{2.11}$$

де f – коефіцієнт тертя між зерниною і валком, f =0,2.

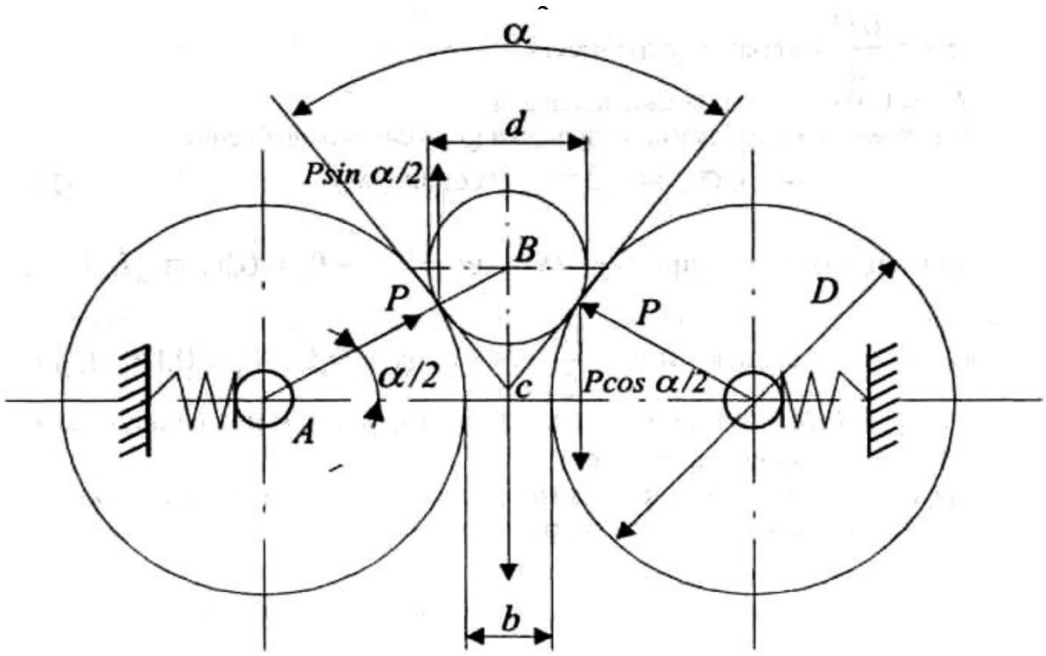

Рисунок 2.1 − Схематизація роботи вальцевої дробарки

Вертикальні складові сил тертя намагаються затягнути зернину в зазор між валками. Рівняння рівноваги сил, які діють на зернину в момент початку її контакту з поверхнею вальців:

$$2 \cdot P\sin\frac{\alpha}{2} = 2 \cdot f \cdot P\cos\frac{\alpha}{2}. \tag{2.12}$$

Очевидно, щоб частина була затягнута вальцями, необхідно щоб виконувалася умова

$$2 \cdot P \sin\frac{\alpha}{2} < 2 \cdot f \cdot P \cos\frac{\alpha}{2}, \tag{2.13}$$

Звідки

$$\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}} < f, \text{ або } tg\frac{\alpha}{2} < tg\varphi. \tag{2.14}$$

Умовою захвату зернини у вальцевій дробарці характеризує кут захоплення, для якого повинна виконуватися умова $\alpha < 2\varphi$.

Діаметр валків визначають з геометричних міркувань. Приймаючи, що діаметр *d* початкового розміру зернини відомий, а ширина щілини між валками *b* відповідає розміру подрібненого матеріалу, то отримаємо

$$D_{\min} = \frac{d\cos\varphi - b}{1 - \cos\varphi}, \tag{2.15}$$

де φ − кут тертя, $\varphi = arctgf = arctg\,0{,}2 = 12^o$.

Для згодовування свиней для ефективнішого використання корму фуражне зерно необхідно подрібнювати до *b*=1 мм, тоді для ячменю *d*=4,2 мм [5]. Тобто

$$D_{\min} = \frac{4{,}2 \cdot \cos 12^o - 1}{1 - \cos 12^o} = 141 \text{ мм},$$

приймаємо $D_{\min} = 150$ мм.

Довжина валків $L = 2D_{\min} = 2 \cdot 150 = 300$ мм.

Зусилля подрібнення, що діє на валки [4], визначаємо за формулою

$$P = L_p \cdot l \cdot \sigma_{cm}, \tag{2.16}$$

де L_p − робоча довжина валка;

l − довжина дуги контакту;

σ_{cm} − границя міцності зерна на стиск, для ячменю $\sigma_{cm} = 5{,}5$ МПа [2, 3].

Робочу довжину валка довжину дуги контакту визначаємо за формулами:

$$L_p = 0{,}9 \cdot L; \tag{2.17}$$

$$l = \frac{\alpha \cdot D_{\min}}{4}, \tag{2.18}$$

де α − кут контакту, $\alpha = 24^o = 0{,}419$ рад.

Підставивши дані, одержимо:

$$l = \frac{0{,}419 \cdot 0{,}15}{4} = 0{,}0157 \text{ м}.$$

$$L_p = 0{,}9 \cdot 300 = 270 \text{ мм};$$

$$P = 0{,}27 \cdot 0{,}0157 \cdot 5{,}5 \cdot 10^6 = 23{,}3 \cdot 10^3 \ H = 23{,}3 \ кН \ .$$

Визначаємо мінімальний діаметр валка з умови жорсткості вала на якому він кріпиться [4]

$$D_{\min 1} = l_1 \sqrt[4]{\frac{5q}{6\pi \cdot y_{\max} \cdot E}}, \tag{2.19}$$

де l_1 − відстань між опорами вала, $l_1 = L + 0{,}1 = 0{,}3 + 0{,}1 = 0{,}4$ м;

q − питоме зусилля на валок від розмелу зерна, $q = \dfrac{P}{L_p} = \dfrac{23{,}3}{0{,}27} = 86{,}3$ кН/м;

E − модуль пружності матеріалу валка, для чавуну $E = 1{,}2 \cdot 10^{11}$ Па;

$y_{\max}$ − максимально допустимий прогин валка, $y_{\max} = b = 1$ мм.

Тобто

$$D_{\min 1} = 0{,}4 \cdot \sqrt[4]{\frac{5 \cdot 86{,}3 \cdot 10^3}{6\pi \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}2 \cdot 10^{11}}} = 0{,}45 \text{ м=450 мм.}$$

Для забезпечення умови жорсткості діаметр валка повинен бути більшим за $D_{\min 1} = 450$ мм.

Геометрія вальців, а також підшипників та опор для них повинні відповідати жорстким нормам міцності, інакше навіть невеликі коливання величини зазору між вальцями приводять до дуже відчутних змін якості здрібнення, тиску на вальці та витрат енергії на здрібнення.

Частота обертання вальців обмежена умовою відкидання зерна під дією відцентрових сил [4] визначаємо за формулою

$$n_{\max} \le 616 \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho \cdot d \cdot D_{\min}}}, \qquad (2.20)$$

де ρ − густина матеріалу, для ячменю $\rho = 1{,}3 \cdot 10^3$ кг/м^3.

У числовому вигляді це

$$n_{\max} \le 616 \cdot \sqrt{\frac{0{,}2}{1300 \cdot 4{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}15}} = 304 \text{ об/хв.}$$

Теоретичну продуктивність однієї пари вальців визначаємо з врахуванням того, що через робочий зазор в одиницю часу проходить кількість зерна, яка дорівнює секундній продуктивності [5]

$$Q_B = b \cdot L \cdot v_{сер} \cdot \rho \cdot \psi, \tag{2.21}$$

де $v_{сер}$ – середня швидкість в зоні контакту вальців;

ψ – коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення зерном зони подрібнення,

ψ =0,1.

Визначаємо середню швидкість в зоні контакту вальців для прорахованої продуктивності дробарок $Q_B = Q_{КК} = 2400$ кг/год=0,667 кг/с, а також частоту обертання вальців за формулами:

$$v_{сер} = \frac{Q_{КК}}{b \cdot L \cdot \rho \cdot \psi} \tag{2.22}$$

$$n_p = \frac{60 \cdot v_{сер}}{\pi \cdot D_{\min}} \tag{2.23}$$

Підставивши дані, одержимо

$$v_{сер} = \frac{0,667}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,27 \cdot 1300 \cdot 0,1} = 15,8 \text{ м/с};$$

$$n_p = \frac{60 \cdot 15,8}{\pi \cdot 0,15} = 2012 \text{ об/хв.}$$

що значно перевищує допустиме значення розрахункової частоти обертання, $n_{\max} = 304$ об/хв.

Аналізуючи отримані результати приходимо до висновку, що вальцева дробарка незможе обробити задану кількість фуражного зерна при продуктивності $Q_{KK} = 2400$ кг/год за кінематичними та силовими параметрами:

$$n_p = 2012 \text{ об/хв} > n_{\max} = 304 \text{ об/хв};$$

$$D_{\min} = 141 \text{ мм} < D_{\min 1} = 420 \text{ мм}.$$

2.2.2. Розрахунок молоткових дробарок

У кормоцехах обов'язково установлюють машини, які подрібнюють фуражне зерно. Подрібнення фуражного зерна з певною стелінню здрібнення залежить від їх фізичних та механічних властивостей а також геометричних розмірів. Ці фактори впливають на підбір машин за потужністю.

Види здрібнення фуражного зерна, а саме стирання, розбивання впливають на енергозатрати машини. Найбільш ефективним методом здрібнення є руйнування фуражного зерна методом сколювання (розбивання).

У молоткових дробарках роторного типу, подрібнення фуражного зерна відбувається за рахунок кінетичної енергії молотків дробарки, яка руйнує матеріал зерна. Таким чином відбувається закон збереження енергії. Подрібнене зерно просівається через сита, які встановленні по периметру камери подрібнення. Зернини більшого розміру повертаються назад до камери з меншою лінійною швидкістю. Далі відбувається аналогічний процес подрібнення зерна до тих пір поки їх максимальний розмір не стане меншим за розмір отвору сита [2, 3].

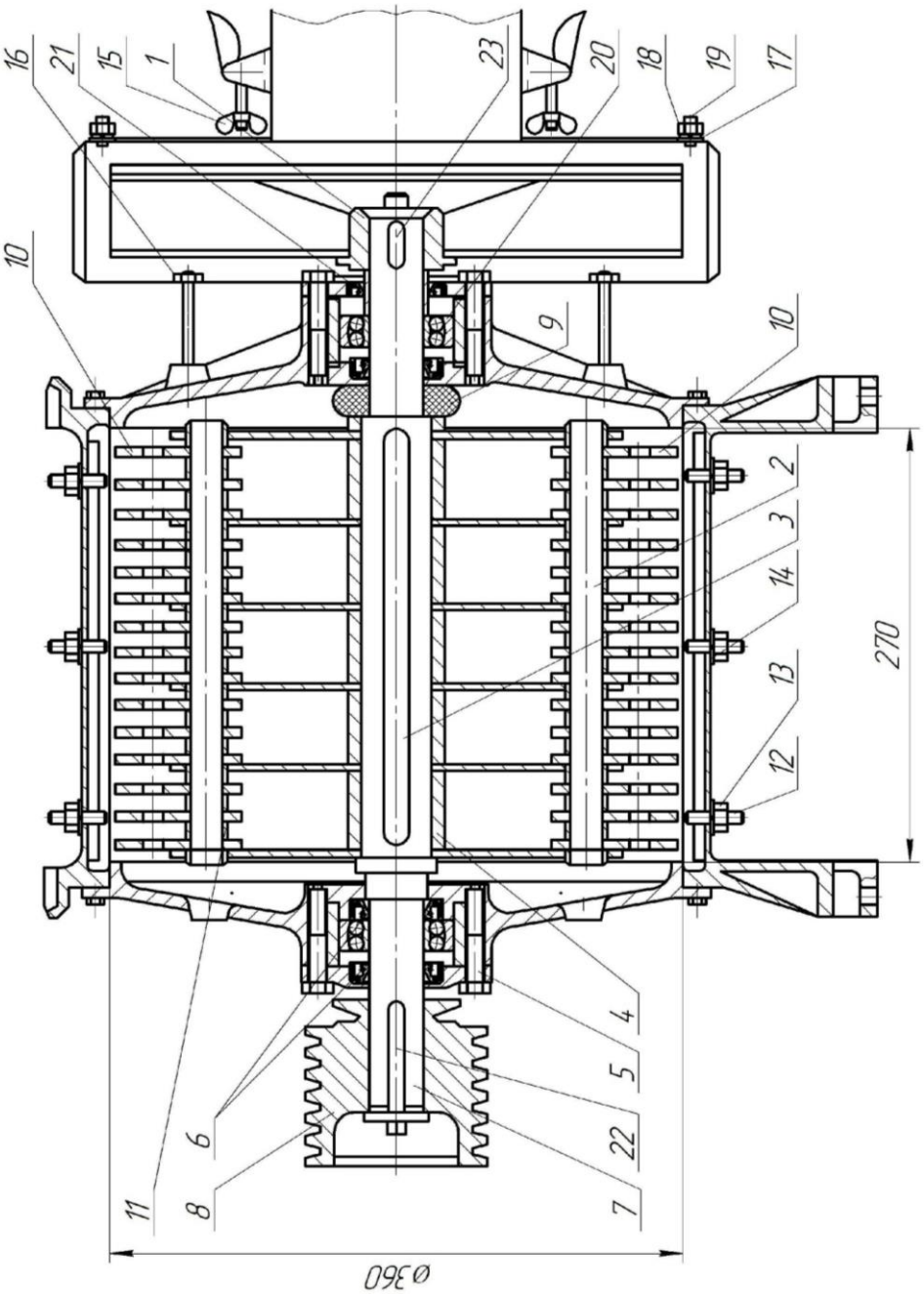

Рисунок 2.2 – Подрібнювальний апарат кормодробарки:

1 – вентилятор; 2 – шворень; 3, 22, 23 – з’єднуючі деталі; 4 – обойма; 5 – болт; 6 – манжетні ущільнення; 7 – вал; 8 – шків; 9 – прокладка; 10 – молотки; 11 – диск; 12 – шпилька; 13 – гайка; 14 – шайба; 15 – кріпильний гвинт; 16 – болт; 17 – шайба; 18 – гайка; 19 – гвинт; 20 – підшипник; 21 – манжетне ущільнення.

Для здрібнення використовують тонкі моло тки, товщиною 2…3 мм. В залежності від матеріалу (вони виготовляються з марганцевої сталі марки 65 Г)

та термообробки молотки служать від 72 до 280 годин роботи. Тому виготовляють їх таким чином, щоб можна було використати чотири робочих боки молотка (рис. 2.3) при їх відповідній перестановці на шарнірі.

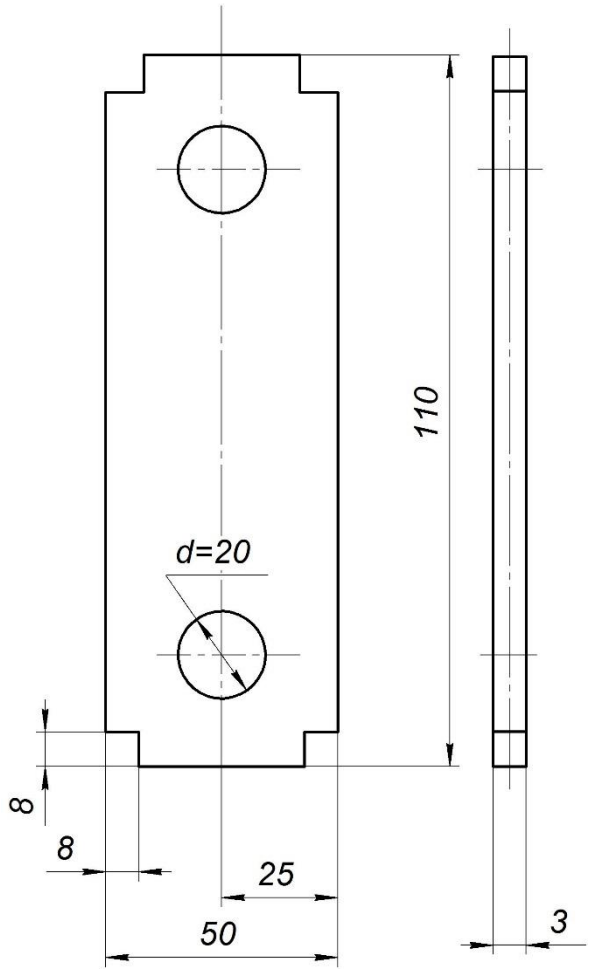

Рисунок 2.3− Молотки дробарки КДУ-2

Продуктивність молоткових дробарок залежить від їх геометричних розмірів, а саме діаметра камери подрібнення, кількості молотків фізичних та механічних властивосте фуражного зерна, максимального розміру подрібнених частинок.

Якість та ефективність подрібнення залежить від швидкості молотків. Тому, розробка чи удосконалення машин для подрібнення зерна включає технологічний, конструктивний, силовий та енергетичний розрахунки.

Діаметр ротора барабана молоткової дробарки, визначаємо за формулою

$$D_P = \sqrt{\frac{K_{ПР} \cdot Q_{ЛККС}}{g'}}, \qquad (2.24)$$

де $K_{ПР}$ – коефіцієнт, $K_{ПР} = \frac{D_P}{L_P}$ (тут D_P і L_P –

геометричні характеристики ротора). Для дробарок молоткового типу рекомендують приймати $K_{ПР} = 1{,}33$;

g' – питоме навантаження дробарки, $g' = 4{,}5$ кг/(м)² с.

$Q_{ЛККС}$ – продуктивність дробарки, кг/с.

Продуктивність дробарки визначаємо за формулою

$$Q_{ЛККС} = \frac{Q_{ЛКК}}{3600}, \qquad (2.25)$$

тобто

$$Q_{ЛККС} = \frac{2400}{3600} = 0{,}667 \text{ кг/с};$$

$$D_P = \sqrt{\frac{1{,}33 \cdot 0{,}667}{4{,}5}} = 0{,}351.$$

Приймаємо D_P =360 мм.

Довжину ротора барабана, визначаємо за формулою

$$L_P = \frac{D_P}{K_{ПР}}. \qquad (2.26)$$

У числовому вигляді це

$$L_P = \frac{360}{1{,}33} = 270 \text{ мм.}$$

Визначення параметрів молотків та їх кількості виконують користуючись такими міркуваннями.

При виконанні технологічного процесу дробарками молоткового типу необхідно уникати динамічних навантажень, а саме, коливань, які виникають за рахунок незбалансованості рухомих деталей машин, що призводять до небажаних динамічних навантажень на кріплення корпусу дробарки до фундаменту та зайвих шумових ефектів.

Робочі органи дробарки, молотки повинні виконувати умову [4]

$$\rho_M^2 = c \cdot l, \tag{2.27}$$

де ρ_M − інерційний радіус робочого органу, м;

c − довжина від осі обертання до координати центра ваги робочого органу, м;

l − довжина від обертової осі до кінцевої точки робочого органа, м.

За умови забезпечення стабільності роботи робочого органу дробарки визначаємо довжину молотка (рис. 2.4) і радіус його установки $R_П$.

Радіус підвісу молотка визначаємо за формулою

$$R_П = 0{,}346\, D_P. \tag{2.28}$$

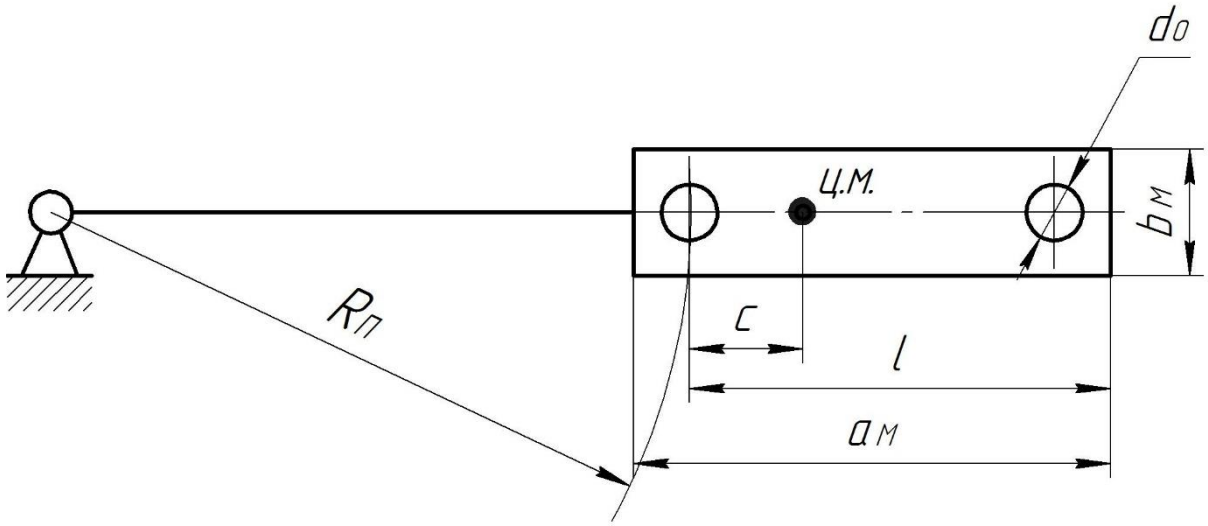

Рисунок 2.4 – Схематизація робочого органу дробарки

Тобто

$$R_{\Pi} = 0{,}346 \cdot 360 = 125 \text{ мм.}$$

Геометричний параметр робочого органу дробарки визначають за формулою

$$l = 0{,}2\, D_P. \tag{2.29}$$

Довжину та ширину молотка визначають за формулами:

$$a_M \approx 1{,}5\, l; \tag{2.30}$$

$$b_M \approx 0{,}4...0{,}5\, a_M. \tag{2.31}$$

Підставивши дані, одержимо:

$$l = 0{,}2 \cdot 360 = 72 \text{ мм;}$$

$$a_M \approx 1{,}5 \cdot 72 = 108 \text{ мм;}$$

$$b_M \approx 0{,}45 \cdot 110 = 50 \text{ мм.}$$

Приймаємо $a_M = 110$мм.

Згідно прийнятої конструкції молоткової дробарки, параметр c (див. рис. 2.4) визначаємо за формулою

$$c = -\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} + B}, \tag{2.32}$$

де A і B – емпіричні залежності.

Залежності визначаємо за формулами:

$$A = \frac{a_M^2 \cdot b_M}{\pi \cdot d_O^2} - \frac{a_M}{2}; \tag{2.33}$$

$$B = \frac{a_M \cdot b_M \left(a_M^2 + b_M^2\right)}{b\pi \cdot d_O^2} + \frac{d_O^2}{8}. \tag{2.34}$$

де d_O − діаметр отвору під палець, $d_O = 0{,}02$ м.

Підставивши дані, одержимо:

$$A = \frac{110^2 \cdot 50}{\pi \cdot 20^2} - \frac{110}{2} = 427 \text{ мм};$$

$$B = \frac{110 \cdot 50\left(110^2 + 50^2\right)}{50\pi \cdot 20^2} + \frac{20^2}{8} = 25620 \text{ мм}^2;$$

$$c = -\frac{427}{2} + \sqrt{\frac{427^2}{4} + 25620} = 55{,}5 \text{ мм}.$$

Кількість молотків, визначаємо за формулою

$$Z_M = \frac{L_p - \Delta L}{\delta_M} \cdot K_Z, \qquad (2.35)$$

де ΔL – загальна товщина поперечин в які входять робочі органи дробарки $\Delta L = 0{,}225$ м;

K_Z – число робочих органів, які знаходяться на одній траєкторії, $K_Z = 4$;

δ_M – товщина молотків, $\delta_M = 0{,}003$ м.

Тобто

$$Z_M = \frac{270 - 225}{3} \cdot 4 = 60.$$

При конструюванні машин для подрібнення фуражного зерна необхідно домагатися, щоб траєкторіями руху робочих органів був охоплений весь простір камери здрібнення і також виконувалась умова динамічної рівноваги.

Кінематичний параметр руху робочого органу повинен задовольняти умову руйнування зернини [2, 3]

$$V_{руйн} = \sqrt{\frac{1}{\rho_З} \cdot K_Д \cdot \sigma_{ВСТ} \cdot \ln \frac{a_З}{x_1}} \qquad (2.36)$$

де $K_Д$ – динамічний коефіцієнт, $K_Д \approx 1{,}4...2{,}0$, приймаємо $K_Д = 1{,}7$;

$\sigma_{ВСТ}$ – межа руйнування матеріалу фуражного зерна $\sigma_{ВСТ} = 5{,}50$ МПа (ячмінь);

$a_З$ – довжина зернини, $a_З = 9$ мм;

x_1 – довжина подрібненого матеріалу зерна після удару, $x_1 = 1{,}8$ мм;

$\rho_З$ – густина подрібнюваного матеріалу, $\rho_З = 1300$ кг/м³.

Тобто

$$V_{руйн} = \sqrt{\frac{1}{1300} \cdot 1{,}7 \cdot 5{,}5 \cdot 10^6 \cdot \ln \frac{9}{1{,}8}} = 84{,}8 \text{ м/с.}$$

Кінематичний параметр при якому руйнується матеріал подрібнення під час перебування у камері, м/с, визначають за формулою:

$$V'_{руйн} = \sqrt{K_З \ (0{,}81 + 2{,}3 \lg \lambda)}, \qquad (2.37)$$

де $K_З$ − характеристика матеріалу здрібнення;

λ − ступінь подрібнення зерна, λ=3,88 (ячмінь).

Характеристики матеріалу здрібнення визначаємо за формулою

$$K_З = \frac{K_Д \cdot \sigma_{ВСТ}}{\rho_З}. \qquad (2.38)$$

Підставивши дані, одержимо:

$$K_З = \frac{1{,}7 \cdot 5{,}5 \cdot 10^6}{1300} = 7{,}19 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{с}^2;$$

$$V'_{руйн} = \sqrt{7{,}19 \cdot 10^3 \ (0{,}81 + 2{,}3 \lg 3{,}78)} = 40{,}0 \text{ м/с.}$$

Як показують експериментальні дослідження для забезпечення стабільного подрібнення фуражного зерна швидкість робочого органу необхідно збільшити півтора, два рази від розрахункової.

Для того, щоб забезпечити необхідну здрібненість фуражного зерна необхідно забезпечити оптимальну кількість ударів робочого органу по зернині, які визначаємо за формулою

$$z_{уд} = \lambda(\lambda - 0{,}445). \tag{2.39}$$

Тобто

$$z_{уд} = 3{,}78(3{,}78 - 0{,}445) = 12{,}6.$$

Необхідні кутові кінематичні параметри робочого органу дробарки визначаємо за формулами, $V_M = V'_{руйн} = 40$ м/с:

$$n_P = \frac{V_M}{\pi \cdot D_P}; \tag{2.40}$$

$$\omega_P = \frac{\pi \cdot n_P}{30}. \tag{2.41}$$

Підставивши дані, одержимо

$$n_P = \frac{40}{\pi \cdot 0{,}36} = 35{,}4 \text{ об/с=2123 об/хв;}$$

$$\omega_P = \frac{\pi \cdot 2123}{30} = 222 \text{ с}^{-1}.$$

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Обґрунтування необхідності вдосконалення процесу приготування концентрованих кормів

Машини та обладнання, що входять до складу кормоцеху, не повинні негативно вплинути на фізіологічний стан тварин, знижувати їх продуктивність, повинні бути безпечними в роботі, не повинні створювати сильні шуми, засмічувати приміщення небезпечними газами, маслом, робочі органи машин повинні легко піддаватися очищенню та дезінфекції , повинні бути безпечними [6].

Лінія приготування кормів повинна розміщуватися в кормовому цеху і включати в себе механізми дроблення грубих кормів, зерна, мінеральних добавок, мийки та подрібнення коренеплодів, дозування, змішування, забезпечення відділення з приготування кормів теплою водою.

Технологічною схемою кормоприготування повинна забезпечуватися безперебійність надходження вихідних матеріалів на переробку без додаткових затрат ручної праці. Після кожного циклу приготування і роздачі кормів необхідно проводити промивання машин і обладнання кормоцеху.

При згодівлі сільськогосподарських тварин використання спресованого (сплющеного) фуражного зерна можливе замість сухих концентрованих кормів. Для кращого проникнення в середину зерна перетравлюваних соків тварин досить порушити його зовнішню оболонку і створити внутрішні тріщини. Використання великих частинок у вигляді пластівців в раціонах жуйних тварин стимулює нормальну мускулатуру рубця органу травлення, в той час, коли дуже тонкий помел призводить до небажаних утворень у вигляді закупорок. Дана обставина важлива для відгодівлі молодих сільськогосподарських тварин.

Технології зберігання валового зерна з наступним плющенням дозволяє не допускати втрат врожаю, збір якого проходить при несприятливих погодних умовах, що запобігає його втраті.

Технологія переробки зерна з плющенням показує, що вона має помітну перевагу перед звичайним дробленням і дозволяє отримувати найбільший вихід продукції на одиницю витраченого корму.

Аналіз способів обробки зерна показує, що для отримання максимального ефекту в технологічній лінії приготування концентрованих кормів повинна використовуватися зернова плющилка.

Плющення зерна широко використовується при відгодівлі сільськогосподарських тварин на фермах високорозвинених країн світу, а саме: США, Німеччини, Нової Зеландії і т.д.

Широкому розвитку плющильні машини зобов'язані незначними енергозатратами. На користь використання плющилок свідчить також їх висока довговічність.

Тип приводу плющильних машин із розвитком сільськогосподарської техніки удосконалювався від насосового, що працює за допомогою передачі потужності від тракторів до електродвигунів. Живлення плющильних вальців в більшості конструкцій відбувається з зернового бункера самопливом.

Основним робочим органом існуючих моделей плющилок є пара вальців з різностороннім обертанням.

Зернові плющилки використовуються для приготування пластівців при вологості зерна більше 20%. Якщо вологість становить 14 - 15%, то плющилки працюють як вальцеві лінії, даючи необхідний продукт зі складом дрібних частинок. Матеріалом для вітчизняних і зарубіжних вальців плющилок є чавун. Деякі плющилки мають спеціальні сталеві вальці з поверхневою термообробкою. Сталеві вальці легші і довговічніші за чавун, однак, вартість їх в 2,5 рази більша від чавунних.

Схематизація процесу плющення зерна показана на рисунку 3.1.

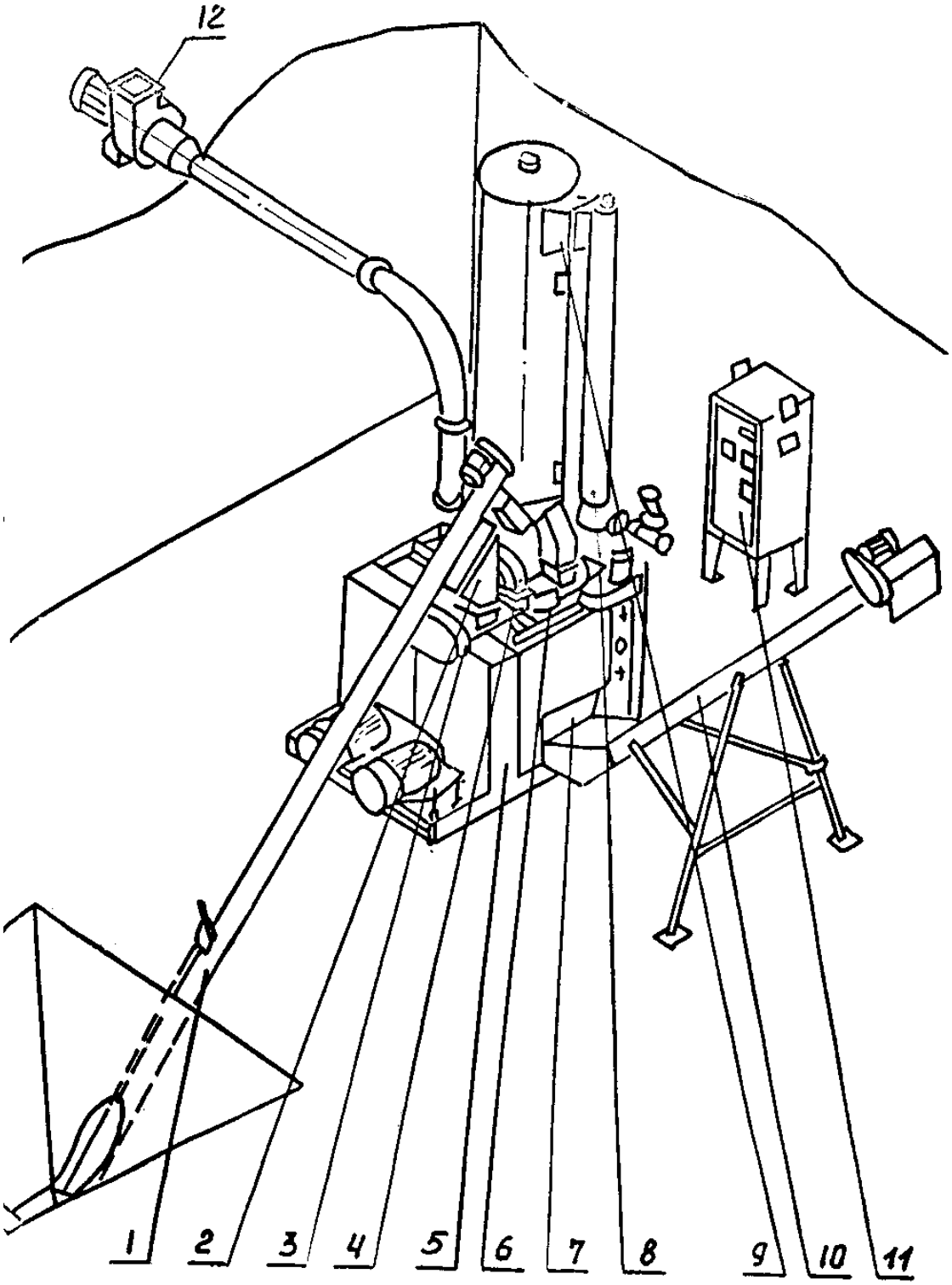

Рисунок. 3.1 – Схематизація процесу плющення зерна: 1 – навантажувальний конвеєр; 2 – магнітний сепаратор; 3 – горизонтальний конвеєр; 4 – система вентиляції; 5 – плющилка; 6 – дозатор; 7 – перехідник;

8 – вертикальний конвеєр; 9 – пропарювач; 10 – розвантажувальний конвеєр; 11 – шафа управління; 12 – вентилятор.

Агрегат для плющення зерна складається з плющилки, пропарювача, шнеків, системи вентиляції, пульта управління (див. рис. 3.1).

Зерно з вантажної ями завантажувальним шнеком подається в горизонтальний, а потім в вертикальний шнек.

У вертикальному шнеку зерно проходить початкове нагрівання і зволоження. Кінцева волого-теплова обробка зерна завершується в колонці пропарювача. Заповнення пропарювача регулюється датчиком рівня. Пропарене зерно дозатором роторного типу подається на вальці плющилки, де воно перетворюється в пластівці. Потім пластівці розвантажувальним шнеком прямують в транспортний засіб. Управління ведеться з пульта управління.

Машини плющення фуражного зерна використовуються в кормоцехах для приготування корму для тварин.

Машини даного типу необхідно експлуатувати у закритих приміщеннях при плюсових температурах. В таких цехах приготування кормів із використанням плющильної машини необхідно передбачити механізми для пропарювання сухого зерна.

Основні технічні характеристики агрегату представлена: тип – стаціонарний; продуктивність 3 – 5 т / год; мінімальна товщина пластівців 0,5 мм; тип плющильного апарату – вальцьової; діаметр вальців 450 мм; частота обертання вальців 360 об / хв; тиск пари 50 - 70 кПа; витрати пари 300 кг / год; встановлена потужність 38,65 кВт; маса 3850 кг; габаритні розміри 6900х5500х6560 мм.

3.2 Технологічний процес вдосконаленої машини

Для покращення конструкції плющи лики вдосконалюємо технологічний процес машини. Технологічна схема робота вдосконаленої плющильної машини показана на рис.3.2.

Рисунок 3.2 – Технологічні операції вдосконаленої плющильної машини

Для забору матеріалів (рис. 3.3) використовують ємність – 1 зі шнеками –2,3 і 4, які завантажують очищають дозують матеріал на сепаруючий пристрій.

У машині передбачені сита – 5, які пропускають фуражне зерно і на яких затримується великі включення, такі як каміння та інші тверді матеріали, періодично їх необхідно прочищати.

Металеві включення відловлюються за допомогою магнітів – 6. Під час зупинки машини магніти слід очищати від металічних включень.

Шнековий конвеєр подачі фуражного зерна – 4 подає матеріал у камеру пропарювання – 7.

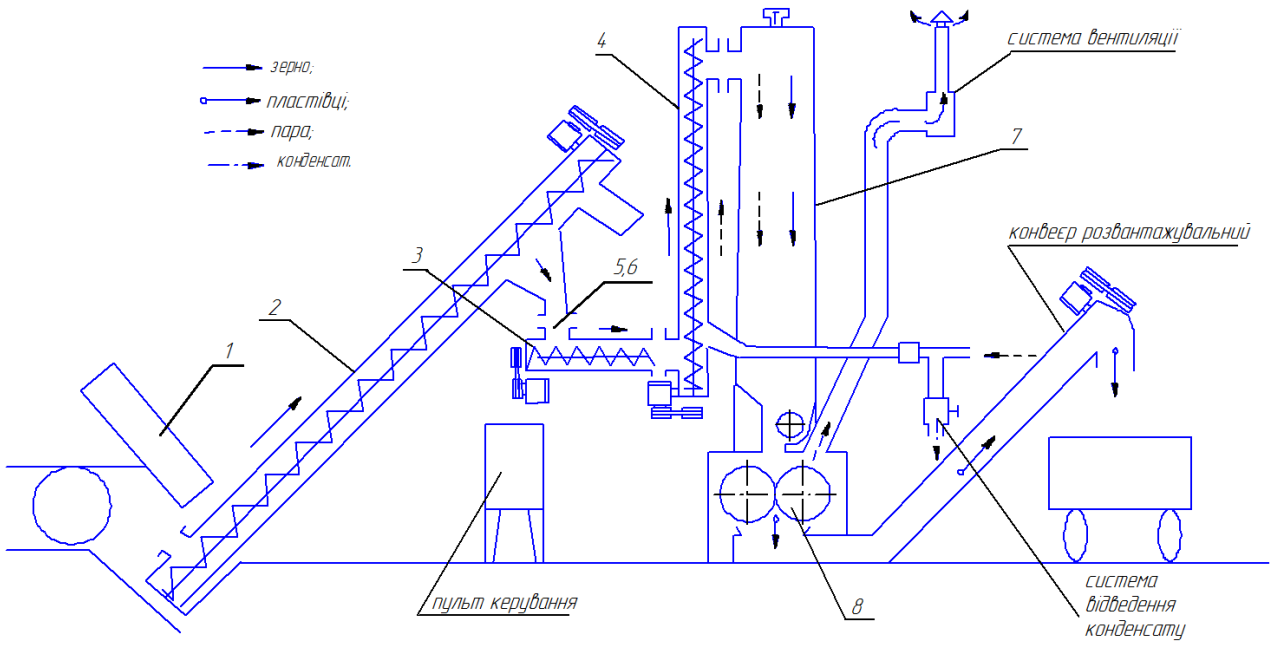

Рисунок 3.3 – Технологічна схема машини для плющення зерна

Пароутворення яке використовується у технологічному процесі зволоження сухого фуражного зерна проводиться в додатковому механізмі – котлі пароутворювачі. За допомогою відповідної арматури (заслінка, манометр, паропроводи, запобіжний клапан, термометри) підтримується необхідний режим тиску та температури для оптимального зволоження фуражного зерна передбачений технологічним процесом.

Машина плющення фуражного матеріалу оснащена механізмами його транспортування (шнеки, скребкові та пластинчасті конвеєри), механізмами контролю тиску та температури. Також відбувається необхідна вентиляція камер обробки фуражного зерна.

При темперувані відбувається зволоження сухого зерна, що зменшує границі міцності його руйнування.

В машині плющення фуражного зерна для забезпечення рівномірності його подачі використовують регульований дозуючий пристрій.

Механічне руйнування фуражного зерна відбувається в зоні контакту валків – 8, зазор між якими регулюється механічними пристроями для конкретної товщини виходу обробленого зернового матеріалу.

Загальний вигляд пропарювача зерна показаний на рис. 3.4.

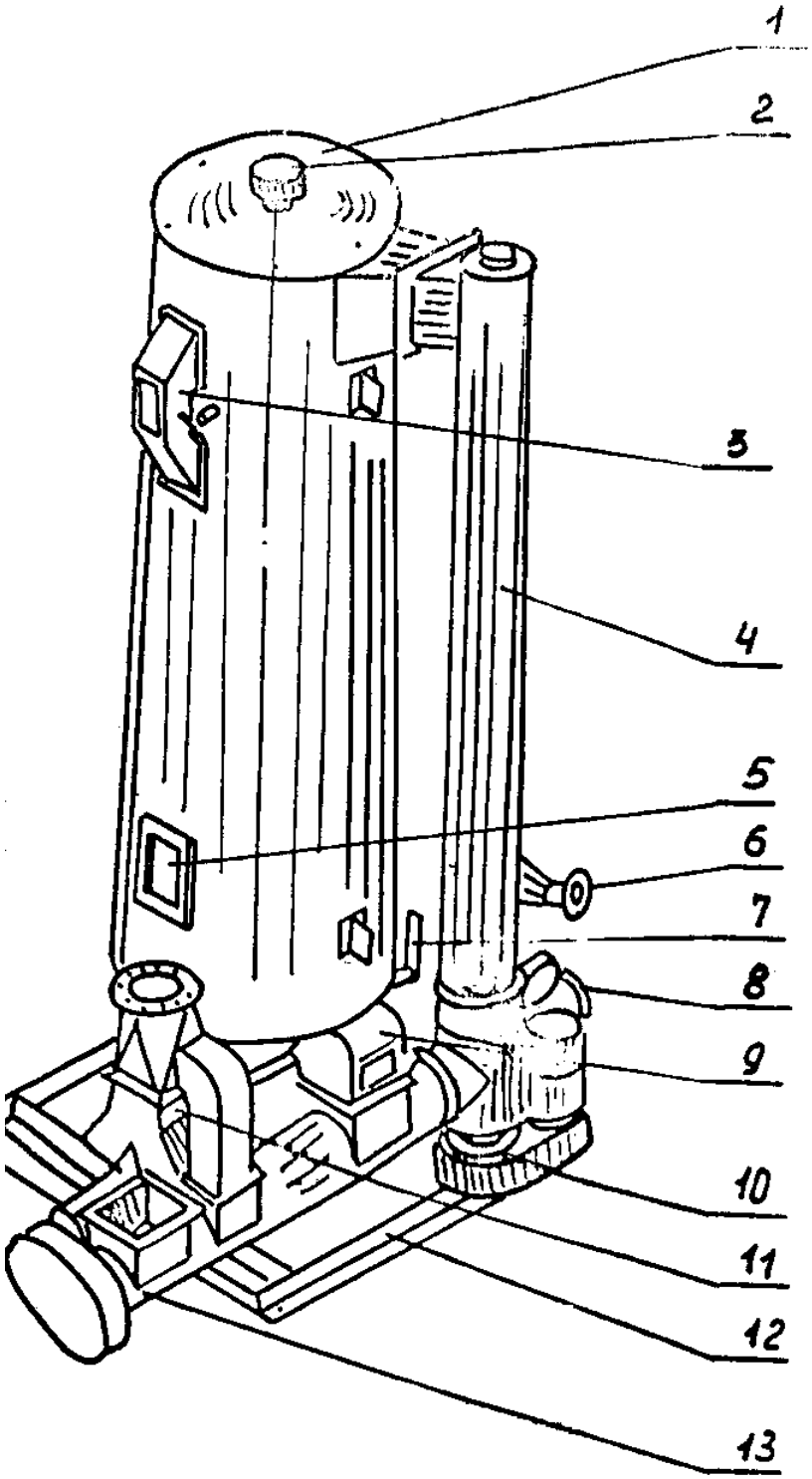

Рисунок. 3.4 – Пропарювач зерна: 1 – корпус; 2 – запобіжний клапан; 3 – датчик рівня; 4 – вертикальний конвеєр; 5 – вікно; 6 – сопла; 7 – термометр; 8 – манометр; 9 – рециркуляційний патрубок; 10 – заслінка; 11 – вентиляційний розтруб; 12 – обв'язка. 13 – горизонтальний конвеєр.

У випадках попадання металічних або кам’яних включень на вали плющильної машин, передбачено автоматичний механічний процес збільшення зазору між ними для вільного проходження твердого матеріалу. Таким чином, запобігається руйнування дорого вартісних валів.

Після перетворення фуражного зерна у пластівці під валами знаходиться бункер для їх накопичення і подальшого транспортування на відвантаження. Технологічним процесом експлуатації машини передбачено регулярні очищення робочих органів (валів) від налипання фуражного зерна.

За допомогою похилого скребкового конвеєра готова продукція відвантажується до кормоцеху.

3.3 Технологічні, енергетичні і розрахунки на міцність

Вихідними даними для виконання розрахунків є продуктивність Q=3 т/год, кінцева товщина пластівців t =1 мм, а також вид матеріалу, що переробляється і його якість: вологість $W = 23\%$; абсолютна маса 1000 зерен $A = 40$ г; коефіцієнт тертя зерна по вальцевого поверхонь $f = 0{,}2$.

Для розрахунку приймаємо емпіричні рівні показників зернових плющилок з гладкою поверхнею вальців при однаковій їх швидкості.

Розрахунок необхідних параметрів машини для плющення зерна проводимо в наступній послідовності. Ступінь плющення пластівців визначається відношенням вихідних розмірів зерна у напрямку плющення до кінцевої товщині пластівців [7]:

$$E = \frac{1}{t} \cdot \sum_i b_i \cdot p_i \,, \qquad (3.1)$$

де t_i – математичне очікування і-го розміру зерен,приймаємо t_i = 0,67;

p_i – ймовірність попадання зерна на вальці при цьому положенні: по товщині 77%, по ширині 23%, по довжині - 0%;

b_i – геометричний розмір зерна; розмір зерна: l = 4 мм; s = 3 мм; a = 2 мм.

$$E = \frac{1}{0{,}67} \cdot (3 \cdot 0{,}23 + 2 \cdot 0{,}77) = 3{,}33.$$

Зазор між робочими поверхнями вальців при заданої вологості і ступеня плющення визначають для фуражної пшениці з наступного емпіричного рівняння, отриманого за методом екстремального експерименту [7, 8]:

$$\delta = 0{,}251 - 0{,}237 \cdot W + 0{,}862 \cdot E + 0{,}426 \cdot W^2 + 0{,}289 \cdot W \cdot E - 0{,}254 \cdot E^2, \tag{3.2}$$

де W – вологість W = 0,23;

$$\delta = 0{,}251 - 0{,}237 \cdot 0{,}23 + 0{,}862 \cdot 3{,}33 + 0{,}426 \cdot 0{,}23^2 + 0{,}289 \cdot 0{,}23 \cdot 3{,}33 -$$
$$- 0{,}254 \cdot 3{,}33^2 = 0{,}49 \text{ мм}$$

Мінімальний діаметр вальців, які забезпечують затягування зерна в плющилку, залежить від вихідного наведеного розміру зерна d, коефіцієнта тертя зерна по поверхні вальців f і зазору δ. Залежно від відношення діаметрів плющильного вальця і типу приводу, мінімальний діаметр визначаємо за формулою:

$$D_{\min} = \frac{d \cdot \cos\varphi - \delta}{1 - \cos\varphi}, \tag{3.3}$$

де d – діаметр зерна, d = 3,16 мм [5];

φ – кут тертя зерна, $\varphi = arctg(f) = arctg 0{,}2 = 11{,}8°$.

$$D_{\min} = \frac{3{,}16 \cdot \cos 11{,}8 - 0{,}49}{1 - \cos 11{,}8} = 134{,}33 \text{ мм.}$$

Виходячи з того, що проектована плющилка зерна може застосовуватися для плющення різних фуражних культур (в тому числі кукурудзи), для яких діаметр зернин інший також з урахуванням стандартних розмірів вальців і коефіцієнта технологічної надійності, приймаємо $D_{\min}$ = 450 мм.

Коефіцієнт деформації зерна по ширині при плющенні σ є відношенням площі, яку займають пластівці до площі зерен, розташованих в один шар. При заданих значеннях вологості і робочого зазору він може бути визначений з емпіричної залежності [8, 9]:

$$\sigma = 4{,}279 + 0{,}179 \cdot W - 7{,}952 \cdot \delta - 0{,}004 \cdot W^2 - 0{,}0235 \cdot W \cdot \delta + 4{,}851 \cdot \delta^2, \quad (3.4)$$

$$\sigma = 4{,}279 + 0{,}179 \cdot 0{,}23 - 7{,}952 \cdot 0{,}49 - 0{,}004 \cdot 0{,}23^2 -$$
$$- 0{,}0235 \cdot 0{,}23 \cdot 0{,}49 + 4{,}851 \cdot 0{,}49^2 = 1{,}58$$

Величину площі, зайнятої 1000 шт. зерна, розміщених в одному шарі, орієнтовно дорівнює: $\omega = 0{,}0179 \div 0{,}196$ м^2. Приймаємо $\omega = 0{,}0186$ м^2.

Маса зерна, розміщеного на 1 м^2 плющильної поверхні вальця G (кг / м^2), знаходиться в залежності від маси та площі 1000 зерен і коефіцієнта деформації зерна по ширині при плющенні і визначають за формулою:

$$G = \frac{A \cdot C \cdot 10^{-3}}{\omega \cdot \sigma}, \quad (3.5)$$

де C – коефіцієнт рівномірності заповнення зерном плющильного простору, що залежить від досконалості живильника, приймаємо C = 0,5 - 0,6.

Таким чином

$$G = \frac{40 \cdot 0{,}6 \cdot 10^{-3}}{0{,}0186 \cdot 1{,}58} = 0{,}82 \text{ кг / м}^2.$$

Мінімальну довжину вальців вибирають за величиною верхньої межі діапазону раціональної швидкості $V_{\max}$:

$$L_{\min} = \frac{3{,}6 \cdot Q}{G \cdot V_{\max}} = \frac{3{,}6 \cdot 3}{0{,}82 \cdot 11} = 1{,}197 \text{ м.} \qquad (3.6)$$

де Q – продуктивність машини, $Q = 3$ т

$V_{\max}$ – максимальна лінійна швидкість поверхні вальців, $V_{\max}$ =11 м/с.

простору, що залежить від досконалості живильника, приймаємо L = 1,2 м.

Уточнюємо швидкість вальців визначається за такою формулою:

$$V = \frac{3{,}6 \cdot Q}{L \cdot G} = \frac{3{,}6 \cdot 3}{1{,}2 \cdot 0{,}82} = 11{,}0 \text{ м / с.} \qquad (3.7)$$

Частота обертання вальців визначається за формулою:

$$n = \frac{3{,}6 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot L \cdot G} = \frac{3{,}6 \cdot 3}{3{,}14 \cdot 0{,}45 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}82} = 7{,}8 \text{ об / с.} \qquad (3.8)$$

Повна енергоємність, що витрачається на процес плющення, залежить від вологості зерна, робочого зазору і робочої швидкості вальців. Для пшениці енергоємність визначають за формулою [8]:

$$\begin{aligned} C = {} & 10{,}636 - 0{,}252 \cdot W + 0{,}553 \cdot V - 12{,}676 \cdot \delta + 0{,}002 \cdot W^2 - \\ & - 0{,}002 \cdot W \cdot V + 0{,}165 \cdot W \cdot \delta - 0{,}004 \cdot V^2 - 0{,}442 \cdot V \cdot \delta + 4{,}75 \cdot \delta^2, \end{aligned} \qquad (3.9)$$

$$C = 10{,}636 - 0{,}252 \cdot 0{,}23 + 0{,}553 \cdot 11{,}0 - 12{,}676 \cdot 0{,}49 + 0{,}002 \cdot 0{,}23^2 - 0{,}002 \cdot 0{,}23 \cdot$$
$$\cdot 11{,}0 + 0{,}165 \cdot 0{,}23 \cdot 0{,}49 - 0{,}004 \cdot 11{,}0^2 - 0{,}442 \cdot 11{,}0 \cdot 0{,}49 + 4{,}75 \cdot 0{,}49^2 = 7{,}85 \text{кВт/т.}$$

Визначаємо потужність двигуна за формулою:

$$N = C \cdot Q + N_{x.x.}, \qquad (3.10)$$

де $N_{x.x.}$ – потужність холостого ходу, $N_{x.x.}$= 3,15 ... 3,9 кВт, приймаємо $N_{x.x.} = 3{,}7$ кВт,

$$N = 7{,}85 \cdot 3 + 3{,}7 = 27{,}25 \text{ кВт.}$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на транспортування зерна і відвантаження пластівців.

Потужність завантажувального конвеєра визначається за формулою:

$$N_1 = N_{p1} \cdot L_1, \qquad (3.11)$$

де N_{p1} – потужність на 1 м довжини гвинта, при частоті обертання 190 об / хв і куті нахилу шнека β = 45 °, N_{p1}= 0,065 кВт / м;

L_1 – довжина транспортування, L_1= 7 м.

$$N_1 = 0{,}065 \cdot 7 = 0{,}455 \text{ кВт.}$$

Потужність горизонтального конвеєра визначаємо за формулою:

$$N_2 = N_{p2} \cdot L_2, \qquad (3.12)$$

де N_{p2} – потужність на 1 м довжини гвинта, при частоті обертання 150 об / хв і куті нахилу шнека $\beta = 0$ °, $N_{p2} = 0{,}025$ кВт / м;

L_2 – довжина транспортування, $L_2 = 1{,}5$ м.

$$N_2 = 0{,}025 \cdot 1{,}5 = 0{,}037 \text{ кВт.}$$

Потужність вертикального конвеєра визначається за формулою:

$$N_3 = N_{p3} \cdot L_3, \tag{3.13}$$

де N_{p3} – потужність на 1 м довжини гвинта, при частоті обертання 150 об / хв і куті нахилу шнека $\beta = 90$ °, $N_{p3} = 0{,}163$ кВт / м;

L_3 – довжина транспортування, $L_3 = 5$ м.

$$N_4 = 0{,}163 \cdot 5 = 0{,}815 \text{ кВт.}$$

Потужність розвантажувального скребкового конвеєра визначається за формулою:

$$N_4 = K_м \cdot N_к, \tag{3.14}$$

де $K_м$ – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра до горизонту, при $\beta = 45$ °, $K_м = 1{,}35$;

$N_к$ – потужність для приводу скребкового конвеєра, кВт.

$$N_к = N_{p4} \cdot L_4, \tag{3.15}$$

де N_{p4} – потужність на 1 м скребкового конвеєра, N_{p4}= 0,041 кВт / м;

L_4 – довжина транспортування, L_4= 3,5 м.

$$N_к = 0{,}041 \cdot 3{,}5 = 0{,}144 \text{ кВт},$$

$$N_4 = 1{,}35 \cdot 0{,}144 = 0{,}194 \text{ кВт}.$$

Загальна потужність для транспортування фуражного зерна;

$$N_T = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 0{,}455 + 0{,}037 + 0{,}845 + 0{,}194 = 1{,}531 \text{кВт}. \quad (3.16)$$

Потужність машини для плющення

$$N_0 = N + N_T = 27{,}55 + 1{,}531 = 29{,}08 \text{кВт}. \quad (3.17)$$

Сила, що діє на вал плющилки

$$R = \frac{2}{3} \cdot P \cdot M \cdot L \cdot \frac{D}{2} \cdot \alpha_{\max}, \quad (3.18)$$

де P – середнє значення нормальної сили при плющенні одного зерна, P = 0,4 кН [5];

$\alpha_{\max}$ – максимальний кут защемлення зерен, $\alpha_{\max}$ = 4^0;

M – кількість зерен, що припадають на 1 м^2 поверхні плющення вальців,

$$M = \frac{k}{\omega \cdot \sigma} \cdot 10^3, \text{ (шт / м}^2\text{)} \quad (3.19)$$

де k - відношення діаметрів вальців, k = 1.

$$M = \frac{1}{0{,}0186 \cdot 1{,}58} \cdot 10^3 = 34027 \text{ шт / м2.}$$

$$R = \frac{2}{3} \cdot 0{,}4 \cdot 34027 \cdot 1{,}2 \cdot \frac{0{,}45}{2} \cdot 0{,}19 = 465{,}5 \text{ кН.}$$

Вал плющилки необхідно проводити при дії сили R= 465,5 кН, загальна потужність плющення зерна N_0=29 кВт при частоті обертання n=360 об/хв.

3.6 Технічне обслуговування вдосконаленої машини

При технічному обслуговуванні агрегату необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки:

- перед початком роботи необхідно переконатися в справності агрегату, перевірити наявність і закріплення огорожі, перевірити наявність і комплектність протипожежного інвентарю;

- систематично стежити за справністю заземлення електрообладнання і агрегату;

- перевіряти величину опору заземлення не рідше одного разу протягом 6 місяців за допомогою вимірника заземлення;

- всі операції пов'язані з технічним обслуговуванням і ліквідацією несправностей, проводять тільки при вимкненому рубильнику на лінії, що подає напругу до агрегату, і відсутності тиску пара. На рубильнику і шафах управління прикріпити попереджувальні таблички «Не включати - працюють люди»;

- технічне обслуговування і ремонт електроапаратів, що знаходяться в середині шафи управління, дозволяється тільки особам з кваліфікаційною групою не нижче III;

- не знімати і не відкривати люків до повної зупинки обертових деталей агрегату і перед відкриттям люка пропарювача необхідно переконатися у відсутності тиску в середині пропарювача;

- при появі в машині сторонніх звуків і шумів, терміново зупинити агрегат і виявити причину, яка їх викликала;

- не ремонтувати самостійно електрообладнання і зіпсовану електропроводку. При появі в електрообладнанні або в електропроводці поломки відразу необхідно зупинити агрегат, вимкнути рубильник, викликати електрика;

- стежити за станом ізоляції кабелів струмопровідних частин електроапаратів і обмоток електродвигунів. Опір повинен бути не менше 0,5 МОм.

При підготовці агрегату до роботи необхідно:

- уважно оглянути агрегат, переконатися в наявності зазору між вулицями (зазор повинен бути не менше 0,2 мм) І відсутності сторонніх предметів;

- провести обкатку агрегату на холостому ходу в положенні «Налагодження», включаючи поступово все механізми;

- при обкатці перевірити правильність напрямку обертання механізмів, нагрів підшипникових вузлів і підтікання мастила. Температура нагріву не повинна перевищувати температуру зовнішнього середовища більш, ніж на 40 ° С. Підтікання мастила не допускається;

- після обкатки на холостому ходу перейти до обкатці агрегату під навантаженням в положенні «Робота» і переконатися в нормальній роботі датчика рівня;

- для нормальної роботи механізмів перші 20 годин агрегат завантажувати не більше ніж на 50% його продуктивності.

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 [4].

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 проектованих 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 проектувальників за рахунок автоматизації нетворчих робіт;
- уніфікація і стандартизація методів проектування;
- підготовка і перепідготовка фахівців в області САПР;
- взаємодія проектних підрозділів з автоматизованими системами різного рівня і призначення.

Система автоматизованого проектування (САПР) − комплекс засобів автоматизації проектування, взаємозалежних з необхідними підрозділами проектної організації або колективом фахівців (користувачем системи), що виконує автоматизоване проектування. САПР поєднує технічні засоби, математичне і програмне забезпечення, параметри і характеристики яких вибирають з максимальним врахуванням особливостей задач інженерного проектування 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.

Основна функція САПР − виконання автоматизованого проектування на всіх чи окремих стадіях проектування 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 зважується функціонально закінчена послідовність задач САПР.

За призначенням підсистеми поділяють на проектуючи і обслуговуючи.

Проектуючі підсистеми. Вони мають об'єктну орієнтацію і реалізують визначений етап (стадію) проектування або групу безпосередньо пов'язаних проектних задач. Приклади проектуючих підсистем: ескізне проектування

виробів, проектування корпусних деталей, проектування технологічних процесів механічної обробки.

Обслуговуючі підсистеми. Такі підсистеми мають загальносистемне застосування і забезпечують підтримку функціонування проектуючих 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 який 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 максимальних потужностей приводу барабана молоткової дробарки за основними якісними та кількісними показниками концентрованих кормів.

Для подрібнення фуражного зерна використовуємо: ячмінь, овес, жито,

пшеницю та кукурудзу. Стандартами на комбікорм визначено три ступені розмелу: дрібний, середній та крупний [5] Діаметри яких становлять: $d_{\partial} = 1$ мм, $d_{ср} = 1{,}8$ мм, $d_{К} = 2{,}6$ мм.

Питому вагу визначаємо за формулою

$$\gamma = \frac{G}{V}, \tag{4.1}$$

де G − вага 1000 зернин;

V − об'єм 1000 зернин.

Визначаємо об'єм однієї зернини за формулою

$$V_1 = \frac{G}{1000 \cdot \gamma}. \tag{4.2}$$

Підставивши дані, одержимо:

− для ячменю

$$V_{я} = \frac{40 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 1300 \cdot 10^{-9}} = 30{,}76 \text{ мм}^3;$$

− для вівса

$$V_{В} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 1350 \cdot 10^{-9}} = 22{,}22 \text{ мм}^3;$$

− для жита

$$V_{Ж} = \frac{22 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 1280 \cdot 10^{-9}} = 17{,}19 \text{ мм}^3;$$

− для пшениці

$$V_{П} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 1360 \cdot 10^{-9}} = 14{,}71 \text{ мм}^3;$$

− для кукурудзи

$$V_{К} = \frac{286 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 1360 \cdot 10^{-9}} = 210 \text{ мм}^3.$$

Еквіваленті діаметри визначаємо за формулою [5], для культур вони становлять:

− для ячменю

$$D_{eЯ} = 1{,}24\sqrt[3]{V_Я} = 1{,}24\sqrt[3]{30{,}76} = 3{,}9 \text{ мм};$$

− для вівса

$$D_{eВ} = 1{,}24\sqrt[3]{V_В} = 1{,}24\sqrt[3]{22{,}22} = 3{,}5 \text{ мм};$$

− для жита

$$D_{eЖ} = 1{,}24\sqrt[3]{V_Ж} = 1{,}24\sqrt[3]{17{,}19} = 3{,}2 \text{ мм};$$

− для пшениці

$$D_{eП} = 1{,}24\sqrt[3]{V_П} = 1{,}24\sqrt[3]{14{,}71} = 3{,}1 \text{ мм};$$

− для кукурудзи

$$D_{eК} = 1{,}24\sqrt[3]{V_К} = 1{,}24\sqrt[3]{210} = 7{,}4 \text{ мм}.$$

Результати заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 − Характеристики здрібнення фуражного зерна

Культура	Екв. діаметр зерна, D_e, мм	Ступінь здрібнення, λ		
		$d_д = 1$ мм	$d_{ср} = 1{,}8$ мм	$d_К = 2{,}6$ мм
Ячмінь	3,9	3,9	2,17	1,5
Овес	3,5	3,5	1,94	1,35
Жито	3,2	3,2	1,78	1,23
Пшениця	3,1	3,1	1,72	1,19
Кукурудза	7,4	7,4	4,11	2,85

Визначаємо ступінь подрібнення для різних ступенів розмелу: дрібного, середнього та грубого за формулою

$$\lambda = \frac{D_e}{d_p}, \tag{4.3}$$

де d_p − діаметри дерті, $d_д$=1 мм; $d_{ср}$=1,8 мм; $d_К$=2,6 мм.

Використовуючи результати попередніх розрахунків (див. табл. 4.1) визначаємо ступені здрібнення для досліджуваного фуражного зерна для різних ступенів розмелу.

Визначаємо потужності подрібнення для різних ступенів здріблення та ступеней розмелу за формулою [5, 10]

$$N_{ПОДР} = 1{,}2 \cdot C_{ПР} \left[C_V \cdot \lg \lambda^3 + C_S \cdot (\lambda - 1) \right] \cdot Q_{Л.ККС}. \qquad (4.4)$$

Для кожного виду фуражного зерна виводимо графіки зміни потужностей приводу барабана молоткової дробарки в залежності від здрібнення зерна (рис. 4.1-4.5).

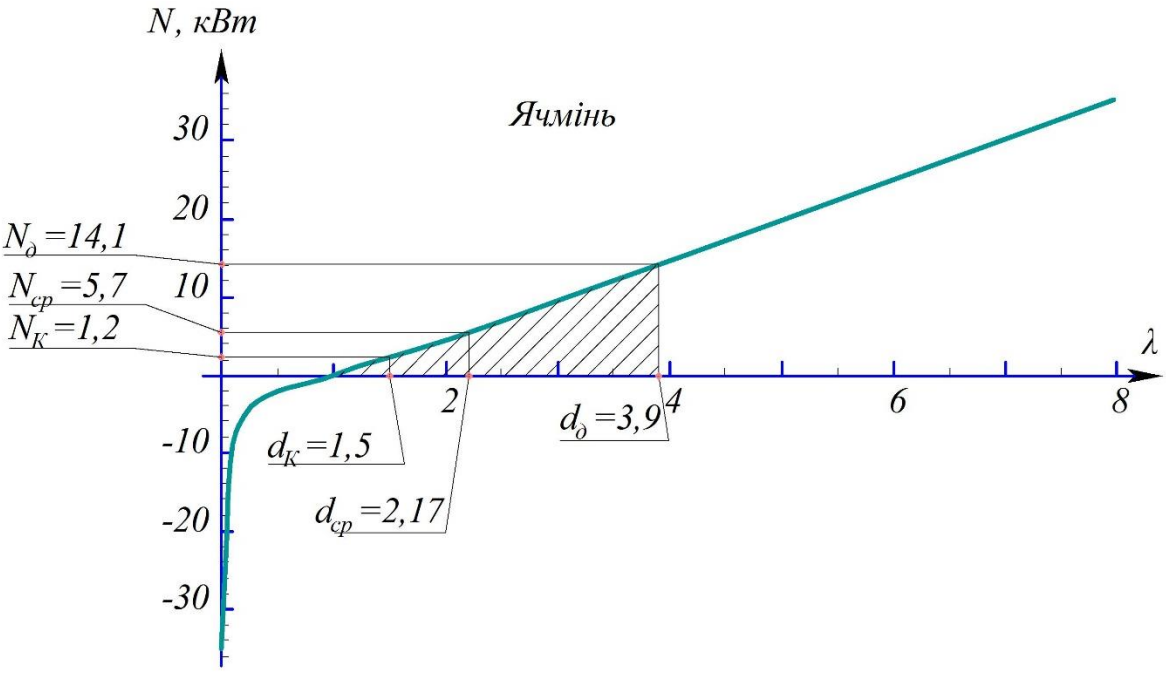

Рисунок 4.1 − Залежність потужності двигуна від коефіцієнта здрібнення ячменю

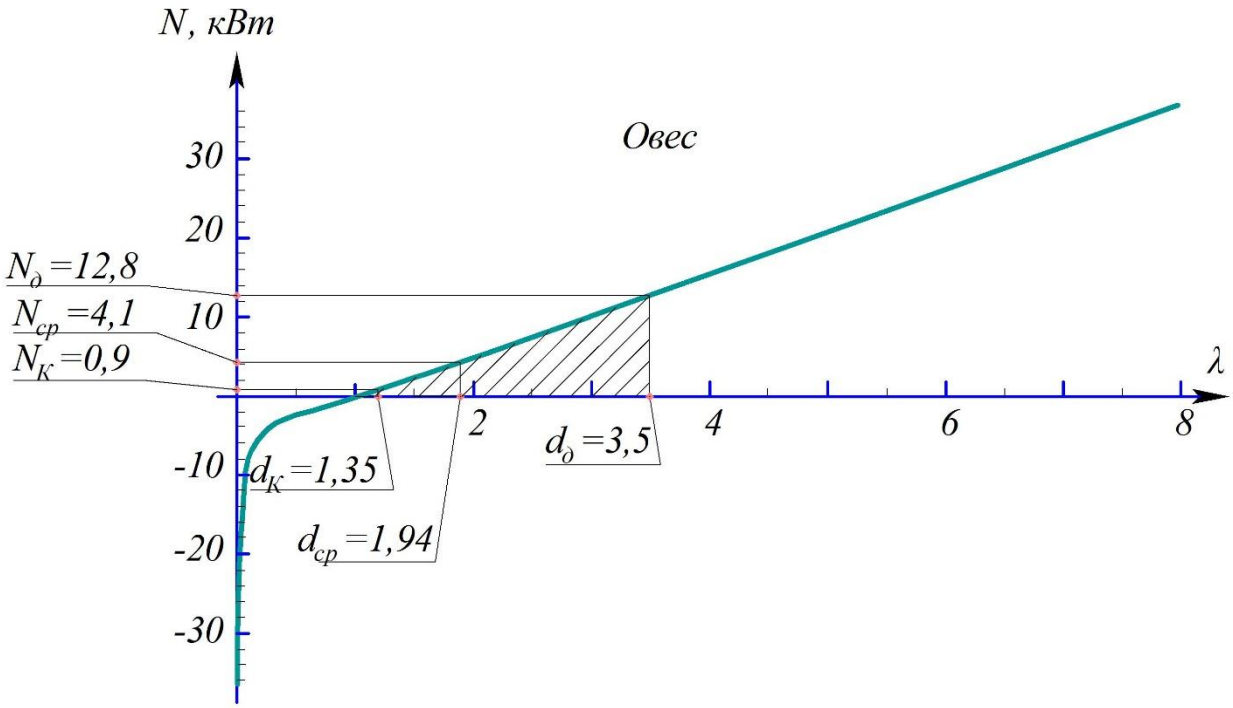

Рисунок 4.2 − Залежність потужності двигуна від коефіцієнта здрібнення вівса

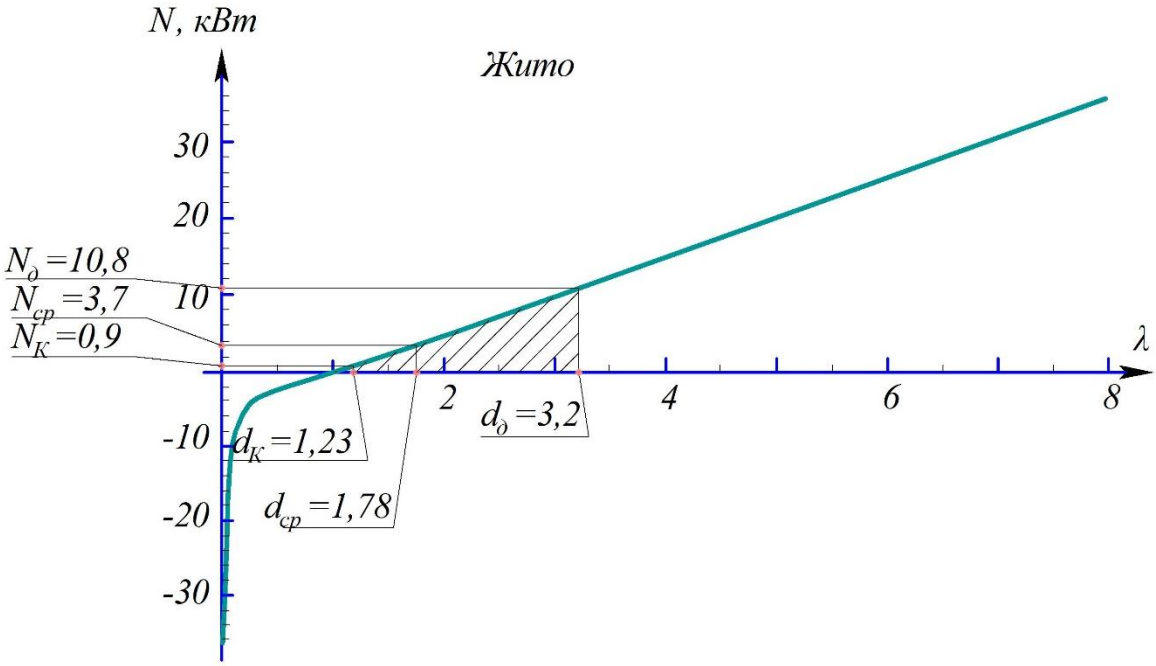

Рисунок 4.3 − Залежність потужності двигуна від коефіцієнта здрібнення жита

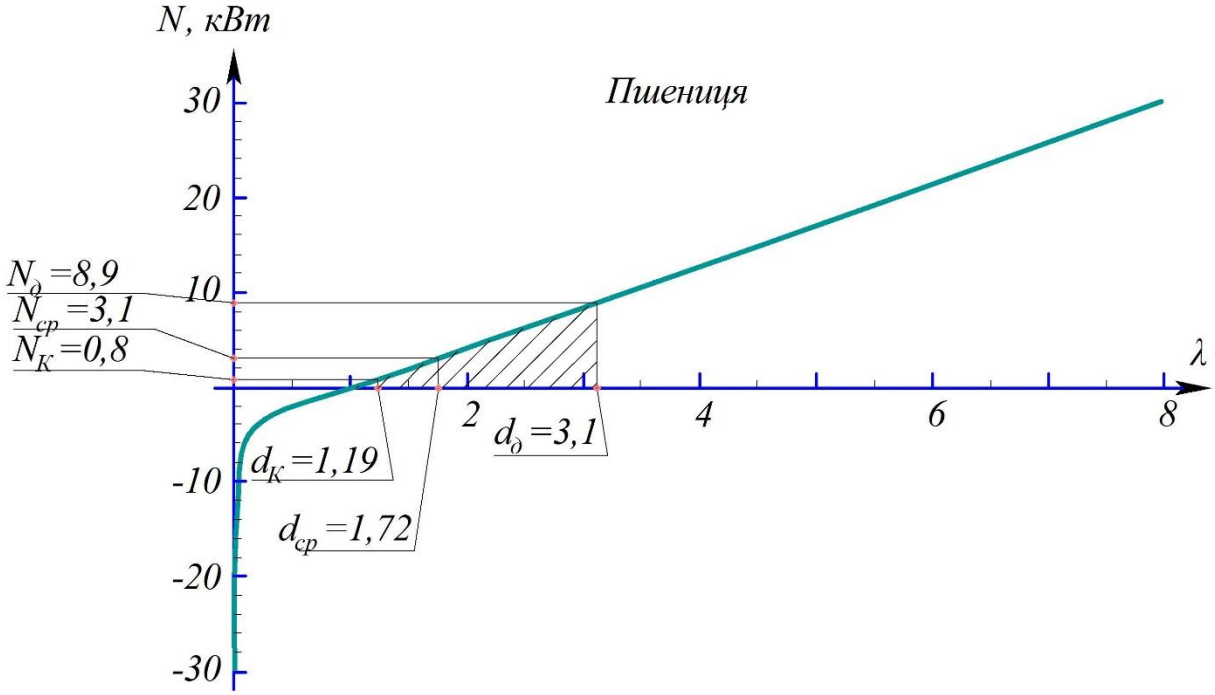

Рисунок 4.4 − Залежність потужності двигуна від коефіцієнта здрібнення пшениці

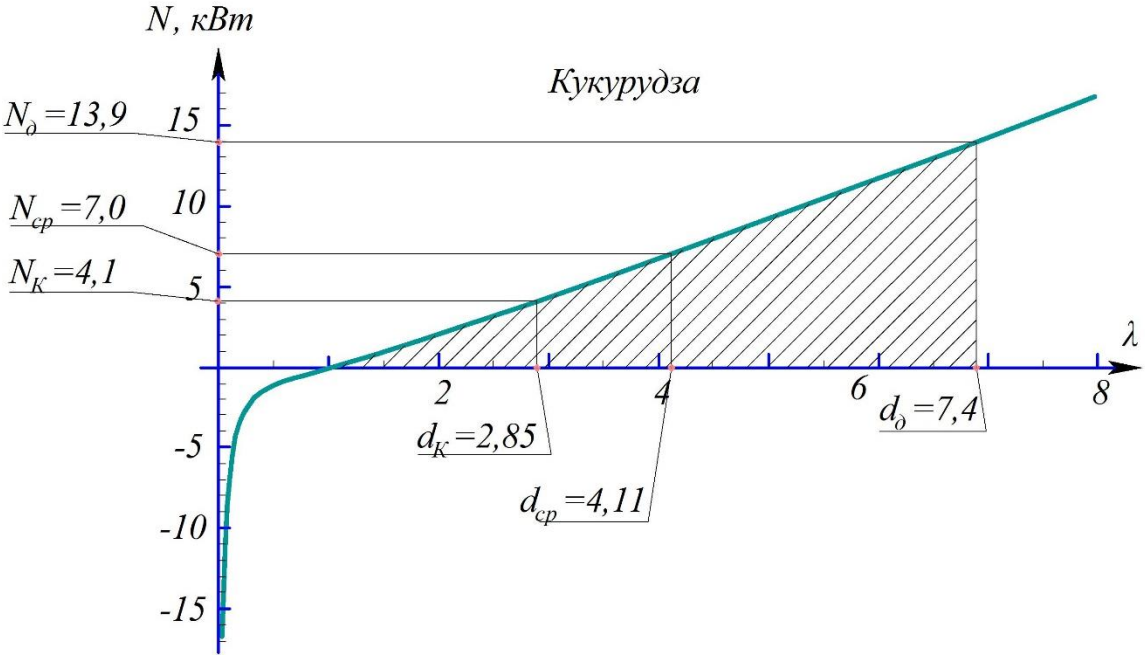

Рисунок 4.5 − Залежність потужності двигуна від коефіцієнта здрібнення кукурудзи

З отриманих результатів (див. рис. 4.1-4.5) робимо наступні висновки:

1. При більших коефіцієнтах здрібнення, а це дрібний ступінь розмелу, необхідно затрачати більші потужності приводу ротора дробарок. двигуна від коефіцієнта здрібнення
2. Кожний вид фуражного зерна потребує різних потужностей приводу ротора дробарки (рис. 4.6).

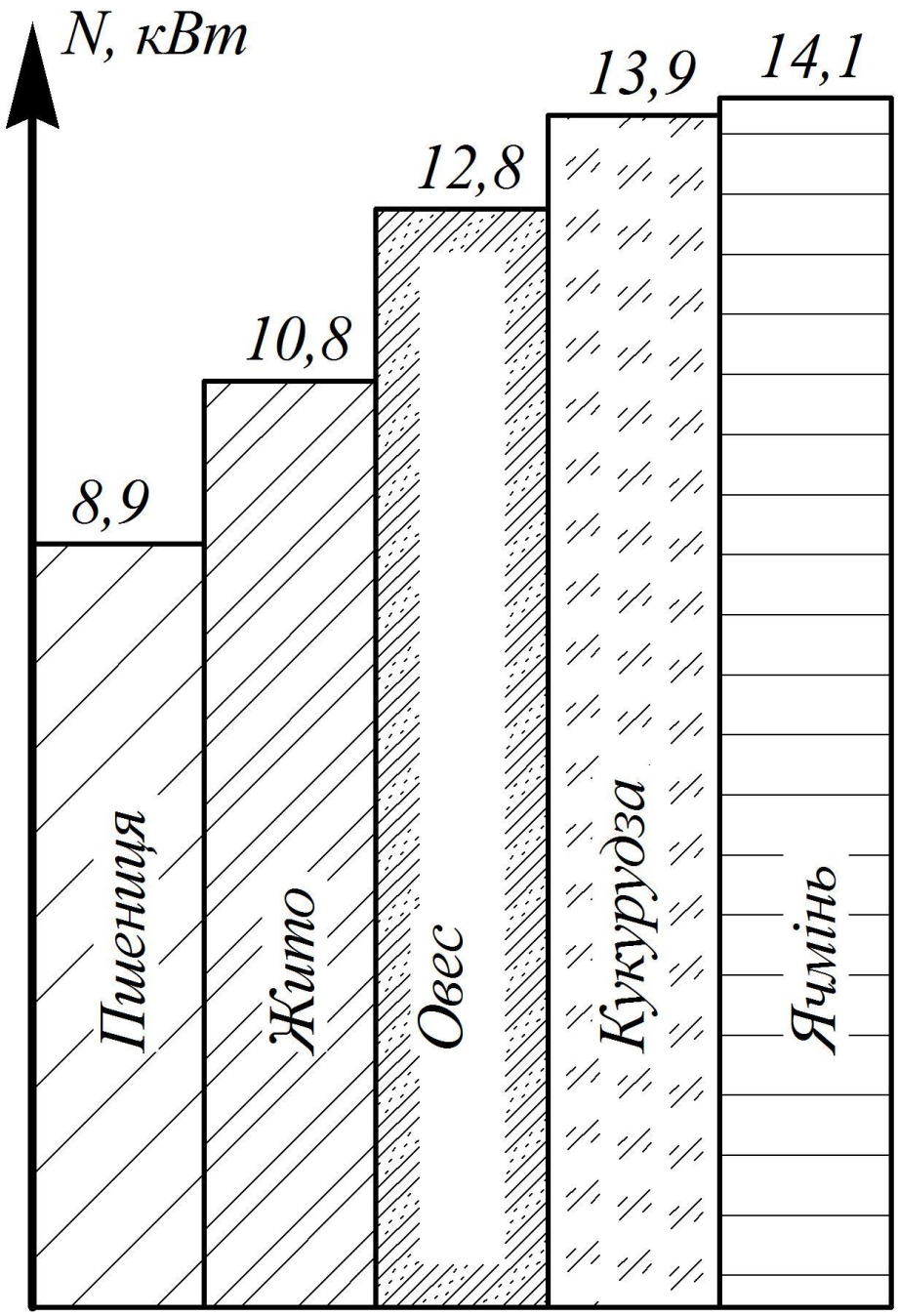

Рисунок 4.6 − Діаграма росту потужностей приводу молоткової дробарки від виду фуражного зерна

За результатами аналітичних досліджень є можливість здешевити дробарку за рахунок заміни електродвигуна потужністю $N_Б = 30$ кВт на двигун $N_M = 18$ кВт. Дане обґрунтування дасть можливість економити 12 кВт/год електроенергії при експлуатації дробарки КДУ-2, яка використовується в технологічній лінії приготування концентрованих кормів для заданого фуражного зерна з рекомендованим здрібненням.

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічності деталі

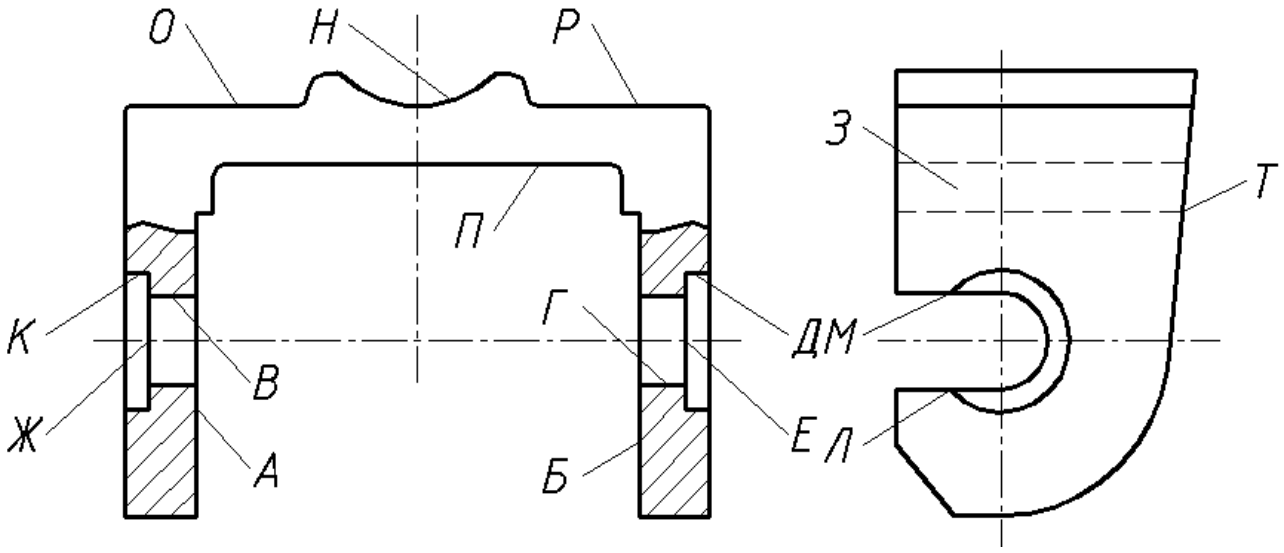

Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі-важіль ПЗ-16.308

Деталь-важіль ПЗ-16.308 є складовою частиною одного із вузлів плющилки ПЗ-3.

До основних поверхонь деталі відносять наступні:

Поверхні (А, Б) – є установочними і призначені для базування і установки кронштейну на тримкий елемент.

Поверхні (В, Г) – отвори, призначені для встановлення у них фіксуючих елементів.

Поверхні (Д, Е, К, Ж) – призначені для входження у них кріпильних елементів, наприклад, болтів.

Поверхні (М, Л) – є направляючими для фіксуючих елементів.

Поверхня Н – призначена для встановлення сферичних опорних поверхонь.

Інші поверхні є другорядними, механічній обробці не підлягають і принципового значення не мають.

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

Враховуючи конструктивні особливості деталі, її форму, а також те, що деталі не підлягають зварюванню, застосовують Сталь 35 Л–І ГОСТ 977-75 з наступними характеристиками [11, 12]:

Таблиця 5.1 – Хімічний склад сталі 35 Л–І

C, %	S_1, %	ρ, %	P, %
0,32 – 0,4	0,17	0,04	0,03

Таблиця 5.2 – Механічні властивості сталі 35 Л–І

$\Gamma_в$, $H/мм^2$	Γ_0, $H/мм^2$	S, %	φ, %
540	320	20	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 заносимо у таблицю.

Таблиця 5.3 – Аналіз технічних умов

Поверхня	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
В, Г, Д, Е, К, Ж	Забезпечити задану точність, шорсткість поверхні та співвісність двох отворів	Свердління отворів за одне встановлення	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1
А, Б	Забезпечити точність та шорсткість поверхні	Одночасне фрезерування двох площин	– // –
М, Л	Забезпечити точність та паралельність поверхні	Фрезерування пазів за одне встановлення	– // –
Н	Забезпечити задану шорсткість поверхні	Фрезерування	– // –

Технологічний контроль креслення деталі

На робочому кресленні деталь зображено в двох проекціях, що дає змогу уявити деталь в просторі, а також розташування усіх її поверхонь.

На креслені присутня достатня кількість перерізів, котрі в повній мірі відображають необхідну інформацію.

Для необроблюваних поверхонь встановлено показник шорсткості, що визначається способом одержання заготовки.

Для розмірів загального призначення встановлено загальний допуск і квалітет точності.

На робочі розміри і відповідальні поверхні встановлено допуски і квалітети точності згідно діючих ГОСТів.

На відповідальній поверхні встановлено спеціальні показники шорсткості.

Також вказано основні базові поверхні, відносно яких визначаються поверхні відхилення: співвісності отворів та паралельності поверхонь.

Отже креслення деталі виконано згідно діючих стандартів, що в повній мірі відображає необхідну інформацію, яка потрібна для виготовлення даної деталі.

Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь – важіль ПЗ-16.308 є відливкою третього класу точності і тому одержання заготовки не складає значних труднощів [13].

Конфігурація деталі дозволяє отримати заготовку шляхом відливання.

З точки зору механічної обробки конструкція деталі дозволяє обробку усіх поверхонь напрохід.

Розміщення деяких поверхонь дозволяє застосовувати їх одночасну обробку. Деталь має добрі базові поверхні для першочергових операцій, є достатньо шорсткою по конструкції і при механічній обробці дозволяє застосувати пристрої та кондуктори з пневматичним затиском.

До всіх оброблюваних поверхонь важелю ОПШ-16.308 є вільний доступ ріжучого інструменту.

Отже деталь є достатньо технологічною по конструкції.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Базовий технологічний процес механічної обробки деталі є задовільним і забезпечує постановлені вимоги до якості точності і шорсткості поверхонь отримуваної деталі. Щодо методу одержання заготовки (литво в земляні форми), то для даних умов виробництва він є доцільним. Хоча, звичайно, заготовку для деталі важіль ПЗ-16.308 можна отримати і іншими

способами, для прикладу: литвом в металеві форми, по виплавляємим моделям та ін.

Реально заготовка досить точно відповідає кресленню деталі.

Щодо баз, то вони вибрані правильно, з дотримання принципу поєднання і суміщення баз.

Також виконується умова, що при першій операції вибрано такі базові поверхні, які в подальшому не обробляються.

Операції технологічного процесу механічної обробки важелю ОПШ-16.308 встановлено правильно, що дозволяє досягнути задану точність.

Як видно із технологічного процесу, режими різання відповідають прогресивним.

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

З приводу різального інструменту, який використовується при механічній обробці, то він використовується стандартизований.

На рахунок зауважень до базового технологічного процесу:

Для операції 010, 015 вертикально-свердлильних в базовому технологічному процесі застосовується верстат моделі 2Н150. Оскільки він не в повній мірі завантажений за потужністю на даних операціях, то можна використати більш дешевший верстат моделі 2Н135.

5.2. Проектування технологічного процесу механічної обробки

Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції. Його значення приймається для планового періоду рівного одному місяцю і визначається згідно формули [13, 14]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \tag{5.1}$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем знаходимо згідно формули:

$$O = \frac{60 \cdot F_m \cdot K_в \cdot \eta_н}{T_{ш.к} \cdot N_м}, \tag{5.2}$$

де $F_м$ – місячний фонд часу роботи обладнання при однозмінному режимі, $F_м = 2030 : 12 = 169{,}2\,год$;

$K_в$ – середній коефіцієнт виконання норм часу, $K_в = 1{,}3$;

$\eta_м$ – коефіцієнт завантаження верстатів, $\eta_м = 0{,}8$;

$T_{ш.к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операцій на даному верстаті;

$N_м$ – місячна програма випуску деталей,

$$N_м = \frac{N}{12} = \frac{54000}{12} = 4500\,шт,$$

де N – річна програма випуску деталей.

Введемо коефіцієнт k для спрощення розрахунків

$$k = \frac{60 \cdot F_м \cdot K_в \cdot \eta_н}{N_м}, \tag{5.3}$$

$$k = \frac{60 \cdot 169{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}8}{4500} = 2{,}346.$$

1. Горизонтально-фрезерна:

$$O_1 = \frac{2,346}{1,84 \cdot 0,378} = 3,37;$$

2. Вертикально-свердлильна:

$$O_2 = \frac{2,346}{1,72 \cdot 0,103} = 13,24;$$

3. Вертикально-свердлильна:

$$O_3 = \frac{2,346}{1,72 \cdot 0,084} = 16,24;$$

4. Горизонтально-фрезерна:

$$O_4 = \frac{2,346}{1,84 \cdot 0,14} = 2,35;$$

5. Горизонтально-фрезерна:

$$O_5 = \frac{2,346}{1,84 \cdot 0,28} = 4,55;$$

$$K_{з.о.} = \frac{3,37 + 13,24 + 16,24 + 2,35 + 4,55}{2} = 19,875.$$

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

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 в послідовності згідно технологічного процесу.

Величина такту випуску

$$t_в = \frac{F_д \cdot 60}{N}, \qquad (5.4)$$

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

$$t_в = \frac{2030 \cdot 60}{54000} = 2{,}25.$$

Скоректована партія

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \qquad (5.5)$$

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

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

$$n = \frac{54000 \cdot 10}{253} = 2135\,шт.$$

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовками для даної деталі можуть бути відливки, одержані литвом різними способами. В даному випадку її отримають методом лиття в земляні форми із сталі 35-Л-І ГОСТ 977-75, що забезпечує вимоги точності і шорсткості необроблювальних поверхонь [14].

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

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

Деталь – відливка із сталі 35-Л третього класу точності, 1-ї групи складності, маса деталі 10 кг, маса заготовки 1,35 кг.

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

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_в \cdot K_м \cdot K_п \right) - (Q - q)\frac{S_{відх}}{1000}, \qquad (5.6)$$

де C – базова вартість 1 тонни заготовок;

$K_T, K_c, K_в, K_м, K_п$ – відповідно коефіцієнти, які залежать від класу точності; групи складності; маси; марки матеріалу, об'єму випуску заготовок.

1. Варіант. Литво у земляні форми

$C = 800\,грн; K_T = 1; K_н = 1{,}21; K_c = 0{,}7; K_в = 1; K_п = 1; S_{відх} = 72\,грн;$

$$S_{заг1} = \left(\frac{800}{1000} \cdot 1{,}35 \cdot 1{,}21 \cdot 0{,}1\right) - (1{,}35 - 1{,}0)\frac{72}{1000} = 0{,}89\,грн.$$

2. Варіант. Литво по виплавляємим моделям

$C = 4414\,грн; K_T = 1; K_н = 1; K_c = 0{,}86; K_в = 0{,}62; K_п = 0{,}83; S_{відх} = 72\,грн;$

$$S_{заг1} = \left(\frac{4414}{1000} \cdot 1{,}35 \cdot 0{,}86 \cdot 0{,}62 \cdot 0{,}83\right) - (1{,}35 - 1{,}0)\frac{72}{1000} = 2{,}61\,грн.$$

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

$$\sum_з = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N, грн, \tag{5.7}$$

$$\sum_з = (2{,}61 - 0{,}89) \cdot 54000 = 92880\,грн.$$

Отже, одержання заготовок для деталі важіль ПЗ-16.308 литвом у земляні форми є більш доцільним.

Економічний ефект від застосування литва у земляні форми складає 92880 *грн* у рік в порівнянні із литвом по виплавляємим моделям.

Вибір технологічних баз

Вихідними даними для вибору технологічних баз є [11-13]:

- робоче креслення деталі;
- технічні умови;

– вид заготовки та якість її поверхонь.

При виборі технологічних баз важливою умовою є те, щоб при першій операції вибрати базою такі поверхні, які б в подальшому не оброблялися. На наступні операції необхідно вибрати такі базові поверхні, які б служили базами для багатьох операцій.

Від правильності вибору технологічних баз в значній мірі залежать:

1) фактична точність виконання лінійних розмірів, заданих конструктором;
2) правильність розміщення оброблювальних поверхонь;
3) точність обробки, яку повинен витримати робітник при виконанні запроектованої технологічної операції;
4) степінь складності і конструкція необхідних пристроїв, ріжучих і вимірювальних інструментів;
5) загальна продуктивність обробки заготовок.

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

Таблиця 5.4 – Вибір технологічних баз

№ опер.	Назва операції	Схема базування
005	Горизонтально-фрезерна	Рисунок із карт Операційних ескізів із позначенням баз (без розмірів) для відповідної операції
010	Вертикально-свердлильна	Рисунок для операції 010
015	Вертикально-свердлильна	Рисунок для операції 015
020	Горизонтально-фрезерна	Рисунок для операції 020
025	Горизонтально-фрезерна	Рисунок для операції 025

Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки

Для визначення доцільності вибраного технологічного маршруту механічної обробки необхідно провести техніко-економічні порівняння декількох варіантів обробки [15-17].

Складаємо два варіанти технологічного маршруту механічної обробки деталі важіль ПЗ-16.308.

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

№ опер.	Назва операції та зміст переходу	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати одночасно2-і площини витримуючи розміри 1, 2, 3	А, Б	О, Р, Т	6Р82
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити два отвори в розмір 1, 2, 3	В, Г	Б, П	2Н150

Кінець таблиці 5.5

015	Вертикально-сверильна 1. Зенкувати деталь в розмір 1, 2 2. Перестановити деталь 3. Повторити перехід1	Д, Е К, Ж	Г, Б А, В	2Н150
020	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати два пази в розмірі 1, 2	Л, М	Г, В	6Р82
025	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезервувати деталь в розмір 1, 2	Н	З	6Р82

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

№ операції	Назва операції, зміст переходу	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	обладнання
005	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати одночасно дві площини витримуючи розміри 1, 2, 3	А, Б	О, Р, Т	6Р82
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 2 отвори в розмір 1, 2 , 3	В, Г	Б, П	2Н135
015	Вертикально-свердлильна 1. Зенкувати деталь в розмір 1, 2 2. Переустановити деталь 3. Повторити перехід 1	Д, Е К, Ж	Г, Б А, В	2Н135

Кінець таблиці 5.6

020	Горизонтально – фрезерна 1.Фрезерувати два пази в розмір 1, 2	Л, М	Г, В	6Р82
025	Горизонтально – фрезерна 1.Фрезерувати деталь в розмір 1, 2	Н	З	6Р82

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

Величина годинних приведених витрат:

$$C_{п.з.} = \frac{C_З}{M} + C_{2.3.} + E_н(K_c + K_з), км/год, \quad (5.8)$$

де $C_З$ – основна і додаткова заробітна плата , а також перерахування на соціальне страхування,

M – коефіцієнт багатоверстатності;

$C_{2.3.}$ – годинні затрати на експлуатацію робочого місця;

$E_н$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень, $E_н = 0,2$;

K_c – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

$K_з$ – питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

$$C_З = C_{Т.ф.} \cdot 1,53 \cdot к, \ коп/год, \quad (5.9)$$

де $C_{Т.ф.}$ – година тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

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

$$C_{2.3.} = C_{2.3.}^{б.у.} \cdot K_м, \ коп/год, \quad (5.10)$$

де $C_{2.3.}^{б.у.}$ – практично скоректовані годинні затрати на базовому робочому місці;

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

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{3200}, коп/год. \quad (5.11)$$

$$K_З = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}, коп/год. \quad (5.12)$$

де $Ц$ – балансова вартість верстату;

F – виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів

$$F = f \cdot k_f, \ м^2, \quad (5.13)$$

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції

$$C_0 = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{шт}}{60},\ коп, \qquad (5.14)$$

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

БАЗОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н150

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

$$f = 1{,}29 \cdot 0{,}8 = 1{,}14\ м^2;$$

$$к_f = 4{,}0,\ \ M = 2,\ \text{розряд роботи 2};$$

$$T_{шт} = 1{,}49\ хв;$$

$$C_З = 42{,}6 \cdot 1{,}53 \cdot 5 = 325{,}89\ коп/год;$$

$$C_{2.З.} = 36{,}3 \cdot 5 \cdot 1{,}2 = 217{,}8\ коп/год;$$

$$К_м = 1{,}2;$$

$$К_с = \frac{17600 \cdot 100}{3200} = 550\ коп/год;$$

$$К_з = \frac{1{,}14 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 10{,}69\ коп/год;$$

$$C_{п.з.} = \frac{325{,}89}{2} + 217{,}8 + 0{,}2(550 + 10{,}69) = 492{,}88\ коп/год;$$

$$C_{o1} = \frac{492{,}88 \cdot 1{,}49}{60} = 12{,}24\ коп.$$

ПРОЕКТНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Вертикально-свердлильний верстат мод. 1Н135

$$Ц = 10750 \cdot 1{,}1 = 11825\ \ грн;$$

$$f = 1{,}24 \cdot 0{,}81 = 1\ м^2;$$

$$к_f = 4{,}0,\ \ M = 2,\ \text{розряд роботи 2};$$

$$T_{шт} = 1{,}49\ хв;$$

$$C_З = 42{,}6 \cdot 1{,}53 \cdot 5 = 325{,}89\ коп/год;$$

$$C_{2.З.} = 36{,}3 \cdot 5 \cdot 1{,}2 = 217{,}8\ коп/год;$$

$$K_м = 1{,}2;$$

$$K_с = \frac{11825 \cdot 100}{3200} = 369{,}53\ коп/год;$$

$$K_з = \frac{1 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 9{,}375\ коп/год;$$

$$C_{п.з.} = \frac{325{,}89}{2} + 217{,}8 + 0{,}2(369{,}53 + 9{,}375) = 456{,}53\ коп/год;$$

$$C_{o2} = \frac{456{,}53 \cdot 1{,}49}{60} = 11{,}34\ коп.$$

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

$$\sum = (C_{o1} - C_{o2}) \cdot N, \qquad (5.15)$$

$$\sum = (12{,}24 - 11{,}34) \cdot 54000 = 48600\ коп = 486\ грн.$$

Дані розрахунки свідчать про те, що проектний маршрут виготовлення деталі важіль ПЗ-16.308 економічно більш доцільний.

Визначення припусків та міжопераційних розмірів , проектування заготовки

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

Призначені припуски і допуски на оброблювані поверхні зводимо у таблицю

Таблиця 5.7 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі важіль ПЗ-16.308

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск
А	82	3	±0,6
Б	12	3	±0,9
В, Г	16,5	2х8,25	+0,43
К, Д	25	2х4,25	+0,62
М, Л	16,5	20	±0,9
Н	R 20,5	6	±0,65

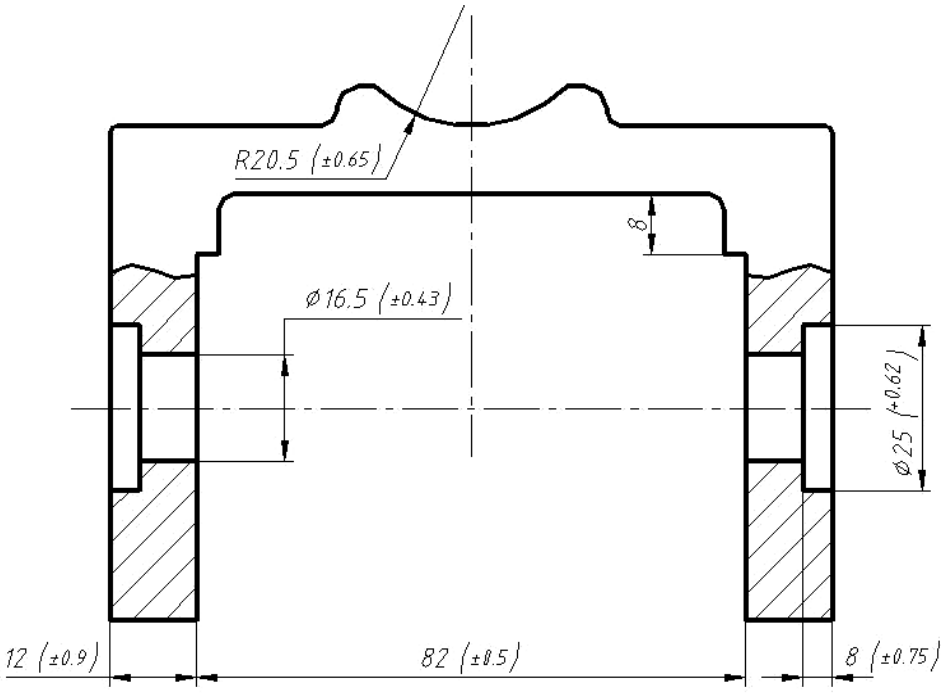

Рисунок 5.2 – Заготовка важелю з призначеними припусками і допусками

Вибір різального і допоміжного інструменту, методів і засобів технічного контролю

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

При виборі ріжучого інструменту потрібно по можливості більш повно використовувати стандартний інструмент [15-17].

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

Виберемо ріжучий інструмент і вимірювальний інструмент для кожної операції, дані заносимо в таблицю.

Таблиця 5.8 – Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ опер.	Назва операції зміст переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
005	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати одночасно дві площини витримуючи розміри 1, 2, 3.	Фрези ∅200 Т15К6 2214-4012 2214-4013	Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити два отвори в розмір 1, 2, 3.	Свердло ∅16,5 2309–0426 ГОСТ 2092–77	Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80
015	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити деталь в розмір 1, 2. 2. Переустановити деталь 3. Повторити перехід 1	Зенківка ∅25 2350–4014 –//–	Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80 –//–
020	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати два пази, витримуючи розміри 1, 2.	Фреза дискова ∅100 Т 15 К 6 2240–4003–05	Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80
025	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати деталь в розмір 1, 2.	Фрезера ∅45 2223–0023 ГОСТ 13790-68	Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80

Розрахунок режимів різання по операціях

Розрахуємо режими різання для операції 010 вертикально-свердлильна.

Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н135 і складається із одного переходу – свердління двох отворів в розмір ∅16,5 [15-17].

Із довідника вибираємо свердло ∅16,5 2301–0226 ГОСТ 2092–77 із робочою частиною із швидкорізальної сталі Р6М5. Геометричні елементи свердла наступні: форма заточки – подвійна з підточуванням поперечної кромки; кути свердла: $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$; $\psi = 40^\circ$; $\lambda = 11^\circ$; $\omega = 24^\circ$.

1. Визначаємо подачу:

Для свердління сталі 35Л із $T_в = 540$ *МПа* при діаметрі свердла ∅16,5 *мм* приймаємо подачу $S_0 = 0{,}17$ *мм / об* .

Коректуємо подачу за паспортними даними верстату мод. 2Н135.

$$S_0 = 0{,}1 \text{ мм / об}.$$

2. Призначаємо період стійкості свердла:

Для свердла ∅16,5 *мм* із швидкорізальної сталі рекомендується період стійкості $T = 60$ *хв*.

3. Швидкість різання:

Швидкість різання, що допускається різальними властивості свердла:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^м \cdot S^ц} \cdot K_v, \qquad (5.16)$$

$c = 9{,}8;\ q = 0{,}4;\ ц = 0{,}5;\ m = 0{,}2;$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}, \qquad (5.17)$$

$$K_{mv} = (\frac{750}{540})^{-0{,}9} = 0{,}74;$$

$$K_{iv} = 1;\ K_{lv} = 1;$$

$$V = \frac{9{,}8 \cdot 16{,}5^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0{,}1^{0,5}} \cdot 0{,}74 = 31 \ м/хв .$$

4. Визнаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31}{3{,}14 \cdot 16{,}5} = 598 \ об/хв \qquad (5.18)$$

Коректуємо частоту по паспорту верстата:

$$n = 560 \ об/хв .$$

5. Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 16{,}5 \cdot 560}{1000} = 29 \ м/хв .$$

6. Визначаємо крутий момент від сил опору різанню при свердлінні та осьову силу:

$$M_{kp} = 10 \cdot l_m \cdot Д^q \cdot S^ц \cdot K_p , \qquad (5.19)$$

$l_m = 0{,}0345$; $q = 2$; $ц = 0{,}8$;

$$K_p = (\frac{540}{750})^{0,75} = 0{,}78 ;$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0{,}0345 \cdot 16{,}5^2 \cdot 0{,}1^{0,7} \cdot 0{,}78 = 11{,}6 \ Н \cdot м .$$

$$P_0 = 10 \cdot l_p \cdot Д^q \cdot S^ц \cdot K_p . \qquad (5.20)$$

$l_p = 68$; $q = 1$; $ц = 0{,}7$; $K_p = 0{,}78$;

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 16{,}5 \cdot 0{,}1^{0,7} \cdot 0{,}78 = 1{,}75 \ kH .$$

7. Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{0{,}750}, \qquad (5.21)$$

$$N = \frac{11{,}6 \cdot 560}{0{,}750} = 067\ кВт.$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата

$$N_{різ} \le N_{шп}$$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 4{,}08 = 3{,}2\,кВт$$

де η – ККД верстату, $\eta = 0{,}8$.

Отже, обробка на даному верстаті можлива.

8. Визначаємо основний технологічний час:

$$T_0 = \frac{l}{nSo}, \qquad (5.22)$$

При подвійному заточуванні свердла врізання $y = 0{,}4 \cdot D$, тобто $y = 6{,}6\ мм$

$$L = l + y + \Delta = 24 + 2 + 6{,}6 = 32{,}6\ мм,$$

де $\Delta = 2\ мм$ – перебіг свердла

$$T_0 = \frac{32{,}6}{560 \cdot 0{,}1} = 0{,}58\ хв.$$

Дані розрахунку заносимо у таблицю.

Для усіх інших операцій режими різання вибираємо із довідника [15].

Таблиця 5.9 – Зведена таблиця режимів різання

№ опер.	Зміст операції Переходу	L, мм	t, мм	i, шт	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	T_0, хв	N_p, кВт
005	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати одночасно дві площини витримуючи розміри 1, 2, 3	213	3	1	315 *мм/хв*	500	314	0,68	4,5

010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити два отвори в розмір 1, 2, 3	33	8,25	1	0,1	560	29	0,58	0,67

Кінець таблиці 5.9

015	Вертикально-свердлильна 1. Зенкувати деталь в розмір 1, 2 2. Переустановити деталь 3. Повторити перехід 1	5 5	4,25 4,25	1 1	0,1 0,1	250 250	19,6 19,6	0,2 0,2	0,7 0,7
020	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати деталь в розмір 1, 2	160	20	1	63 *мм/хв*	80	25,1	2,69	3,8
025	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати деталь в розмір 1, 2	50	6	1	80 *мм/хв*	160	62,7	0,75	3,2

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

Для виконання процесу механічної обробки застосовуємо наступне обладнання з технічними характеристиками [14, 16]:

Горизонтально-фрезерний 6Р82

Розмір робочої поверхні стола, *мм* – 320х1250

Найбільше переміщення столу, *мм*

Поздовжнє – 800;

Поперечне – 250;

Вертикальне – 420.

Найбільше переміщення гільзи вертикального шпинделя, *мм* – відсутнє.

Внутрішній конус шпинделя, *мм* – 50;

Число швидкостей шпинделя – 18;

Частота обертання шпинделя, *об/хв* – 31,5-1600

Число робочих подач столу – 18

Подача столу, *мм/хв*

Поздовжня – 25-1250;

Поперечна – 25-1250;

Вертикальна – 8,3-416,6.

Швидкість швидкого переміщення столу, *мм/хв*

Поперечного – 3000;

Поздовжнього – 3000;

вертикального – 1000.

Потужність електродвигуна, *кВт* – 7,5

Габаритні розміри, *мм*

довжина – 2305;

ширина – 1950;

висота – 1680.

Маса, кг – 2900.

Вертикально-сверильний 2Н135

Найбільший діаметр свердління на столі, *мм* – 35;

Найбільше зусилля подачі, *Н* – 16000;

Відстань від шпинделя до плити, *мм* – 700-1120;

Відстань від центра шпинделя до вертикальних направляючих, *мм* – 300;

Найбільша відстань від торця шпинделя до столу, *мм* – 750;

Конус отвору шпинделя – №4;

Кількість ступенів обертів шпинделя – 12;

Межі чисел обертів за хвилину – 31,5 – 1400;

Найбільше переміщення шпинделя, *мм* – 250;

Кількість ступенів подач – 9;

Межі подач шпинделя, *мм/об* – 0,1 – 1,6;

Розміри столу, *мм* 450х500;

Потужність електродвигуна, *кВт* – 4;

Габаритний розмір верстату, *мм*

Довжина – 1240;

Ширина – 810;

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 η_3 визначається, відношення розрахункової кількості верстатів M_p зайнятих на даній операції до прийнятої кількості верстатів M_n:

$$\eta = \frac{M_p}{M_n}. \tag{5.23}$$

Розрахункова кількість верстатів визначається як відношення штучного часу на даній операції до такту випуску

$$t_в = 2{,}25 \ хв / шт.$$

Ступінь використання обладнання по основному часі характеризується коефіцієнтом використання обладнання за основним часом:

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{шт}}. \tag{5.24}$$

Величину використання обладнання за потужністю визначають, як відношення розрахункової потужності до потужності приводу верстата:

$$\eta_м = \frac{N_p}{N_b}. \tag{5.25}$$

Горизонтально–фрезерний СР82

$T_0 = 4{,}12\,хв$; $N_c = 7{,}5\,кВт$;

$T_{шт} = 7{,}58\,хв$; $N_p = 4{,}5\,кВт$;

$M_p = \frac{4{,}12}{2{,}25} = 1{,}83$; $\eta_0 = \frac{4{,}12}{7{,}58} = 0{,}54$;

$\eta = \frac{1{,}83}{2} = 0{,}92$; $\eta = \frac{4{,}5}{7{,}5} = 0{,}6$.

Приймаємо два верстати.

Вертикально-свердлильний 2Н135

$T_0 = 0{,}98\,хв$; $N_b = 4\,кВт$;

$T_{шт} = 1{,}68\,хв$; $N_p = 0{,}67\,кВт$;

$M_p = \frac{0{,}98}{2{,}25} = 0{,}44$; $\eta_0 = \frac{0{,}98}{1{,}68} = 0{,}58$;

$\eta = \frac{1{,}44}{1} = 0{,}44$; $\eta = \frac{0{,}67}{4} = 0{,}17$.

Приймаємо один верстат.

Знаходимо середні значення коефіцієнтів завантаження і використання обладнання:

$$\eta_{Зсер} = \frac{0{,}92 + 0{,}44}{2} = 0{,}68;$$

$$\eta_{0сер} = \frac{0{,}54 + 0{,}58}{2} = 0{,}56;$$

$$\eta_{Nсре} = \frac{0{,}6 + 0{,}17}{2} = 0{,}39.$$

За отриманими даними будуємо графіки завантаження обладнання, завантаження за потужністю і основному часу.

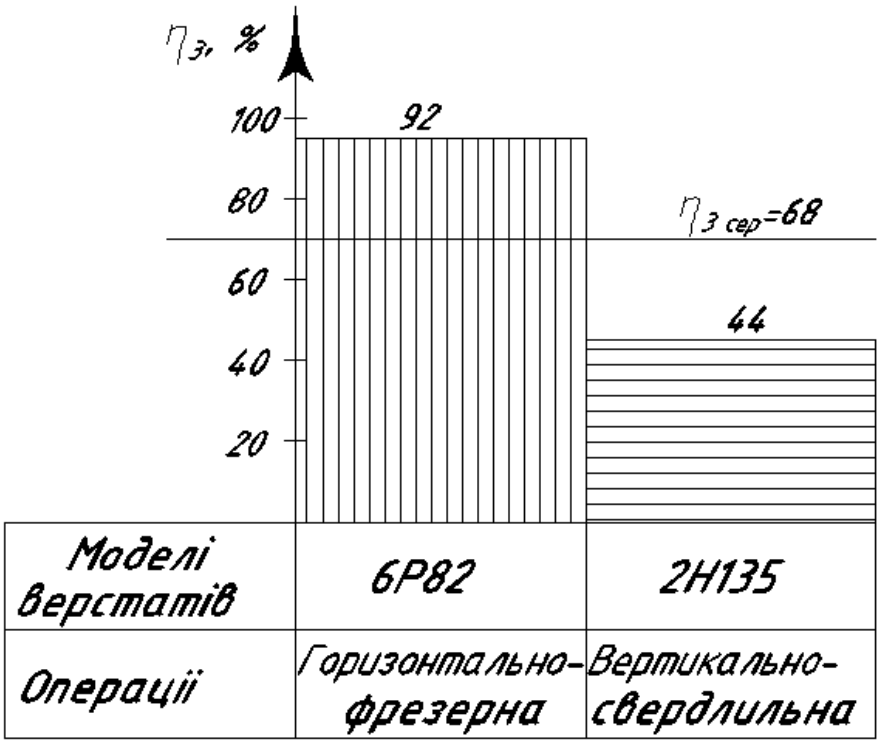

Рисунок 5.3 – Графік завантаження обладнання

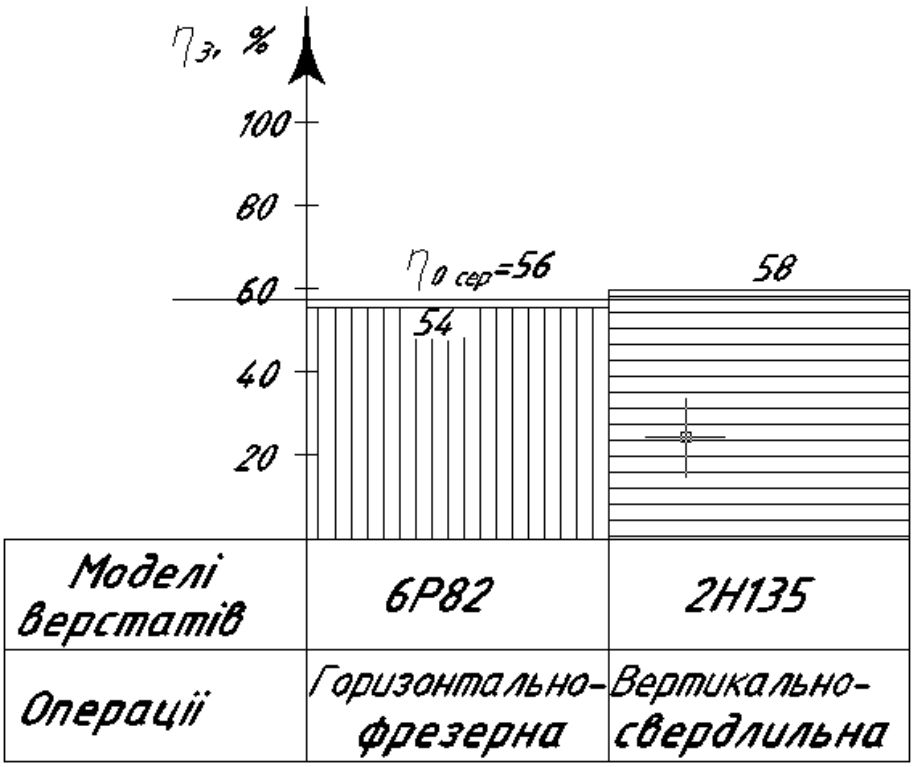

Рисунок 5.4. – Графік використання обладнання за основним часом

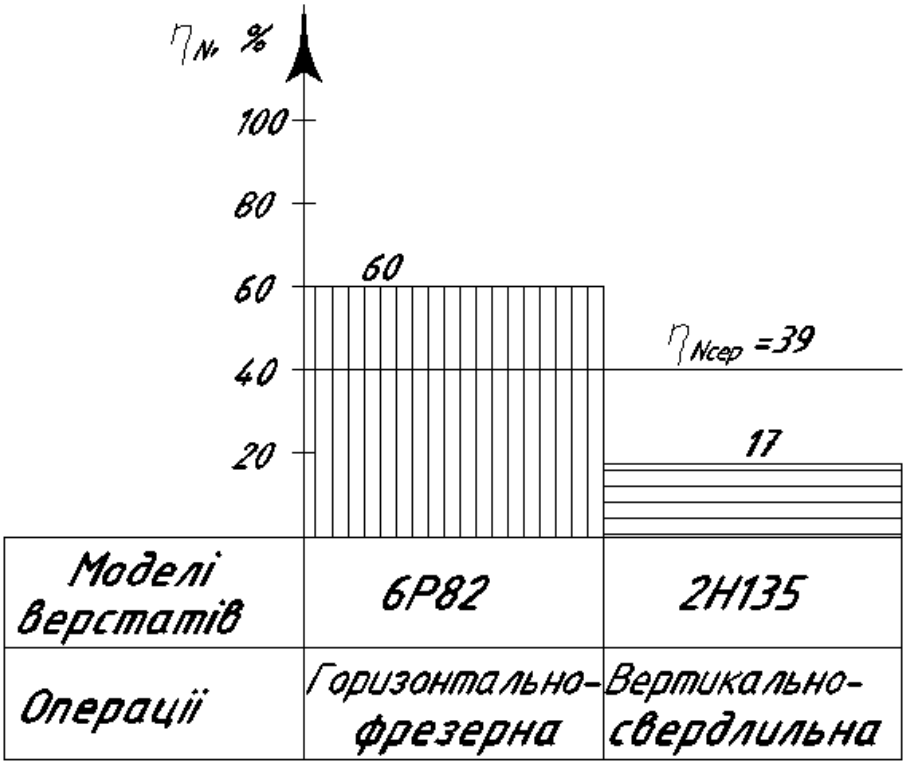

Рисунок 5.5 – Графік використання обладнання за потужністю

5.3. Розробка спеціальних верстатних та контрольних пристроїв

Кондуктор для свердління двох отворів ∅16,5

Приспосіблення – кондуктор до вертикально-свердлильного верстату 2Н135 для операції 010 механічної обробки отворів – свердління двох отворів діаметром 16,5 мм із заданою точністю згідно креслень деталі важіль ПЗ-16.308. У відповідності із параметрами обробки і вихідними даними приймаємо схему одномісного однопозиційного пристосування [12].

Кондуктор складається із корпуса (3) до якого кріпиться планка (16) на котру встановлено чотири пластинки (49), які служать опорою для деталі. На планку встановлено підставку (14) на яку встановлюють деталь. На планці встановлено також кондукторну плиту (15) у яку впресовано кондукторну втулку (39), яка служить для направлення ріжучого інструменту.

Затиск деталі здійснюється від пневмоциліндра: через поршень (7) рух передається на тягу (13), а потім від відповідного і на втулку (8), до якої прикріплено прижими (17), який здійснює затиск деталі.

Встановлюється кондуктор на стіл вертикально-свердлильного верстату 2Н135.

Точність базування кондуктора забезпечується двома направляючими шпонками (52). Закріплюється кондуктор за допомогою гвинтів, що входять у Т-подібні пази стола верстату.

Відкріплюється деталь за допомогою того ж пневмоциліндра.

Деталь витягується вручну.

Приспосіблення для фрезерування в розмір 82 мм

Приспосіблення – пристрій для фрезерування до горизонтально-фрезерного верстату 6Р82 для операції 020 механічної обробки – фрезерування двох пазів у розмірі 82 мм із заданою точністю згідно креслень деталі важіль ПЗ-16. 308 [12].

У відповідності із параметрами обробки і вихідними даними приймаємо схему двохмісного однопозиційного пристосування.

Приспосіблення складається із корпуса (1), у який впресовані пальці (2) по яких здійснюється базування деталі. В корпусі також розміщено коромисло (4) у якому по осях (12) встановлено прижими (6), які з’єднані пружиною (21), для фіксації прижиму передбачено колодки (5). Затиск деталей здійснюється за допомогою пневмоциліндра: рух від стола передається на важіль (7), далі через вісь (13) на прижими (6). Встановлюється пристрій на стіл горизонтально–фрезерного верстату 6Р82.

Точність базування приспосіблення забезпечується двома направляючими шпонками (3). Закріплюється пристрій за допомогою 4-ох 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 виробництва тваринницької продукції

Економічна ефективність виробництва тваринницької продукції в значній мірі залежить від рівня годівлі тварин, а також від якості приготованих кормів, що в свою чергу залежить від рівня механізації процесів приготування кормів для відговування [18-19].

Економічну ефективність характеризують такі показники:

- підвищення продуктивності праці;
- час окупності капіталовкладень;
- річний економічний ефект.

Основні капіталовкладення кормоцеху складаються з капіталовкладень на спорудження, кормоцеху, машин та обладнання:

$$К = С_б + Б, \text{ (Грн.)} \tag{6.1}$$

де $С_б$ - вартість споруд і будівель, грн .;

$Б$ - балансова вартість машин і устаткування, грн.

З урахуванням транспортування та монтажу визначають балансову вартість споруд і будівель за формулою:

$$С_б = V_б \cdot К_v, \tag{6.2}$$

де $V_б$ - обсяг будови кормоцеху, м^3;

$К_v$ - вартість 1 м^3 будови кормоцеху, $К_v$ = 320 грн.

Для проектованого кормоцеху:

$$С_{бп} = 652{,}5 \cdot 320 = 208800 \text{ грн};$$

для існуючого кормоцеху:

$$C_{бс} = 864 \cdot 320 = 276480 \text{ грн.}$$

Балансову вартість машин і устаткування визначають за формулою:

$$Б = К \cdot Ц, \qquad (6.3)$$

де $К$ - коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування і монтаж машин і устаткування, $К$ = 1,2;

$Ц$ - прейскурантна ціна машин, грн.

Ціни на машини і обладнання заносимо в таблицю 6.1.

Балансову вартість проектованої машини визначаємо:

$$Б_м = \frac{Б_{мс}}{В_{мс}} \cdot В_{мп} = \frac{86800}{38500} \cdot 38160 = 86000 \text{ грн.}, \qquad (6.4)$$

де $Б_{мс}$ - балансова вартість старої машини; $Б_{мс} = 86800$ грн.

$В_{мс}$ - вага старої машини, $В_{мс}$ = 3850 кг;

$В_{мп}$ - вага проектованої машини, $В_{мп}$ = 3816 кг.

Таким чином, капіталовкладення для існуючого кормоцеху:

$$К_с = 276480 + 489600 = 766080 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення для проектованого кормоцеху:

$$К_п = 208800 + 499200 = 708000 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1 - Ціни на машини і обладнання

Марка машини	Кількість машин, шт.		Вартість по існуючій ціні, грн.	
	існуючий цех	Проектований цех	існуючий цех	Проектований цех
ПКФ-1	-	2	-	34500
ТК-5	1	1	42000	42000
ІКМ-Ф	-	1	-	54000
ДС-15	1	1	12000	12000
СМ-1,7	1	1	19000	19000
ПСМ-10	-	1	-	35000
ПЛЮЩИЛКА	-	1	-	86000
ПК-6	-	1	-	28000
МТД-1	-	1	9500	7500
ТЛ-65	1	1	-	9500
ІБК-3А	-	1	-	42000
ТС-Ф-40	-	1	28000	12000
КТУ-10	1	-	53000	-
ІГК-30Б	1	-	29000	-
КТУ	1	-		
разом	16	13	408000	416000
Балансова вартість			489600	499200

Експлуатаційні витрати складаються з оплати праці, амортизаційних відрахувань, відрахувань на поточний ремонт, витрат на електроенергію та ін.

Річна програма кормоцеху розраховується за формулою:

$$P_к = T \cdot Q \cdot t, \qquad (6.5)$$

де T - число днів роботи кормоцеху в році, T = 240 днів;

Q - продуктивність кормоцеху, $Q_{с.к.}$ = 6 т / год; $Q_{пр}$ = 6,93 т / год;

t - час роботи кормоцеху в день, $t_{с.к.}$ = 7 год .; $t_{пр}$ = 7 год.

Для існуючого кормоцеху річна програма складає:

$$P_{к.с.} = 240 \cdot 6 \cdot 7 = 10080 \text{т.}$$

Для проектованого кормоцеху річна програма складає:

$$P_{к.п.} = 240 \cdot 6{,}93 \cdot 7 = 11642{,}4 \text{ т.}$$

Витрати на оплату праці з урахуванням відпусток та перерахунків визначають за формулою:

$$З_{оп} = \left[(T \cdot 0{,}8 \cdot m_1 \cdot t_1) + (T \cdot 0{,}7 \cdot m_2 \cdot t_2)\right] \cdot 1{,}9, \qquad (6.6)$$

де T - число днів роботи кормоцеху;

30; 25 - годинні тарифні ставки оператора і працівника, грн/год;

$m_1; m_2$ - число операторів і працівників, в проектованому кормоцеху безпосередньо (не включаючи завантаження і доставку кормів) працює 3 людини;

1,9 - коефіцієнт, що враховує нарахування.

Фонд оплати праці в існуючому кормоцеху:

$$З_{оп.с.} = \left[(240 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 8) + (240 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 8)\right] \cdot 1{,}9 = 401208 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці в проектованому кормоцеху:

$$З_{оп.п.} = \left[(240 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 8) + (240 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 8)\right] \cdot 1{,}9 = 310080 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування кормоцеху складаються з амортизаційних відрахувань будівлі, машини, обладнання:

$$А = \frac{Б \cdot К_а}{100}, \text{ (Грн.)} \qquad (6.7)$$

де $Б$ - балансова вартість основних фондів, грн .;

$К_а$ - коефіцієнт щорічних амортизаційних відрахувань,%.

Відрахування на амортизацію споруд:

- для існуючого кормоцеху:

$$З_{ам.с.с.} = \frac{208800 \cdot 3{,}1}{100} = 6472 \text{ грн ;}$$

- для проектованого кормоцеху:

$$З_{ам.с.п.} = \frac{276480 \cdot 3{,}1}{100} = 8570 \text{ грн.}$$

Відрахування на амортизацію машин і устаткування:

- для існуючого кормоцеху:

$$З_{ам.м.с.} = \frac{489600 \cdot 12}{100} = 58752{,}0 \text{ грн .;}$$

- для проектованого кормоцеху:

$$З_{ам.с.п.} = \frac{499200 \cdot 12}{100} = 59904 \text{ грн.}$$

Відрахування на поточний ремонт споруд становить 3% від первісної вартості:

- для існуючого кормоцеху:

$$З_{т.р.с.} = \frac{276480 \cdot 3}{100} = 8294 \text{ грн ;}$$

- для проектованого кормоцеху:

$$З_{т.р.п.} = \frac{208800 \cdot 3}{100} = 6264 \text{ грн.}$$

Відрахування на технічне обслуговування машин становить 12% від балансової вартості:

$$З_{Т.О.с} = 58752 \text{ грн .;}$$

$$З_{Т.О.п} = 59904 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою:

$$З_{е} = 240 \cdot N \cdot 0{,}156 \text{, (Грн.)} \qquad (6.8)$$

де N - добові витрати на електроенергію, кВт · год;

1,56 - ціна електроенергії, грн / кВт · год;

240 - кількість днів роботи.

$$З_{е.с} = 240 \cdot 188{,}5 \cdot 1{,}56 = 70574 \text{ грн.}$$

$$З_{е.п} = 240 \cdot 193 \cdot 1{,}56 = 72259 \text{ грн.}$$

Загальна сума експлуатаційних витрат складе:

$$З_З = З_{оп} + З_{ам.с} + З_{ам.м.} + З_{т.р.} + З_{ТО} + З_е, \text{ (Грн.)} \quad (6.9)$$

$$З_{з.с} = 401208 + 6372 + 58752 + 8294 + 58752 + 70574 = 603952 \text{ грн .;}$$

$$З_{з.п} = 310080 + 8570 + 59904 + 6264 + 59904 + 72259 = 516981 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на приготування кормів визначають за формулою:

$$C_к = \frac{З_з}{P_к}, \text{ (Грн.)} \quad (6.10)$$

де $P_к$ - річна програма кормоцеху, грн.

Експлуатаційні витрати на приготування 1 т кормосуміші складуть:

- в існуючому кормоцеху:

$$C_{к.с.} = \frac{603952}{10080} = 59{,}91 \text{ грн ;}$$

- в проектованому кормоцеху:

$$C_{к.п.} = \frac{516981}{11642{,}4} = 44{,}41 \text{ грн.}$$

Річна економія експлуатаційних витрат:

$$E = (C_{к.с} - C_{к.п}) \cdot P_{к.п}, \text{ (Грн.)} \quad (6.11)$$

$$E = (59{,}91 - 44{,}41) \cdot 11642{,}4 = 180457{,}2 \text{ грн.}$$

Витрати праці на приготування 1 т кормосуміші можна визначити за формулою:

$$З_m = \frac{q_m}{a_m}, \text{ (Грн.)} \qquad (6.12)$$

де q_m - добові витрати праці в кормоцеху, чол · год;

a_m - добова продуктивність кормоцеху, т / добу.

Добові витрати праці:

- в існуючому кормоцеху:

$$q_{m.c} = 4 \cdot 8 = 32 \text{ чол} \cdot \text{год};$$

- в проектованому кормоцеху:

$$q_{m.n} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ чол} \cdot \text{год.}$$

Витрати праці на приготування кормів:

- в існуючому кормоцеху:

$$З_{m.c} = \frac{32}{48} = 0{,}67 \text{ чол} \cdot \text{год / т};$$

- в проектованому кормоцеху:

$$З_{m.n} = \frac{24}{55{,}2} = 0{,}43 \text{ чол} \cdot \text{год / т.}$$

Таким чином, економія праці на приготування 1 т корму складе:

$$m = З_{т.с.} - З_{т.п.} = 0{,}67 - 0{,}43 = 0{,}24 \text{ чол год / т.}$$

Отже, економія праці в проектованому кормоцеху в порівнянні з існуючим становитиме:

$$E = m \cdot P_{к.п.} = 0{,}24 \cdot 11642{,}4 = 2794 \text{ чол год.} \qquad (6.13)$$

Капіталовкладення на приготування 1 т кормосуміші складуть:

$$K_{к.в.} = \frac{K}{P_к}, \text{ (Грн / т)} \qquad (6.14)$$

- для існуючого кормоцеху:

$$K_{к.в.с.} = \frac{766080}{10080} = 76 \text{ грн / т;}$$

- для проектованого кормоцеху:

$$K_{к.в.п.} = \frac{708000}{11642{,}4} = 61 \text{ грн / т.}$$

Річні наведені витрати розраховуються за формулою:

$$П_{пр.} = З_з + K \cdot E_н, \text{ (Грн.)} \qquad (6.15)$$

де $E_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності, $E_н$ = 0,2 [15].

Для існуючого кормоцеху:

$$П_{пр.с} = 603952 + 766080 \cdot 0,2 = 757168 \text{ грн.}$$

Для проектованого кормоцеху:

$$П_{пр.п} = 516981 + 708000 \cdot 0,2 = 658581 \text{ грн.}$$

Наведені витрати на 1 т продукції:

- для існуючого кормоцеху:

$$П_с = \frac{757168}{10080} = 75,11 \text{ грн .;}$$

- для проектованого кормоцеху:

$$П_п = \frac{658581}{11642,4} = 56,56 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначається:

$$E_р = \left[(C_{к.с} + K_{к.в.с} \cdot 0,2) - (C_{к.п} + K_{к.в.п} \cdot 0,2)\right] \cdot P_{к.п}, \text{ (Грн.)} \quad (6.16)$$

$$E_р = \left[(59,91 + 76 \cdot 0,2) - (44,41 + 61 \cdot 0,2)\right] \cdot 11642,4 = 215384,4 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень складе:

$$T_о = \frac{K}{E_р} = \frac{708000}{215384} = 3,2 \text{ роки.} \quad (6.17)$$

У тваринництві однією з причин недобору продукції є недостатня кількість концентрованих кормів. У зв'язку з цим було визначено напрямок на створення засобів механізації підготовки концентрованих кормів на базі вальцьової плющилки.

У технологічну схему кормоцеху ввели плющилку зерна, що дало можливість збільшити продуктивність кормоцеху і виробництво продукції на МТФ.

Проведено розрахунок окремих ліній, визначена їх необхідна продуктивність і встановлена потужність.

Розроблено графік роботи кормоцеху і витрати енергії відповідно до режиму роботи. Проведена робота по виявленню небезпечних ситуацій при експлуатації агрегатів дозволяє належним чином організувати охорону праці в кормоцеху.

Економічне обґрунтування розробки показує, що знизилися витрати праці, річний економічний ефект становить 215384,4 грн., А термін окупності капітальних вкладень - 3,2 роки.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Заходи з охорони праці в проектованої машини

При технічному обслуговуванні плющилки необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки [20-23]:

- перед початком роботи необхідно переконатися в справності агрегату, перевірити наявність і закріплення огорожі, перевірити наявність і комплектність протипожежного інвентарю;

- систематично стежити за справністю заземлення електрообладнання і агрегату;

- перевіряти величину опору заземлення не рідше одного разу протягом 6 місяців за допомогою вимірника заземлення;

- всі операції пов'язані з технічним обслуговуванням і ліквідацією несправностей, проводять тільки при вимкненому рубильнику на лінії, що подає напругу до агрегату, і відсутності тиску пара. На рубильнику і шафах управління прикріпити попереджувальні таблички «Не включати - працюють люди»;

- технічне обслуговування і ремонт електроапаратів, що знаходяться в середині шафи управління, дозволяється тільки особам з кваліфікаційною групою не нижче III;

- не знімати і не відкривати люків до повної зупинки обертових деталей агрегату і перед відкриттям люка пропарювача необхідно переконатися у відсутності тиску в середині пропарювача;

- при появі в машині сторонніх звуків і шумів, терміново зупинити агрегат і виявити причину, яка їх викликала;

- не ремонтувати самостійно електрообладнання і зіпсовану електропроводку. При появі в електрообладнанні або в електропроводці поломки відразу необхідно зупинити агрегат, вимкнути рубильник, викликати електрика;

- стежити за станом ізоляції кабелів струмопровідних частин електроапаратів і обмоток електродвигунів. Опір повинен бути не менше 0,5 МОм.

При підготовці агрегату до роботи необхідно:

- уважно оглянути агрегат, переконатися в наявності зазору між вулицями (зазор повинен бути не менше 0,2 мм) І відсутності сторонніх предметів;

- провести обкатку агрегату на холостому ходу в положенні «Налагодження», включаючи поступово все механізми;

- при обкатці перевірити правильність напрямку обертання механізмів, нагрів підшипникових вузлів і підтікання мастила. Температура нагріву не повинна перевищувати температуру зовнішнього середовища більш, ніж на 40 ° С. Підтікання мастила не допускається;

- після обкатки на холостому ходу перейти до обкатці агрегату під навантаженням в положенні «Робота» і переконатися в нормальній роботі датчика рівня;

- для нормальної роботи механізмів перші 20 годин агрегат завантажувати не більше ніж на 50% його продуктивності.

7.2 Розрахунок освітлення цеху

7.2.1 Розрахунок природного освітлення

Проводимо розрахунок природного освітлення. Визначаємо відношення довжини приміщення цеху L до ширини B.

$$L / B = 16000 / 7000 = 2{,}29.$$

Визначаємо відношення ширини приміщення B до висоти H від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна (H_p = 2 м).

$$B / H_p = 7000 / 2000 = 3{,}5.$$

За відношенням L/B і B/H_p визначаємо значення світлової характеристики вікна: $Q_o = 9{,}6$.

Значення загального коефіцієнта світлопропускання матеріалу вікна:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau = 0{,}9 \cdot 0{,}6 = 0{,}54. \qquad (7.1)$$

Площа підлоги: $S_{під}$ = 112 м^2.

Площа стін: $S_{ст} = 2 \cdot (L + B) \cdot H = 2 \cdot (16 + 7) \cdot 3 = 138$м^2.

Визначаємо коефіцієнт відображення колірної обробки:

- від підлоги $\rho_{під}$ = 0,3;
- від стелі $\rho_{стл}$ = 0,5;
- від стін $\rho_{ст}$ = 0,7.

Визначаємо середньозважений коефіцієнт відбиття від стін, стелі та підлоги:

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_{під} \cdot S_{під} + \rho_{стл} \cdot S_{стл} + \rho_{ст} \cdot S_{ст}}{S_{під} + S_{стл} + S_{ст}} = \frac{0{,}3 \cdot 138 + 0{,}5 \cdot 138 + 0{,}7 \cdot 112}{138 + 138 + 112} = 0{,}51. \qquad (7.2)$$

За відношенням L/B и B/H_p і середньозваженому коефіцієнту $\rho_{ср}$ визначаємо коефіцієнт R, який враховує коефіцієнт природного освітлення завдяки відображенню, приймаємо R = 4,3 [22].

Визначаємо площу вікон:

$$F_{сп} = \frac{l_{\min} \cdot \varphi_o \cdot S_{під} \cdot K_з \cdot K_{зт}}{100 \cdot \tau_o \cdot R}, \qquad (7.3)$$

де $K_з$ - коефіцієнт запасу від ступеня забрудненості повітряного середовища приміщення ($K_з$ = 1,16÷1,5);

$K_{зт}$ - коефіцієнт, що враховує ступінь затемнення вікон сусідніми будинками, $K_{зт}$ = 1.

$$F_{cn} = \frac{2 \cdot 14 \cdot 138 \cdot 1{,}33 \cdot 1}{100 \cdot 0{,}54 \cdot 4{,}3} = 22{,}13 \text{ м}^2.$$

Визначаємо необхідну кількість вікон при площі F_o = 2,04 м^2.

$$n = \frac{F_{cn}}{F_o} = \frac{22{,}13}{2{,}04} = 10{,}8 \text{ шт.} \qquad (7.4)$$

приймаємо n = 11, тобто приймаємо для кормоцеху бічне природне освітлення з 11 з вікнами площею 2,04 м^2.

7.2.2 Розрахунок штучного освітлення

Розрахунок штучного освітлення зводитися до вибору типу світильників, їх числа і раціонального їх розміщення. Визначаємо значення мінімально-допустимої освітленості 75,0 Лк, для ламп розжарювання, виходячи з того, що відповідно до ГОСТ II-4-79, СП-271, ПУЕ технологічний процес виробництва кормів можна віднести до процесів з підвищеним виділенням вологи і пилу. Для штучного освітлення приміщення проектованого цеху приймаємо світильники для сирих і особливо сирих приміщень з корпусом патрона з вологостійкого матеріалу з роздільним введенням проводів типу ПВА. Коефіцієнт запасу освітленості приймаємо рівним K = 1,5.

Для створення рівномірності освітлення встановлюємо відстань між світильниками L_{cp}:

$$L_{cp} = 1{,}4 \div 1{,}8 \cdot H_h, \text{ (м)} \qquad (7.5)$$

де H_h - висота підвіски світильників, H_h = 2,5 м;

$$L_{ср} = 1{,}4 \cdot 2{,}5 = 3{,}5 \text{ м.}$$

Відстань від стін до крайнього ряду світильників приймаємо рівним $0{,}5 \cdot L_p$, тобто 1,75 м. Визначаємо кількість N світильників: N=10 (виходячи з розмірів приміщення цеху).

Визначаємо показник приміщення:

$$i = \frac{L \cdot B}{H_p \cdot (L + B)} = \frac{16 \cdot 7{,}0}{2 \cdot (16 + 7)} = 2{,}44. \qquad (7.6)$$

За показником приміщення, обраному типу світильників і коефіцієнта відображення визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку: K_n = 0,28.

Визначаємо потрібний розрахунковий світловий потік однієї лампи:

$$F_л = \frac{F_{\min} \cdot K_з \cdot S_n}{N \cdot K_n} = \frac{75{,}0 \cdot 1{,}33 \cdot 112}{10 \cdot 0{,}28} = 3990 \text{Лм} \qquad (7.7)$$

За напругою в мережі U_C = 220 В і світловому потоці визначаємо в бік збільшення табличне значення світлового потоку $F_{лт}$ = 5950 Лм, потужність ламп $W_л$ = 200 Вт.

Визначаємо діючу освітленість:

$$E_д = \frac{F_{лт} \cdot N \cdot K_n}{K_з \cdot S_n} = \frac{5950 \cdot 10 \cdot 0{,}28}{1{,}33 \cdot 112} = 111{,}84 \text{ Лк.} \qquad (7.8)$$

Визначаємо потужність освітлювальної установки:

$$W_у = W_л \cdot N = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ Вт} = 2{,}0 \text{ кВт.} \qquad (7.9)$$

За потужністю визначаємо силу струму, по якій можна вибрати перетин плавної вставки запобіжника або min автоматичного відключення:

$$У_y = 1{,}2 \cdot \frac{W_y}{U_c} = 1{,}2 \cdot \frac{2000}{220} = 10{,}98\,\text{А}. \qquad (7.10)$$

7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Будь-яке устаткування підвищеного тиску повинне бути укомплектовано системами вибухозахисту, що припускають:

- застосування устаткування, розрахованого на тиск вибуху;
- застосування гідрозатворів, вогнезагороджувачів, інертних чи парових завіс;
- захист апаратів від руйнування при вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.) [24].

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією навчання й інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промисловій санітарії і пожежній безпеці і т.п.

Трубопроводи. Для того щоб зовнішній вигляд трубопроводу вказував на властивості середовища, що транспортується, уведене їх пізнавальне (сигнальне) фарбування (ДСТ 1402-69). Наприклад: вода - зелений, повітря - синій, лугу - фіолетові і т.д.

Для позначення виду небезпеки речовини, що транспортується по трубопроводу, на його поверхню додатково наносять сигнальні кільця. Їхнє число визначається ступенем небезпеки. Кільця передбачені: червоного кольору - для вибухонебезпечних; зеленого кольору - для безпечних і

нейтральних речовин; жовтого кольору - для токсичних речовин, а також глибокого вакууму, високого тиску.

Усі трубопроводи після монтажу і періодично в процесі експлуатації піддаються гідравлічним іспитам на міцність при спробному тиску на 25 % перевищуючому робоче, але не менш 0,2 Мпа.

Запобіжні пристрої. Кожна посудина чи ємність повинна додатково бути обладнана пристроєм від підвищення тиску вище припустимого. Як запобіжні пристрої застосовуються:

1) запобіжні мембрани - гранична простота їхньої конструкції характеризує їх як самі надійні з всіх існуючих засобів вибухозахисту, крім того вони практично не мають обмежень по пропускній здатності. Хоча в них є свої істотні недоліки, що після спрацьовування устаткування, що захищається, залишається відкритим, що приводить до зупинки устаткування і викиду в атмосферу вмісту апарата;

2) вибухові клапани - використання їх на технологічному устаткуванні дає можливість усунення негативних наслідків, тому що після спрацьовування і скидання необхідної кількості газу через вибуховий клапан його отвір знову закривається, забезпечуючи тим самим тривалість роботи устаткування. До їхнього недоліку варто віднести велику інерційність у порівнянні з мембранами, значну складність конструкції, а також недостатню герметичність;

3) пружинні запобіжні клапани є самими розповсюдженими в даний час засобом захисту технологічного устаткування від вибуху. Однак і вони мають ряд істотних недоліків, в основному через велику інерційність як вантажних, так і пружинних конструкцій клапанів.

7.3.1 Пожежний захист виробничих об'єктів

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 пожежегасіння і димовидалення [24].

Функціонально автоматична пожежна сигналізація складається з приймально-контрольної станції, що через сигнальні лінії з'єднана з пожежними сповіщувачами. Задача сигнальних сповіщувачів є перетворення різних проявів пожежі в електричні сигнали.

Швидкість спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації в основному визначається швидкістю спрацьовування первинних сповіщувачів. В даний час найбільш часто використовуються теплові, димові, світлові і звукові пожежні сповіщувачі.

Запобігання розвитку пожежі залежить не тільки від швидкості его 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 інгібірування (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 відносяться в першу чергу вода 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 усе 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.

Висновки. Для уникнення і мінімізації важких наслідків надзвичайних ситуацій надзвичайно важливим є забезпечення заходів з інженерного захисту від можливих негативних чинників.

8. ЕКОЛОГІЯ

Сільськогосподарська індустрія є основою життя людського суспільства, оскільки дає людині те, без чого неможливе життя − їжу та одяг (вірніше сировину для виробництва одягу). Але сільське господарство приносить не тільки користь, а й шкоду. Найбільша шкода − це забруднення навколишнього середовища відходами тваринництва [25]. Розвиток тваринництва на промисловій основі, створення міцної кормової бази, розширення відгінних пасовищ, велика концентрація поголів'я худоби на обмеженій площі, зміна традиційних форм його змісту зумовлюють необхідність використання великої кількості води з річок, озер та інших водних об'єктів, що справляє істотний вплив на стан самих водойм і навколишнього середовища в цілому. Як відомо, промислове тваринництво − один із самих великих водоспоживачів. Наприклад, на виробництво 1 м3 молока потрібно 5 м3 води, 1 тонни м'яса – 20 тис. м3 .

Санітарно-гігієнічні умови на фермах також в основному підтримуються за допомогою води: для миття тварин, очищення приміщень та їх дезінфекцій, підготовки кормів, миття посуду і апаратури, гідрозмиву гною і т.д. Кількість стоків тваринницьких комплексів становить від 250 до 3000 тонн на добу (від 90 тис. до 1 млн. тонн на рік). Разом з тим із зростанням споживання води для потреб тваринництва збільшується скидання стічних вод у водойми, в результаті чого вони забруднюються і втрачають свої корисні властивості. Навіть скидання невеликих доз неочищених гноєвмісних стічних вод від тваринницьких ферм і комплексів викликає масові замори риби і завдає значної економічної шкоди. Тому інтенсивна і різностороння дія сільського

господарства на навколишнє середовище пояснюється не тільки зростаючим споживанням природних ресурсів, необхідних для безперервного зростання аграрного виробництва, але й утворенням значних відходів і стічних вод від тваринницьких ферм, комплексів, птахофабрик та інших сільськогосподарських об'єктів.

Великі тваринницькі комплекси і птахофабрики в сучасних умовах залишаються самими шкідливими забруднювачами навколишнього середовища [25].

На відгодівельному майданчику, де, наприклад, 10 тис. голів худоби, щодня накопичується до 200 тонн гною. Наприклад, один тільки свинарський комплекс на 100 тис. голів, або комплекс великої рогатої худоби на 35 тис. голів можуть забруднити навколишнє середовище на рівні великого промислового центру з населенням 400…500 тис. осіб.

Здійснювані перетворення, зміна форм власності та господарювання в агропромисловому комплексі не супроводжувалися в останні роки розширенням застосування природоохоронних і ресурсозберігаючих технологій. У результаті основні показники, що характеризують вплив галузі на навколишнє середовище, за останні роки суттєво не покращилися, екологічна обстановка в ряді регіонів залишається неблагополучною, а забруднення навколишнього середовища – високим .

За останні роки скорочення поголів’я худоби та птиці трохи знизило негативний вплив тваринництва на навколишнє середовище. У результаті скорочення поголів’я худоби обсяг стоків від тваринницьких комплексів та птахофабрик зменшився більш ніж на 50 млн. тонн або на 12 %. Практично без очищення скидаються стічні води тваринницьких комплексів та інших сільськогосподарських об’єктів. Більшість очисних споруд (78,5 %) не відповідають нормативним вимогам. Неефективна робота очисних споруд обумовлена застарілими технологіями очищення стічних вод і зношеністю обладнання.

Підприємствами сільського господарства викинуто в атмосферу понад 25,58 тис. тонн забруднюючих речовин. Хімічне і біологічне забруднення атмосферного повітря в значній мірі сприяють також недостатньо відпрацьовані технології на промислово-тваринницьких комплексах і птахофабриках [25].

Джерелами забруднення атмосфери є приміщення для утримання худоби, відгодівельні майданчики, гноєсховища, біологічні ставки, ставки-накопичувачі стічних вод, поля фільтрації, поля зрошення. У зоні тваринницьких комплексів та птахофабрик атмосферне повітря забруднене мікроорганізмами, пилом, аміаком та іншими продуктами життєдіяльності тварин, поширюють неприємні запахи (понад 45 різних речовин). Ці запахи можуть поширюватися на значній відстані (до 10 км), особливо від свинокомплексів. У сільському господарстві розводять переважно рослиноїдних тварин, тому для них створюють рослинну кормову базу (луки, пасовища і т. д.). Сучасна домашня худоба, особливо високопродуктивних порід, дуже розбірлива до якості корму, тому на пасовищах відбувається вибіркове поїдання окремих рослин, що змінює видовий склад рослинного різноманіття і без корекції може зробити дане пасовище непридатним для подальшого використання. Крім того, що поїдається зелена частина рослини, відбувається ущільнення ґрунту, що змінює умови існування ґрунтових організмів.

Одним із заходів по очищенню навколишнього середовища від відходів тваринництва може бути очищення гнойових стоків [25].

Конструктори і спеціалісти розробили різні схеми очищення гнойових стоків. За однією зі схем, спочатку здійснюється механічне очищення, після чого рідка фаза находить на двоступеневе біологічне очищення, потім − піщано-гравійні фільтри і далі на поля зрошення або відкриті водойми, а тверда йде на термічне та біотермічне знезараження і лише після цього вивозиться на поля. Інша схема передбачає виготовлення із стоків торфокомпостів, які вивозяться на поля біотермічного знезараження. Найпрогресивнішою є третя схема, згідно з якою основу очистки становлять гноєсховища і ставки-

нагромаджувачі, звідки рідка фаза надходить на поля фільтраційна і після цього у водойми, а тверда вивозиться на поля. В Україні способом гідрозмиву одержується в рік близько 60 млн.т гною. Після 3…4 місяців зберігання його можна використати як добриво, як в рідкому, так і в розділеному на фракції стані.

На всіх тваринницьких комплексах і великих спеціалізованих фермах обов'язковими тепер повинні бути досконалі каналізаційні мережі та очисні споруди , які б надійно захищали навколишнє природне середовище, у тому числі й водойми, від забруднень. Нині широко застосовують такі способи очищення стічних вод сільськогосподарського виробництва:

- повне біологічне очищення за спеціальною схемою і використання для удобрення ґрунтів осадів стічних вод;
- розділення відходів на тверду та рідку фракції з наступним використанням води для поливу, а твердого осаду у вигляді добрива;
- компостування стоків з торф'яною крошкою та органічними відходами землеробства в спеціальних сховищах, одержаний таким чином компост використовують як органічні добрива.

Одним із перспективних напрямів розв'язання проблем охорони навколишнього середовища та одержання додаткових енергоресурсів і водночас комплексного використання відходів індустріального тваринництва можна вважати виробництво з них біогазу. Останній є продуктом переробки органічних відходів тваринництва за допомогою так званих метанових мікроорганізмів. Цей газ можна використовувати для підігрівання води та приготування кормів. При одержанні біогазу без доступу повітря перероблюваний гній повністю зберігає азот в органічному добриві (тоді як при компостуванні його майже половина азоту втрачається). Крім того, за таких умов насіння бур'янів, що міститься у відходах тваринництва, втрачає свою схожість, а хвороботворні мікроби, яйця гельмінтів тощо знешкоджуються.

«ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ»

Науково-технічний прогрес в механізації машин для приготування кормів тваринницьких ферм, спрямований на зниження питомих витрат енергії, підвищення продуктивності, поліпшення показників якості виконуваних робіт та покращення умов праці операторів обладнання автоматизацією робочого процесу машин, зниженням техногенного навантаження на природне середовище.

Вдосконалення технологічних ліній та машин для приготування кормів на сучасних тваринницьких фермах дає змогу підвищувати продуктивність праці, а також збільшувати ефективність кінцевої продукції, а саме, кількісних і якісних показників.

У магістерській дипломній роботі проаналізовано сучасні технології виготовлення кормосумішей. Проведені розрахунки машин для помелу та подрібнення фуражного зерна, вдосконалено технологічний процес її виготовлення, а також здійснено підбір основного технологічного обладнання, а саме, використання плющилки, яка дозволяє використовувати вологого зерно, непридатне для харчової промисловості.

Запропоновано модернізований технологічний процес з конструктивними змінами машини ПЗ-3, який дозволяє використовувати зволожене зерно з зменшенням енергозатрат, для якого проведено аналітичні дослідження.

Розроблено технологічний процес механічної обробки деталі, спроектовано технологічний процес її виготовлення, виконано вибір та запроектовано засоби технологічного оснащення.

Проаналізовано стан охорони праці підприємства по утриманню свиней. В роботі запропоновано деякі аспекти, спрямовані покращенню охорони праці в цеху по виробництву кормосумішей, а саме: природного та штучного освітлення. Проведено аналіз охорони навколишнього середовища, безпеки

життєдіяльності і цивільної оборони типового підприємства по виробництві кормосумішей і дано рекомендації по їх покращенню.

Розроблені конструктивні рішення, відображені у графічній частині роботи.

Робота виконана із використанням рекомендацій методичних вказівок до виконання магістерських дипломних робіт [26, 27, 28, 29, 30].

Бібліографія:

1. Інтернет джерело [https://msb.aval.ua/news/?id=26527

2. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 1 / Хомик Н.І., Довбуш А.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. – 224с.

3. Хомик Н.І. Машини 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.

4. Проектування технологій і технічнхи засобів для тваринництва з ред. Скорика О.П., Х., 2009. – 428 с

5. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини том.3. - М: Урожай, 2002. – 432 с.

6. Белянчиков М.М, Смирнов А.И. Механизация животноводства. – М.: Колос, 1983 г. – 360 с.

7. Довідник оператора кормоцеху / В.І. Грицаєнко, В.С. Шебельниченко, А.О. Задорожний та ін. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.

8. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

9. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.

10. Melnychuk A.V. Energy costs of grinding feed grain. A.V. Melnychuk, B.P. Trach, I.V. Anoshkin. Actual problems of modern technologies : 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. 117-118.

11. Горбацевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Вышейшая школа, 1983. – 298 с.

12. Горошкин А.К. Приспособления для металорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1979. – 130 с.

13. Данилевский В.В. Справочник молодого машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.

14. Клецкин А.П. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.3. – М.: Агропромиздат, 1978. – 365 с.
15. Режимы резания. Справочник /Под. ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972.
16. Клецкин А.П. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.3. – М.: Агропромиздат, 1978. – 365 с.
17. Нефедов И.М., Осипов М.К. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1978.
18. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88.
19. Гевко Р.Б. Техніко-економічне обгрунтування застосування машин, обладнання і технологій [Текст] : Навчальний посібник / Р. Б. Гевко, Б. Б. Гладич, І. І. Павх, Т. П. Соломка. – Тернопіль : б/в, 2003. – 164с.
20. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1970. – 216 с.
21. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. – Львів: Новий світ, 2000. – 230 с.
22. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: . Знання, 2000. – 188с.
23. Шкрабак В.С., Казлаускас Г.К. Охрана труда. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
24. Цивільна оборона. Підручник /За ред. В.С. Франчука, Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2001. – 256с.
25. Кучерявий В.П. Екологія. Підручник. – Львів: Світ, 2001. – 500 с.
26. 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.
27. 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.

28. 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.

29. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.

30. 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.