

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Обґрунтування параметрів дозатора мікродобавок
кормоцеху**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МСм-61

напряму підготовки (спеціальності)

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Мозіль Н.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Довбуш Т.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Хомик Н.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Гевко Р.Б.

« _____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Мозілю Назару Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема проекту (роботи)** Обґрунтування параметрів дозатора мікродобавок кормоцеху

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 500 голів великої рогатої худоби з вдосконаленням механізмів дозування мікродобавок; процес механічної обробки деталі; робоче креслення деталі; річна програма випуску деталей

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

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

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

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

1. Технологічна схема кормоцеху (1A1). 2. План корівника на 500 голів ВРХ (1A1).

3. Технологічна схема кормоагрегату (1A1) 4. Дозатор мікродобавок. Складальне креслення (1A1). 5. Привід ексцентриковий. Складальне креслення (1A1). 6. Змішувач запарник. Загальний вигляд (1A1). 7. САПР. Дослідження сили інерції маси мікродобавок на шатун. (1A1).

8. Деталювання (2A1). 9-10. Спеціальні верстатні приспособлення (2A1).

11. Інструментальна наладка на операції (1A1).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	САПР сільськогосподарських машин	Сташків М.Я., доцент		
	Розробка технологічного процесу			
	механічної обробки деталі	Олексюк В.П., доцент		
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 _____
(підпис)

_____ *Мозіль Н.Я.*
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

_____ *Довбуш Т.А.*
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

стр.

ОСНОВНА ЧАСТИНА:

АНОТАЦІЯ

ВСТУП

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

- 1.1. Стан тваринництва України, фактори зростання галузі
- 1.2. Склад кормів та вимоги до їх згодування тваринам
- 1.3. Технологічні схеми кормоцехів
- 1.4. Огляд машин підготовки кормів
- 1.5. Огляд механізмів для дозування кормів та мікродобавок
- 1.6. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

- 2.1. Розрахунок необхідної кількості кормів
- 2.2. Технологія обробки кормів та рекомендований комплект обладнання кормоцехів
- 2.3. Розрахунок продуктивності лінії кормоцеху та вибір машин
- 2.4. Розрахунок шнекового транспортера кормів
- 2.5. Механізм змішування кормів
 - 2.5.1. Конструктивний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів
 - 2.5.2. Силовий розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів
 - 2.5.3. Кінематичний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів
 - 2.5.4. Енергетичний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Вибір кінематичної та конструктивної схеми

дозатора мікродобавок

3.2. Аналітичні дослідження кінематики пульсатора

3.3. Розрахунок вала вібраційного дозатора

3.4. Розрахунок вала на жорсткість

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА:

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

4.2.1. Дослідження величини прискорення штовхача мікродозатора від частоти обертання вала привода

4.2.2. Дослідження величини прискорення штовхача мікродозатора від величини ексцентрика

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 технологічного процесу приготування кормів

6.2. Розрахунок показників економічної ефективності процесу приготування кормів

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Заходи охорони праці в проєктованому кормоцеху

7.2. Розрахунок захисного заземлення кормоцеху

7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

8. ЕКОЛОГІЯ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

АНОТАЦІЯ

Завданням кваліфікаційної роботи магістра є обґрунтування параметрів дозатора мікродобавок кормоцеху. Робота містить такі розділи:

1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. У цьому розділі описано стан тваринництва в Україні та фактори зростання галузі за останній час; склад кормів та вимоги до згодування тваринам; технологічні схеми кормоцехів; огляд машин та механізмів для дозування та підготовки кормів.

2. Обґрунтування 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 вибрано кінематичну та конструктивну схему дозатора мікродобавок; проведено аналітичні дослідження кінематики пульсатора; розраховано вал вібраційного дозатора.

4. САПР сільськогосподарських машин. У цьому розділі описано методи та системи САПР сільськогосподарської техніки; розроблено модель об'єкту проектування із дослідженням зміни прискорення штовхача мікродобавок в залежності від інших конструктивних факторів.

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

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

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

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

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

Об'єм кваліфікаційної роботи магістра: графічна частина складається із 11 листів креслення формату А1; розрахунково-пояснювальна записка містить ___ стр. машинописного тексту, з них ___ стр. додатків, у тому числі ___ рисунки і ___ таблиць, 28 посилань на літературні джерела.

ВСТУП

Тваринництво є другою важливою галуззю сільського господарства. Від рівня його розвитку залежить наповнення ринку висококалорійними продуктами харчування – м'ясом, молочними продуктами, яйцями тощо. Тваринництво дає сировину для харчової і легкої промисловості (м'ясо, молоко, шкіра, вовна, віск, пух тощо), а також для виробництва ряду лікувальних препаратів. Екологічне значення полягає в забезпеченні землеробства органічними добривами, внесення у ґрунт яких повертає в природу значну кількість органічної маси, сприяє підвищенню його родючості, вмісту гумусу, розвитку мікрофлори, інтенсифікації ґрунтоутворного процесу і кругообігу речовин в породі. До складу продуктивного тваринництва входять скотарство, свинарство, птахівництво і вівчарство. Менше значення мають конярство, бджільництво, ставкове рибництво, шовківництво тощо.

Провідні позиції в галузі тваринництва на даний час займає птахівництво. Народногосподарське значення птахівництва визначається його можливістю постачати цінні продукти харчування – яйця і м'ясо, які характеризуються високою поживністю, відмінними дієтичними і смаковими якостями. Побічну продукцію птиці ефективно використовують у народному господарстві. Так, пух і пір'я є цінною сировиною для легкої промисловості. Послід птиці багатий на протеїн (25...40%), фосфор та інші мінеральні речовини, тому його використовують як органічне добриво. Після висушування послід можна згодовувати великій рогатій худобі і свиням. Наявність у його складі сечової кислоти дає можливість використовувати послід для виготовлення медичних препаратів. Із відходів забою та інкубації яєць виготовляють сухі білкові корми, що містять 50...85 % протеїну, всі незамінні амінокислоти, вітамін В₁₂ та інші поживні речовини.

Сьогодні галузі, об'єднані загальним поняттям «українське тваринництво», розвиваються досить різнопланово, як в цілому по Україні, так і на підприємствах різного типу.

Ситуація, що склалася в галузі тваринництва пов'язана з тим, що у ринкових умовах сільськогосподарським товаровиробникам не вигідно займатися такою фінансово та матеріаломісткою галуззю. Зміна економічних відносин між виробниками аграрної сфери та переробними підприємствами, недосконала система ціноутворення й збуту продукції тваринництва, невідповідні механізми постачання кормів і забезпечення ними та іншими необхідними ресурсами, відсутність системного підходу в державній підтримці призвели до того, що собівартість продукції цієї сфери почала значно перевищувати її реалізаційну ціну. Внаслідок чого тваринники змушені були вдатися до значного скорочення чисельності поголів'я. За останніх п'ять років ми спостерігаємо позитивну тенденцію до збільшення поголів'я у галузі свинарства та птахівництва. Приріст поголів'я, відповідно, становить 16,10 % та 20,57 %. Проте, після активного нарощування поголів'я свиней у 2009–2010 рр. було зафіксовано його скорочення щонайменше на 8 % у 2011р. Внаслідок тотального імпорту в Україну дешевої свинини, національні виробники змушені були знижувати ціну, навіть зазнаючи збитків, що спричинило додатковий вплив на зменшення приросту поголів'я свиней за останні два роки. На нашу думку, сьогодні імпорт не має значного впливу на ринок свинини, більшою мірою впливає попит на внутрішньому ринку, який є відносно стабільним і не зростає пропорційно росту виробництва свинини. Запровадження цілеспрямованої державної політики у скотарстві, зокрема, надання бюджетної підтримки на утримання молодняка великої рогатої худоби, 255 вперше за роки незалежності зумовило зростання чисельності великої рогатої худоби. На 1 січня 2013р. у країні нараховувалося 4645,9 тис. голів великої рогатої худоби, що на 220,1 тис. голів, або на 5,0 %, більше порівняно з початком 2012р. У цілому ж, за останні п'ять років маємо зменшення поголів'я ВРХ на 433,1 тис. гол., або 8,53 %. При цьому, поголів'я корів зменшилося

більш ніж на 10 %, що негативно відображається на показниках молочної підгалузі. Зменшення поголів'я худоби та птиці відбулося, переважно, у сільськогосподарських підприємствах. Як наслідок, змінилася структура утримання худоби. Так, якщо у 1990р. 85,6 % ВРХ утримували сільгосппідприємства, а господарства населення – 14,4 %, то вже у 2012р. 67,6 % утримується у господарствах населення, і лише 32,4 % – у сільськогосподарських підприємствах. Така ситуація є незмінною протягом всього досліджуваного періоду з 2008–2012рр. У результаті проведених досліджень встановлено, що протягом 2008–2012рр. у галузі тваринництва мало місце подальше зниження поголів'я ВРХ, яке спричинило загальне скорочення обсягів виробництва продукції скотарства. Проблемою галузі тваринництва є сконцентрованість виробництва продукції тваринництва у господарствах населення, їх неспроможність виробляти продукцію, що відповідає міжнародним стандартам якості. Крім цього, низький рівень застосування інтенсивних технологій утримання худоби та птиці, з використанням найбільш досконалої механізації виробничих процесів на тваринницьких фермах і комплексах та відсутність вітчизняної селекційно-племінної бази високопродуктивних порід ВРХ та свиней робить продукцію тваринництва неконкурентоспроможною на зовнішніх ринках. Потрібно констатувати факт, що імпорт в Україну дешевого м'яса свинини, молочної продукції витісняє аналогічну українську продукцію на внутрішньому ринку. Для вирішення даних проблем з боку держави має здійснюватися системне та цілеспрямоване державне регулювання, в якому не останню роль має відігравати бюджетна підтримка галузі тваринництва, політика протекціонізму, створення передумов для інвестиційно-інноваційного розвитку галузі тваринництва. В цілому подальші дослідження будуть спрямовані у напрямку розвитку галузі тваринництва шляхом поєднання зусиль і злагодженої взаємодії держави, виробників і переробників

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Стан тваринництва України, фактори зростання галузі

Показником розвитку тваринництва є поголів'я худоби. Динаміка ілюструє тенденцію скорочення усіх видів тварин: за останні п'ять років поголів'я ВРХ скоротилося на 60 %, у т. ч. корів – на 56 % та становить 2,1 млн.гол, що на 2,3 млн.гол менше від запланованого у програмі рівня. Поголів'я свиней становить 7,1 млн, що на 6,4 млн менше від прогнозованого. За попередніми даними державної служби статистики України у 2016 р. найбільша кількість худоби м'ясного напрямку зареєстрована у Волинській (13,2 тис. гол.) та Чернігівській (9,7 тис. гол.) областях. Найбільше поголів'я корів – у Вінницькій (158,8 тис. гол.), Хмельницькій (135,6 тис. гол.), Полтавській (128,7 тис. гол.) та Львівській (127,6 тис.гол.) областях. Валове виробництво продукції тваринного походження не забезпечує вимог продовольчої безпеки країни. З необхідних для внутрішнього споживання 4 млн.т м'яса усіх видів у 2015р. вироблено лише 2,3, що на 40 % вище від рівня 2000р.

Згідно Державної програми розвитку тваринництва передбачалося нарощування обсягів виробництва молока до 20 млн.т. В результаті досягнуто лише половина від наміченого рівня - 10,6 млн.т (табл. 1.1). Найбільшими виробниками молока в першому півріччі 2016р. з ринковою часткою понад 5 % були такі регіони, як: Полтавська (15,7 %), Черкаська (10,9 %), Харківська (8,8 %), Чернігівська (8,5 %), Київська (7,7 %), Вінницька (7,2 %), Сумська (6,5 %) і Хмельницька (5,7 %) області. Сумарно ці 8 регіонів забезпечили 70,9 % всього обсягу виробництва молока в Україні [1].

Таблиця 1.1 – Виробництво продукції тваринництва у господарствах усіх категорій в Україні

Вид продукції	1990р.	2000р.	2010р.	2015р.	2015р. до 1990р., %
М'яса всіх видів. тис.т	4357,8	1662,8	2059,0	2322,6	53,3
Молоко всіх видів, тис.т	24508,3	12657,9	11248,5	10615,4	43,3
Яйця від птиці всіх видів, млрд.шт	16286,7	8808,6	17052,3	16782,9	103,0
Вовна всіх видів, т	29804	3400	4192	2270	7,6
Мед, т	50858	52439	70873	63615	125,1

Годівля сільськогосподарських тварин – наука про регулювання їх живлення залежно від віку, фізіологічного стану, розвитку і продуктивності. Вона вивчає закономірності повноцінного і спрямованого годування, поживність і властивості кормів, науково обґрунтовану потребу тварин у поживних і біологічно активних речовинах, умови заготівлі, зберігання, приготування й раціонального використання кормів, принципи складання норм годівлі та раціонів, техніку та організацію годівлі. В умовах господарства годівля – виробничий процес, що забезпечує живлення тварин за рахунок використання кормів. Головні фактори повноцінної годівлі: повний набір незамінних поживних речовин, своєчасне й оптимально узгоджене в кількісному відношенні надходження їх в організм тварин. Раціони повинні бути збалансованими приблизно за 20-ма чітко нормованими показниками для великої рогатої худоби (надалі – ВРХ) і 50...80-ма показниками для свиней і птиці. Кількість показників, що контролюється, зростає у міру підвищення рівня інтенсифікації тваринництва. Основа інтенсивного розвитку

тваринництва – повноцінна годівля, яка забезпечується виробництвом достатньої кількості кормів, зниженням втрат їх поживності при заготівлі та зберіганні, а також правильною підготовкою кормів до згодовування.

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

Корми – сировина, тому мають відповідати певним вимогам, а саме кормів: повинні містити поживні речовини у доступній для засвоєння формі; добре поїдатися тваринами; не мати шкідливого впливу на тварин; не погіршувати якості продукції; за своїми фізичними і хімічними властивостями відповідати анатомо-фізіологічним особливостям тварин. Корми не повинні містити токсичних і отруйних речовин, та речовин, які можуть змінити природні властивості продукції, наприклад, її колір, смак або запах. Корми не повинні бути забруднені ґрунтом, пально-мастильними матеріалами, радіоактивними елементами, не містити сторонніх включень (особливо металевих), мати допустимий вміст нітратів і нітритів. У кормах не повинно бути біологічних чи хімічних препаратів, які, потрапляючи в організм людини з продуктами харчування, спричиняли б шкідливий вплив на здоров'я, наприклад, стимуляторів росту.

Відтак, гальмують розвиток тваринництва в Україні широкий спектр ендо- та екзогенних чинників, таких як: відсутність стабільної та ефективної державної підтримки сільськогосподарських виробників, непрогнозована цінова політика, нерозвинений експортний потенціал, низька інвестиційна привабливість скотарства та тривалий термін окупності капіталовкладень порівняно з птахівництвом та свинарством, відсутність ефективних зовнішніх ринків збуту. Проблемою є низька якість та конкурентоспроможність молока,

що унеможливило його вихід на ринки ЄС. Вирішення зазначеної проблеми можливе шляхом значних інвестицій у холодильне, транспортне обладнання. Менш захищеними щодо дії негативних чинників зовнішнього середовища залишаються господарства населення, що не вважаються бізнесовою одиницею та не можуть конкурувати з підприємствами ні за якістю, ані за ціною.

1.2. Склад кормів та вимоги до їх згодування тваринам

Організм тварин у процесі живлення засвоює в певних кількостях та співвідношеннях необхідні речовини у вигляді простих сполук і будує з них власні клітини, тканини й органи, а також синтезує низку біологічно активних речовин — ферментів, гормонів та ін [2,].

До складу рослин і тіла тварин входять майже всі хімічні елементи, багато з яких є життєво необхідними. Основну масу рослин і тварин становлять так звані органогени: вуглець, кисень, водень, азот. На їхню частку у рослин припадає 96 — 98 %, у тварин — 95 % усієї маси, а разом із кальцієм і фосфором — 98,5 %.

Елементи, яких в організмі тварин або у кормах міститься не менше ніж 0,01 %, називаються макроелементами, а ті, що знаходяться в тисячних частках відсотка і менше, — мікроелементами.

Хімічні елементи входять до складу різних сполук, які для зручності агрозоотехнічного аналізу об'єднують у певні групи речовин, подібних за хімічним складом або фізіологічною дією в організмі. Це — вода, мінеральні (сира зола), органічні та біологічно активні речовини.

Підтримуючим вважається такий рівень годівлі тварин у непродуктивному стані, під час якого вона не змінює своєї маси. Визначають поживність корму в кормових одиницях, виходячи з хімічного складу корму і коефіцієнтів перетравності. На їх підставі обчислюють вміст перетравних поживних речовин. Останні перемножують на коефіцієнт переводу їх у кормові одиниці і роблять поправку на повноцінність концентратів і

коренебульбоплодів та сирої клітковини грубих і зелених кормів та продуктів їх переробки (силос, сінаж, трав'яне борошно).

На основі потреби тварин в енергії і поживних речовинах протягом певного часу, встановлюють норму годівлі. В довідниковій літературі частіше всього норму годівлі подають на одну добу, з врахуванням ваги тварини, віку, фізіологічного стану, продуктивності тощо.

На підставі норм годівлі складають кормові раціони. Кормовим раціоном називають набір певних кормів у відповідній кількості, які згодуються тваринам, згідно норми годівлі. Кормовий раціон, як і норма годівлі, охоплює певний проміжок часу – добу, декаду, місяць, рік.

За поживністю кормовий раціон повинен обов'язково відповідати нормі годівлі, а також бути достатнім за масою, враховувати певні особливості тварин (масу, вік, рівень продуктивності тощо), наявність певних кормів у господарстві, кліматичні умови тощо.

У виробничих умовах, як правило, раціони складають для групи тварин певної статі, маси, віку та продуктивності, і таку годівлю називають груповою. Для такої годівлі формують більш-менш однорідні групи тварин, визначають норму і складають раціон із розрахунку на середню голову.

Відповідно до питомої ваги окремих кормів у складі раціонів виділяють різні типи годівлі тварин. Наприклад, для дійних корів за кількістю концентратів розрізняють концентратний, напівконцентратний, малоконцентратний і об'ємистий типи годівлі.

Основою ефективного розвитку галузі тваринництва є повноцінна годівля тварин, яка забезпечується виробництвом достатньої кількості кормів, зниженням втрат їхньої поживності під час заготівлі, зберігання, а також правильною підготовкою кормів до згодовування.

Якість кормів визначається вмістом поживних, тобто цінних для організму тварини речовин, а також наявністю чи відсутністю в них баластних, некорисних, а іноді навіть шкідливих домішок. Останні погіршують якість корму, здатні спричинити травмування чи отруєння тварин, знижують

ефективність роботи і можуть стати причиною несправностей технологічного обладнання.

Допустимий ступінь забруднення очищеної кормової сировини має бути не вищим, %: земляних домішок – 1...2, піску – 0,2...1, насіння отруйних рослин – 0,25. Уміст металевих часточок із тупими краями і розміром до 2 мм допускається до 30 мг на 1 кг корму.

Величина кормових часточок залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також виду корму і характеру його використання (у складі сумішей чи для роздільного згодовування, розсипний чи пресований).

Так, коренебульбоплоди рекомендується подрібнювати для великої рогатої худоби на стружку завтовшки 10...15 мм, для свиней – на часточки розміром 5...10 мм. Грубі корми для великої рогатої худоби слід переробляти на січку (краще розщеплену вздовж волокон) завдовжки 30...50 мм за роздільного згодовування і 10...15 мм – у складі кормових сумішей; для свиней – на часточки завбільшки 1...2 мм. Комбікорми для свиней потрібно готувати з інгредієнтів дрібного (0,2...1 мм) помелу, для великої рогатої худоби і птиці – середнього (1...1,8 мм) і грубого (1,8...2,6 мм). Згідно з вимогою кожний вид корму приводять до стану, що забезпечує найкращий ефект за його згодовування.

Суміші, що містить соковиті компоненти чи рідкі добавки, потрібно роздавати тваринам не пізніше, ніж через 1,5...2 години після приготування.

За своєю природою способи підготовки кормів до згодовування є:

- 1) механічний (очищення, сушіння, запарювання, варіння, осолоджування, пресування);
- 2) тепловий (підігрівання, сушіння, запарювання, варіння та інше);
- 3) біологічний (силосування, заквашування, осолоджування, дріжджування, пророщування);
- 4) хімічний (обробка лугом або кислотою, розчинення);
- 5) електричний (сортування, очищення, обробка інфрачервоним чи ультрафіолетовим промінням, подрібнення).

Процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних операцій, спрямованих на надання сировині, що обробляється, нових властивостей. Машини, що виконують такі операції, називаються технологічним обладнанням. Крім технологічного обладнання, у процесі кормоприготування для переміщення об'єкта обробки від машини до машини чи його перевантаження використовують і допоміжне обладнання, яке забезпечує потоковість і безперервність, усуває ручну працю в процесі кормоприготування.

Існують наступні схеми приготування кормів (рис. 1.1).

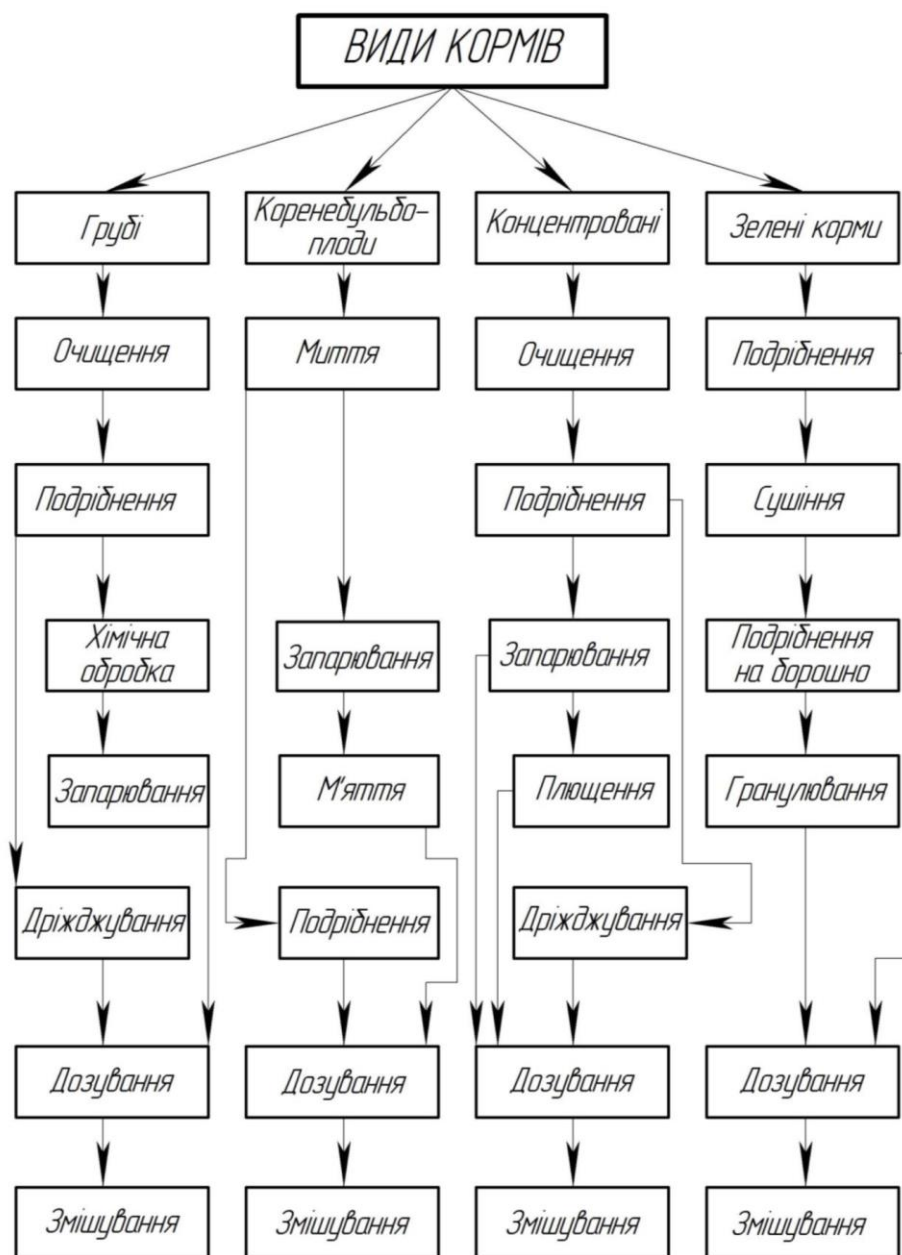


Рисунок 1.1 – Технологічна схема обробки і приготування кормів

1.3. Технологічні схеми кормоцехів

Кормоцехи призначені для прийому, накопичення, підготовки та обробки кормової сировини (в основному місцевого виробництва - соломи, сіна, коренебульбоплодів і інших), прийому і накопичення окремих компонентів в готовому вигляді (комбікорм, меляса і так далі), приготування вологих сумішей і видачі їх в мобільні або стаціонарні кормороздавачі.

Проект уніфікованого кормоцеху КЦК-5, технологічно-конструктивна схема якого приведена на рис. 1.2 різних варіантів для ВРХ. У цьому кормоцеху, в лінії коренеплодів застосовують мийку-подрібнювач ИКМ-5, змішувачі безперервної дії С-30, ИСК-3, СК-10.

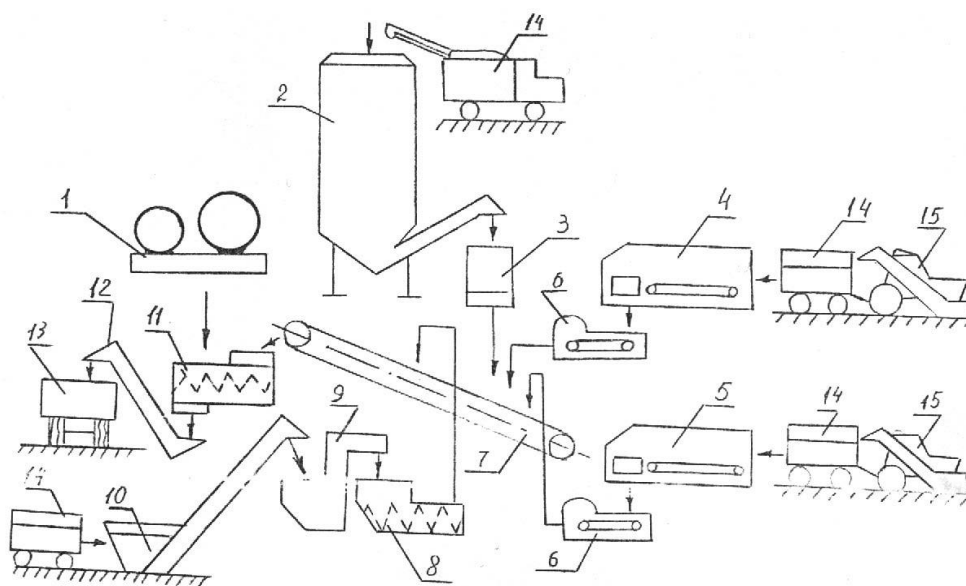


Рисунок 1.2 – Технологічно-конструктивна схема кормоцеху КЦК-5:

- 1 – змішувач меляси СМ-1,7; 2 – бункер концентратів БСК-10; 3 – дозатор концентратів ДК-10; 4 – живильник силосу КТУ-1; 5 – живильник грубих кормів КТУ-10-6; 6 – дозатор стеблистих кормів ДСК-30; 7 – транспортер ТЛ-65;
- 8 – дозатор кормів ДС-15; 9 – подрібнювач коренеплодів ИКМ-5;
- 10 – живильник коренеплодів 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.

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, 3].

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 "Беларусь" та кормороздавачів КТУ-10 або причепів ПСЕ-12,5, ПСЕ-30, ПТС-4-887, ПТС-6, які доставляють їх в живильники дозатори кормоцехів.

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 інш.)

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. 1.3). 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.

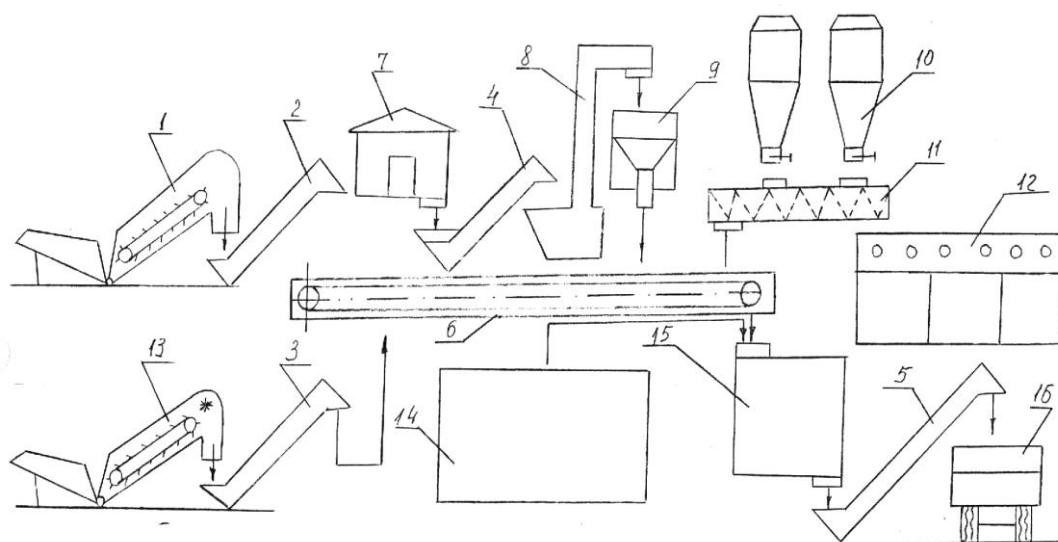


Рисунок 1.3 – Технологічно-конструктивна схема кормоцеху КОРК-15:

- 1 – живильник силосу ПЗМ-1,5; 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 конвеєр; 12 – пульт управління; 13 – живильник для соломи ПЗМ-1,5;
 14 – обладнання ОМК-2; 15 – подрібнювач змішувач ИСК-3;
 16 – кормороздавач КТУ-10.

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

Кормоцех на 400-800 корів (рис. 1.4) 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 [4].

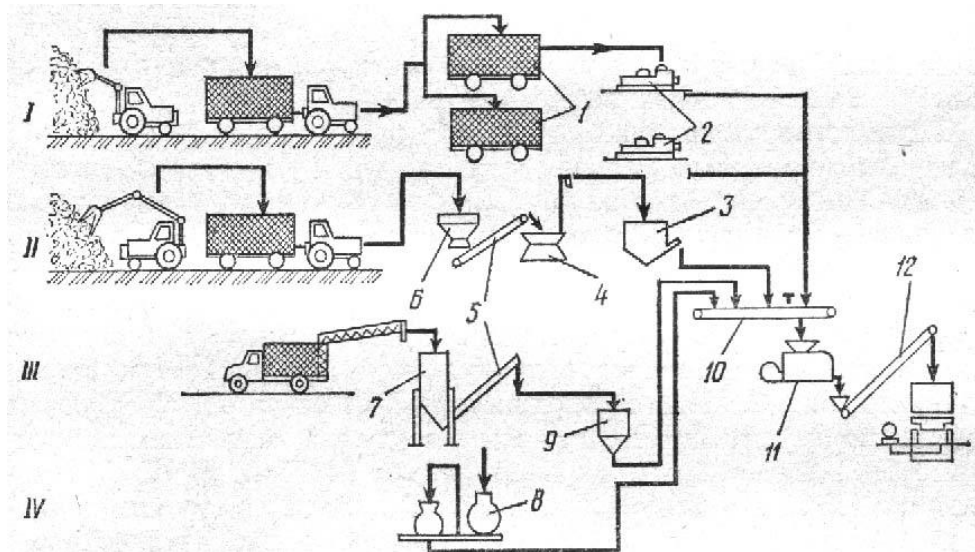


Рисунок 1.4 – Технологічно-конструктивна схема кормоцеху на 400...800корів:

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.

Типова технологічна схему кормоцеху (рис. 1.5) [4].

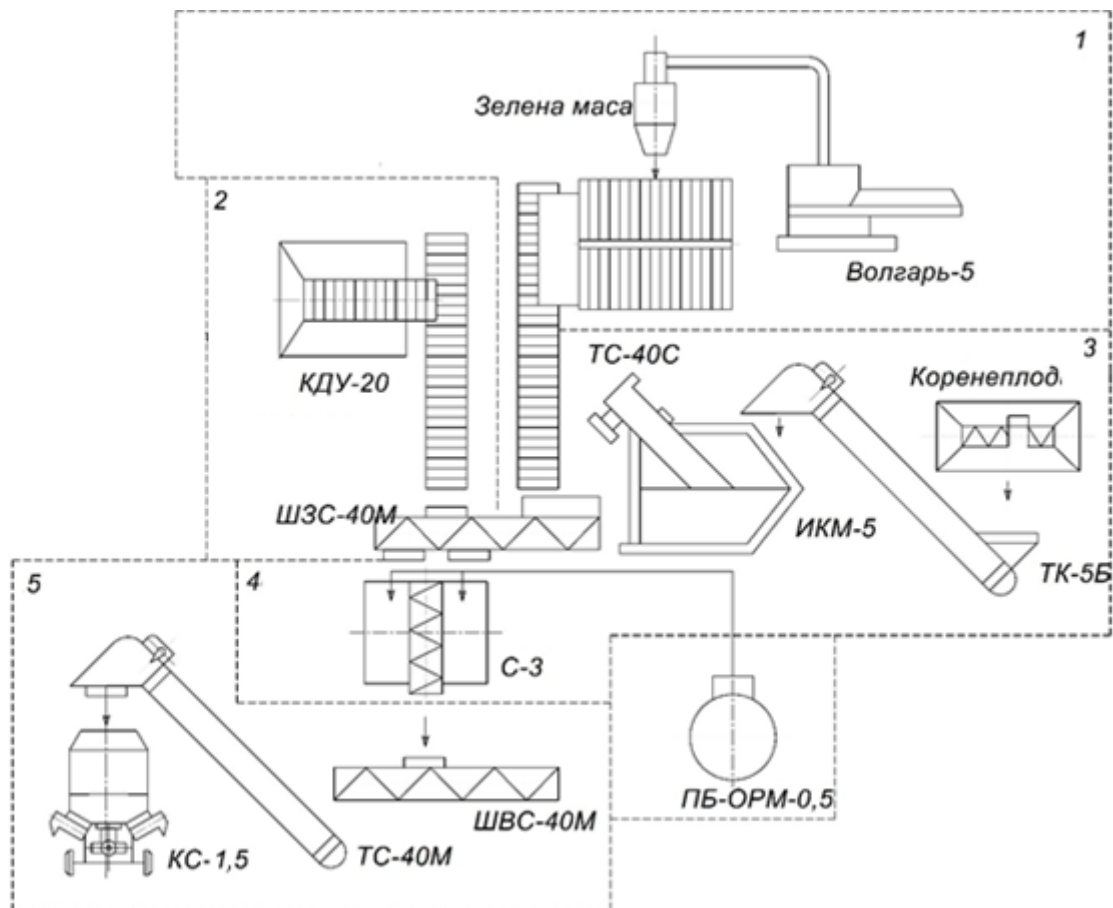


Рисунок 1.5 – Технологічна схема кормоцеху:

- 1 – лінія зелених кормів і зеленого борошна; 2 – лінія концентрованих кормів;
3 – лінія коренеплодів; 4 – лінія змішування; 5 – лінія видачі готових кормів.

Для подрібнення зелених і грубих кормів використовується подрібнювач грубих кормів ИКВ-Ф-5А «Волгарь-5А»; подрібнювач-змішувач кормів ИБК-3; подрібнювач тюків і рулонів ИРТ-165 (в стаціонарній і пересувній модифікаціях). Подрібнення грубих кормів в машинах відбувається за рахунок різання лезом, удару шарнірно підвішеними молотками, розриву жорстко закріпленими ножами або штифтами. Робочими органами є ножі, штифти, молотки, сегменти жнивних машин та інше.

Кормодробарка 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.

Подрібнювач ИКМ-Ф-10, який 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.

1.4. Огляд машин підготовки кормів

Подрібнювач ИКВ-Ф-5А «Волгарь-5А» складається із вхідного (8) (рис. 1.6) 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 протирижучою 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 шліць) і рухливі (зі шліцями) ножі. Зовнішні кінці нерухомих ножів фіксуються за допомогою нерухомих планок до корпусу.

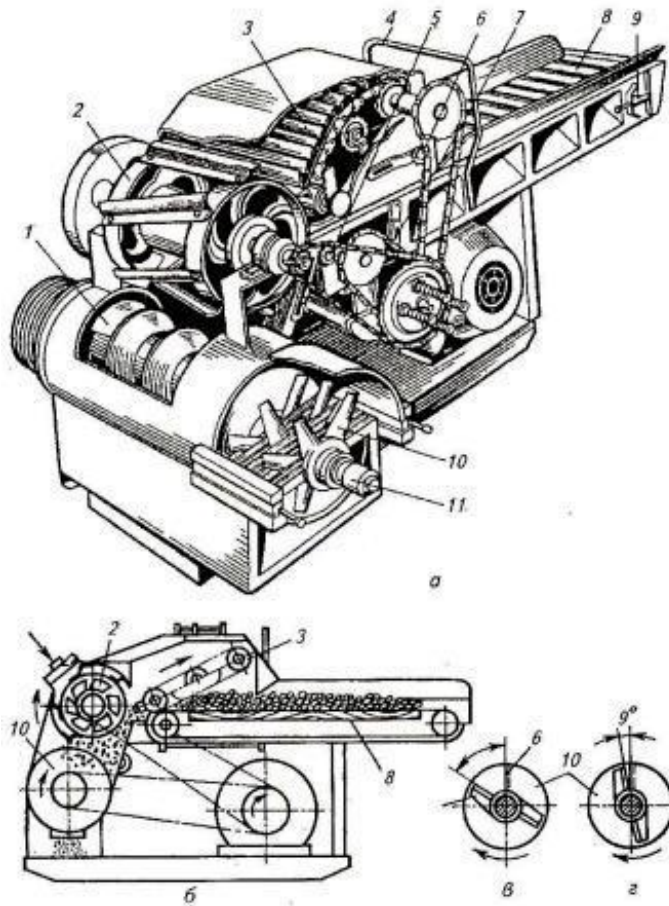


Рисунок 1.6 – Загальна будова подрібнювача ИКВ-5А «Волгарь-5»:
 а – Загальний вигляд; б – технологічна схема; в – установка лез ножів апарату вторинного різання на подрібнення корму для свиней; г – установка лез ножів апарату вторинного різання на подрібнення корму для птиці;
 1 – шнек; 2 – ножовий барабан; 3 – ущільнюючий транспортер; 4 – скоба управління; 5 – натяжний пристрій ланцюгової передавача редуктора;
 6 – натяжний пристрій ланцюгової передавача похилого конвеєра; 7 – натяжний пристрій ланцюгової 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.

Подрібнювач рулонів і тюків ИРТ-165 (рис. 1.7) 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. 1.7) складається з рами (12) на колісному ході, 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.

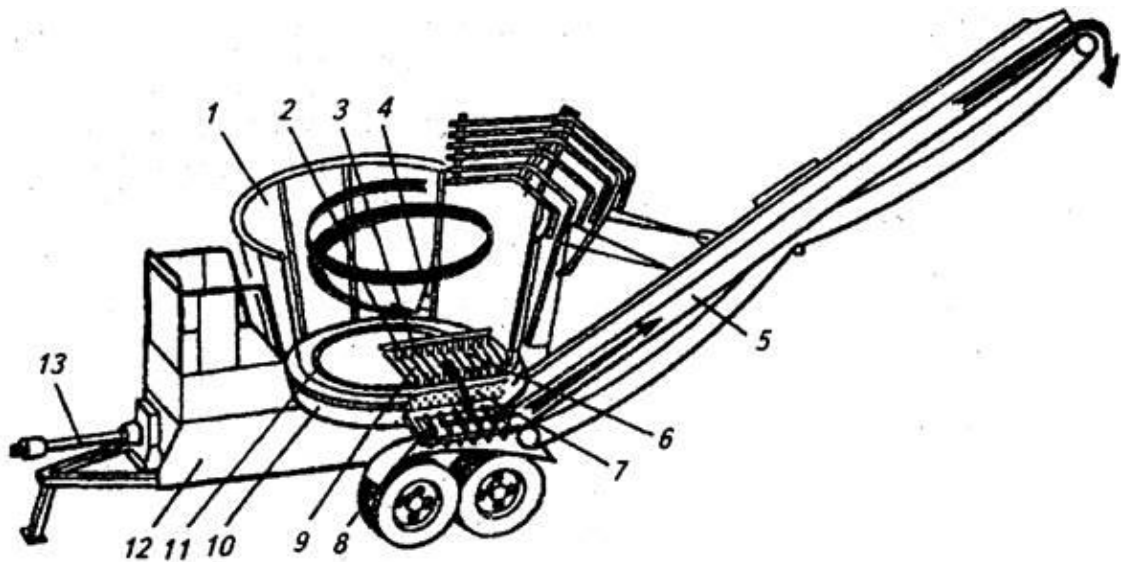


Рисунок 1.7 – Конструктивна схема подрібнювача тюків ИРТ-165:

- 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 агрегується з трактором Т-150К.

Грубий корм завантажується за допомогою стогонанвантажувача або греферногонанвантажувача 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.

Дробарка КДУ-2 складається із завантажувального бункера, (рис. 1.8-1.10) молоткового ротора, решіт, різального апарата, горизонтального та

похилого конвеєрів живильного механізму, циклона, шлюзового затвора, вентилятора і урухомника.



Рисунок 1.8 – Загальна будова дробарки КДУ-2,0

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

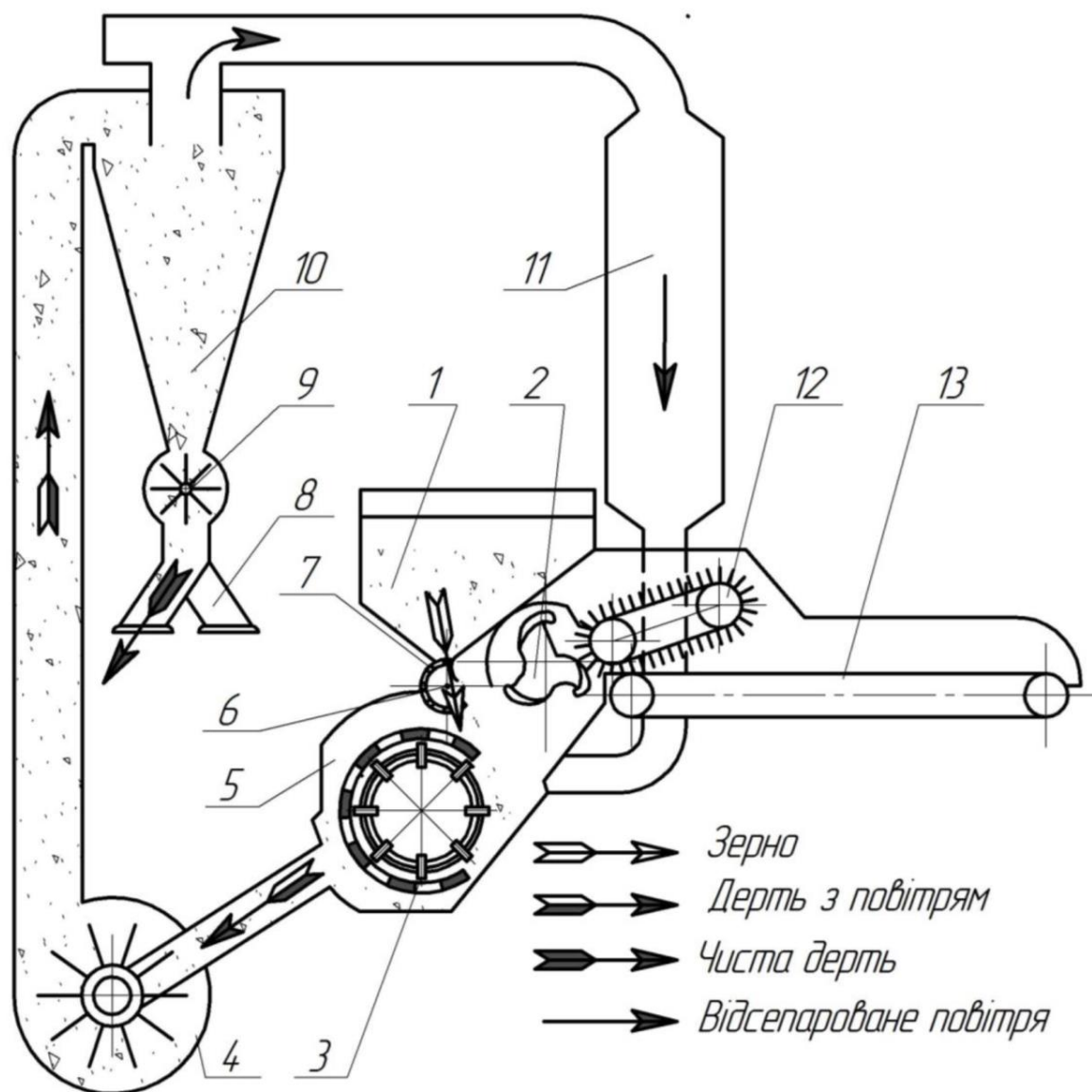


Рисунок 1.9 – Функціональна схема кормодробарки КДУ-2:

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.

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 апаратом.

Подрібнювач ИКМ-Ф-10 (рис.1.10) 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.

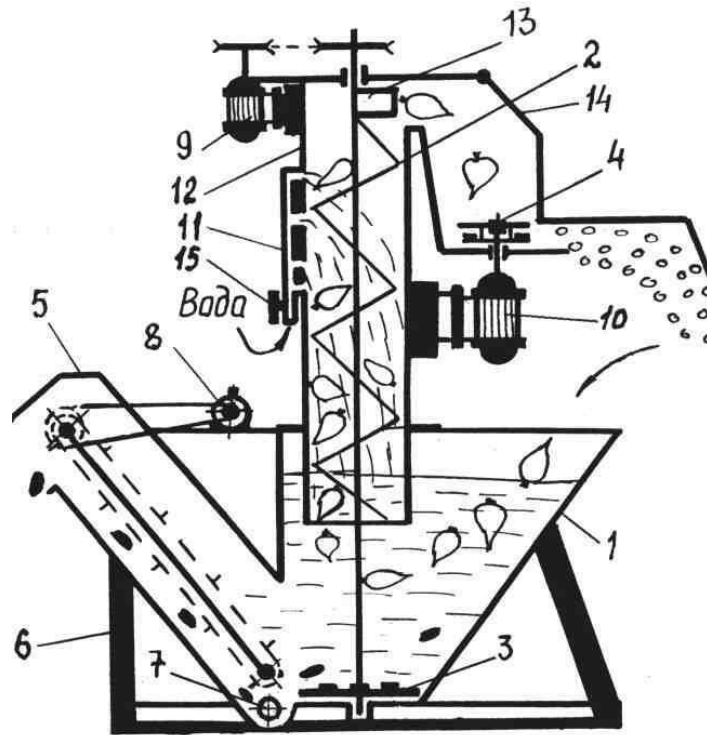


Рисунок 1.10 – Схематизація технологічного процесу подрібнювача

ИКМ-Ф-10:

1 – рама; 2 – рама; 3 – електродвигун; 4 – кран підведення води, 5 – кожух;
 6 – електродвигун; 7 – викидач; 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 направляючій корпусу в камеру подрібнення. Подрібнюючий апарат (9) складається з литого корпусу, 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.

1.5. Огляд механізмів для дозування кормів та мікродобавок

Технологія сучасного кормоприготування складний процес, який вимагає використовувати різноманітні корми в дозованих кількостях, а також мікродобавки для повноцінного згодування тварин. Пристрої, які використовують для дозування кормів і мікродобавок називають дозаторами [2, 6].

Процес дозування при приготуванні кормосуміші для годування тварин полягає в відмірюванні певного виду корму чи мікродобавок з необхідною точністю, що визначається зоотехнічними вимогами відгодівлі певного виду тварин. Продуктивність та точність дозування є основними показниками роботи дозаторів.

Загальна класифікація дозаторів показана на рис. 1.11.

Класифікація бункерів. Для безперебійної роботи лінії приготування кормів використовується додатковий пристрій - бункер, необхідний для створення запасу кормового матеріалу на випадок непередбачуваних обставин. Крім створення запасу кормів та мікродобавок бункер вимірює потік їх подачі в дозатор.

У технологічних лініях кормоприготування використовують конічні та конічно-циліндричні бункери рис.1.12 а,б а також прямокутні бункери, рис. 1.13.

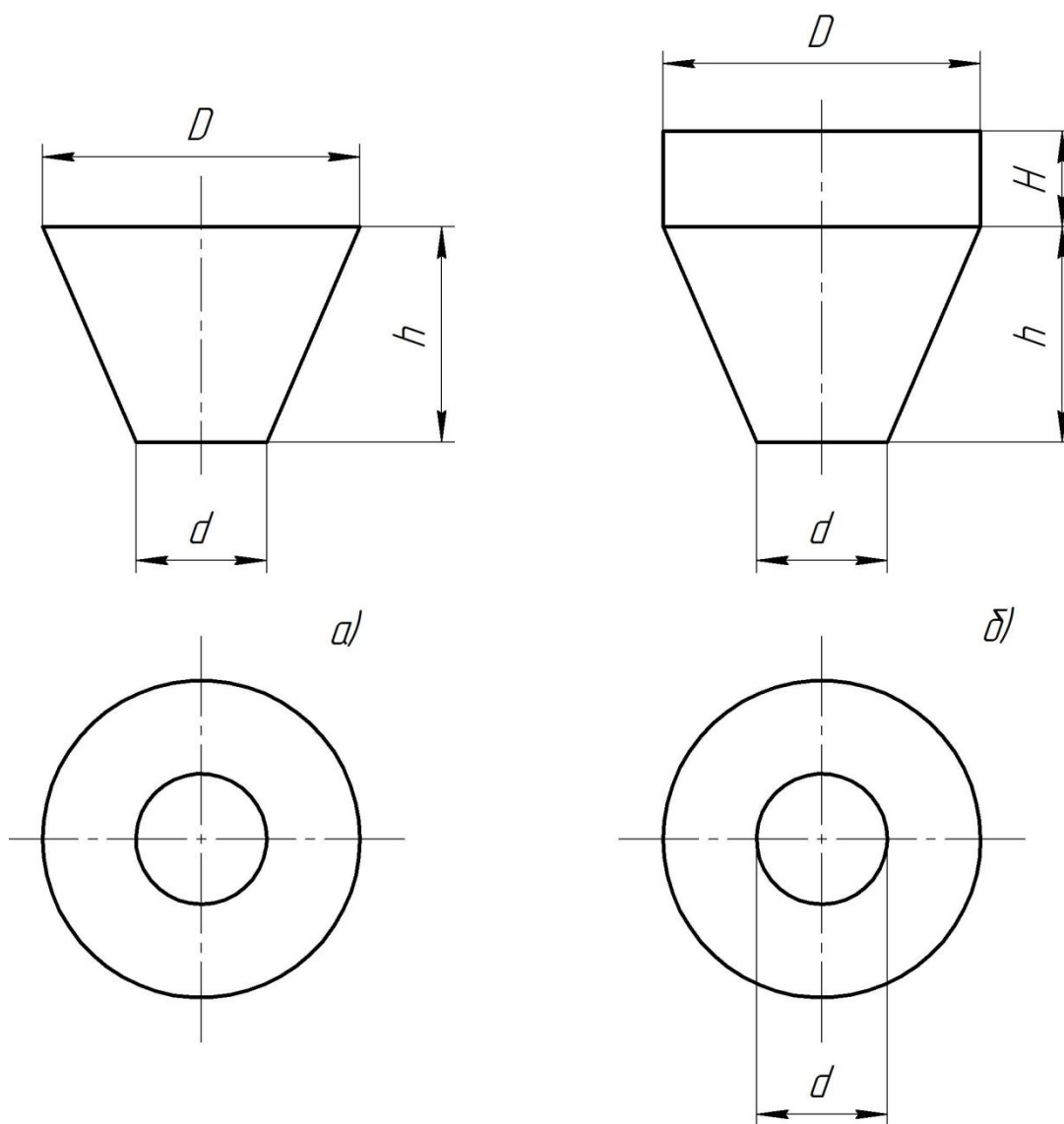


Рисунок 1.12 Конструктивні параметри конічних та конічно-циліндричних бункерів: D - діаметр вхідного отвору бункера; d - діаметр вихідного отвору бункера; H - висота циліндричної частини бункера; h - висота конічної частини бункера.

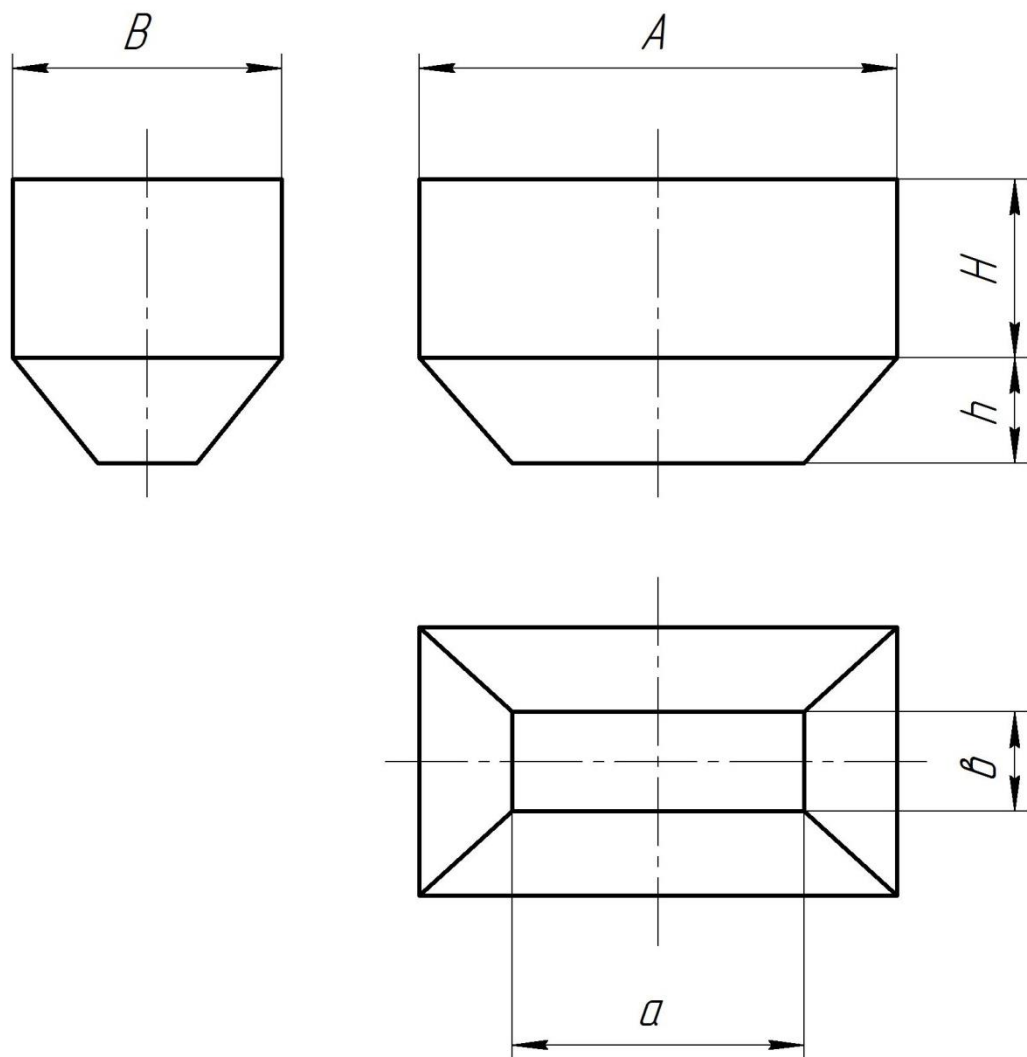


Рисунок 1.13 Конструктивні параметри прямокутних бункерів, A, B - розміри вхідного отвору бункера; a, b - розміри вихідного отвору бункера; H - висота прямокутної частини бункера; h - висота пірамідальної частини бункера.

Огляд дозаторів безперервної дії. Для безперервної подачі сипучих компонентів корму на лінію приготування кормів використовують барабанні та секторні дозатори рис. 1.14.

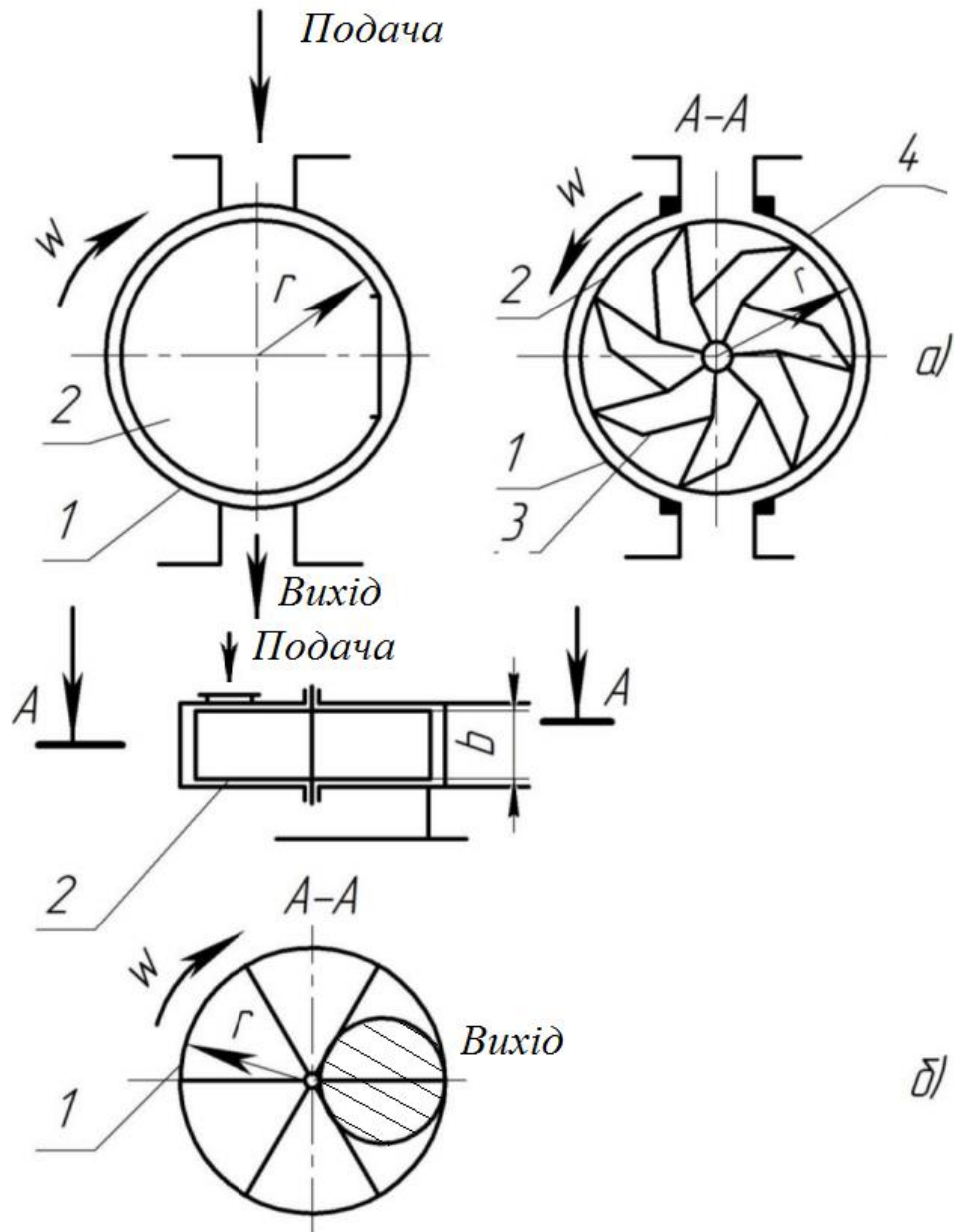


Рисунок 1.14 Конструктивні схеми барабанних та секторних дозаторів

Стрічкові дозатори використовують для подачі великої кількості сипучих матеріалів рис. 1.15.

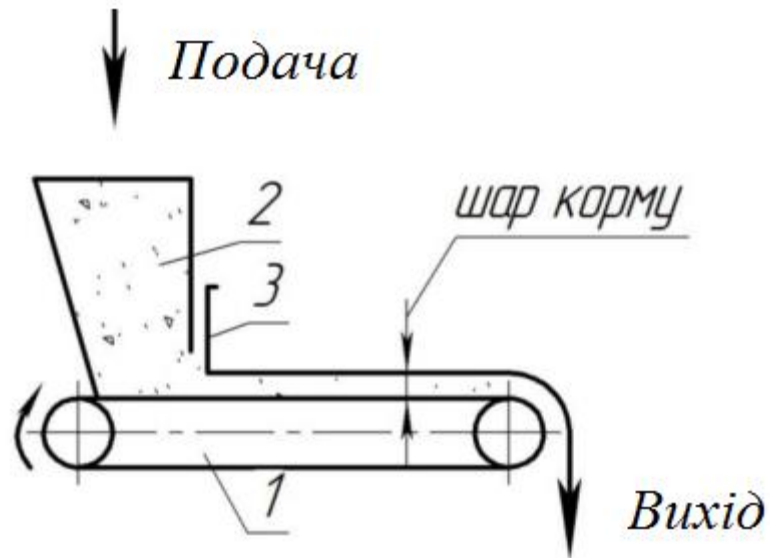


Рисунок 1.15 Конструктивна схема стрічкового дозатора:
1 – транспортер; 2 – бункер; 3 – заслінка;

Найбільш надійним є шнековий дозатор, який застосовується для подачі всіх компонентів кормосуміші, рис. 1.16.

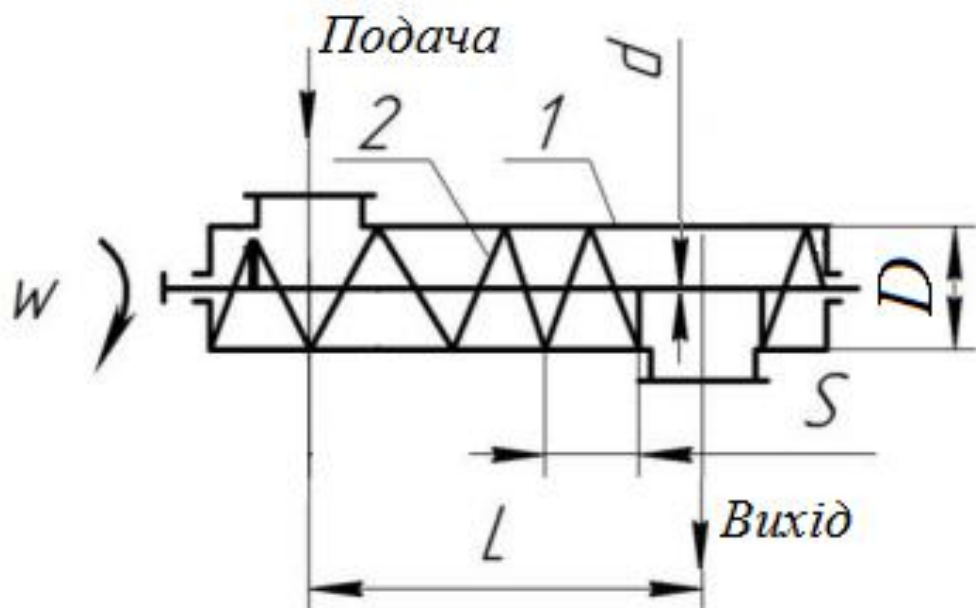


Рисунок 1.16 Конструктивні параметри шнекових дозаторів

1 – корпус; 2 – гвинт; D – зовнішній діаметр шнека; d – діаметр вала шнека; S – крок шнека; w – кутова швидкість обертання шнека; L – робоча довжина шнека.

Для подачі на лінію приготування кормів порошкових та малозернистих матеріалів використовують дискові дозатори рис. 1.17.

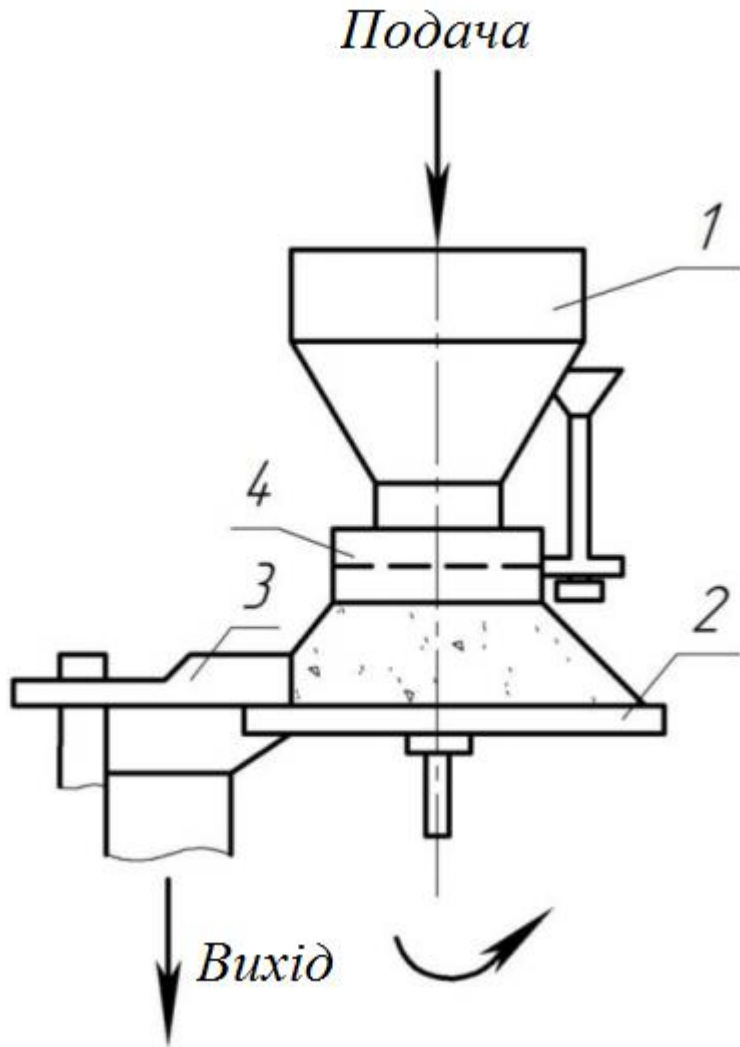


Рисунок. 1.17 Конструктивна схема дискового дозатора: 1 – бункер;
2 – таріль; 3 – ніж; 4 – рухома манжета.

Мікродобавки до кормосумішей подають за допомогою відцентрових та вібраційних дозаторів рис.1.18.

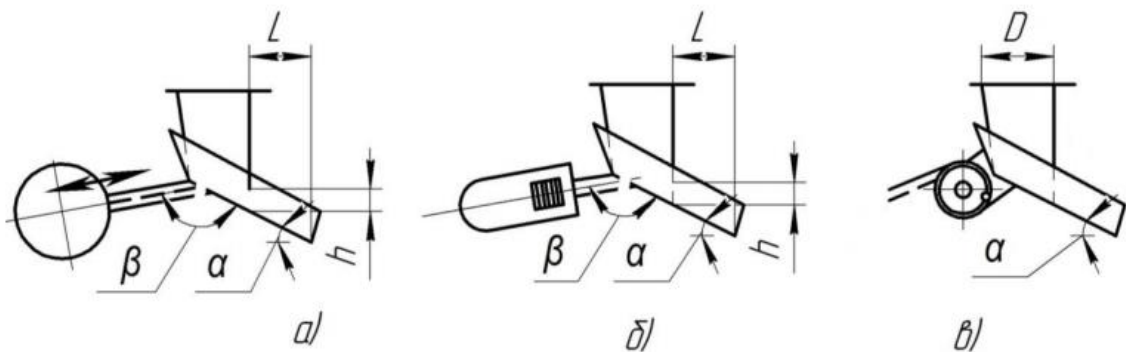


Рисунок 1.18 Конструктивні схеми вібраційних дозаторів:

а – ексцентрикові; б – електромагнітні; в – пневматичні;

1.6. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Метою дипломної роботи магістра є утримання 500 голів великої рогатої худоби з найбільш ефективнішим отриманням кінцевого продукту – якісного, калорійного, екологічно-чистого молока. Для цього необхідно: проаналізувати якісні та кількісні показники кормів для згодівлі великої рогатої худоби, вибрати їх кількість; провести огляд типових кормоцехів для згодівлі великої рогатої худоби, вибрати технологічну схему, яка забезпечить виконання поставленої мети; провести аналіз існуючих машин по підготовці кормів, вибрати машини, які забезпечать якісну підготовку кормів та задовольнять їх кількісні показники; розрахувати технологічні, кінематичні, енергетичні параметри вибраних машин; провести розрахунки на міцність та жорсткість деталей, які підлягають вдосконаленню.

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.

Провести кінематичні, силові розрахунки деталей дозатора мікродобавок для згодування ВРХ.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1. Розрахунок необхідної кількості кормів

Зростання тваринницької галузі в Україні досягне прогресу тільки в тих випадках коли будуть використовуватися прогресивні світові технології та сучасні механізми та машини, які використовуються в цехах для приготування кормосумішей. Для успішного виконання цієї мети необхідно створювати ферми з оптимальною кількістю тварин, щоб економічно обґрунтовано можна було використовувати сучасну техніку.

Кормосуміші повинні включати всі необхідні компоненти, які необхідні для їх життєдіяльності, давати підвищенні надої молока з кращою якістю, а для птиці та свиней збільшення живої ваги.

Для визначення маси кормів на згодування однієї тварини на одну добу беремо з таблиці 2.1 [3].

Таблиця 2.1 – Максимально-допустима одноразова видача кормів для ВРХ та свиней, кг

Вид тварин	Зелена маса	Жом	Коренебульбоплоди	Силос	Сіно	Концентрати
ВРХ	25	25	10...12	10	10	3
Свині	5	3	2,5...3,0	-	-	1,0

Кормосуміші повинні відповідати зоотехнічним вимогам, і для їх приготування приймаємо технологію наведену на рис. 1.4.

При використанні прийнятих рекомендацій відгодівля тварин буде продуктивною.

Використання збалансованих сумішей поживних кормів сприяє підвищенню апетиту тварин, краще засвоювання, збільшується продуктивність праці в процесі роздачі кормів.

Для визначення добової потреби маси кормів використовуємо універсальну формулу [2]

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

де m_{T_i} – число корів ферми, $m_{T_1} = 500$;

q_1 – маса корму, що споживається однією твариною в один день, кг/тварину,

За даними таблиці 2.1 розраховуємо масу кожного виду корму, що споживають корови за один день

- відходів цукрового виробництва (жом)

$$P_{Д.Ж} = 500 \cdot 25 = 12500 \text{ кг};$$

- зеленої маси

$$P_{Д.З} = 500 \cdot 25 = 12500 \text{ кг};$$

- сіна

$$P_{Д.СІН} = 500 \cdot 10 = 5000$$

- фуражного зерна

$$P_{Д.КК} = 500 \cdot 3 = 1500 \text{ кг}.$$

- картоплі та буряків

$$P_{Д.К} = 5000 \cdot 11 = 5500 \text{ кг};$$

- силосу

$$P_{Д.СИЛ} = 500 \cdot 10 = 5000$$

2.2. Технологія обробки кормів та рекомендований комплект обладнання кормоцехів

Цехи для приготування кормів забезпечуються типовими машинами і допоміжним обладнанням передбаченим технологічним процесом, які залежать від кількості тварин і їх типу.

Корми які поступають на кормозмішувач для подачі для згодування повинні бути очищеними від зайвих домішок. Необхідно досягати як найменшої кількості домішок, які включають метал. Цю технологічну процедуру виконують встановлюючи магніти в процесі подання корму на кормопереробні машини.

Для кожної групи тварин встановлені оптимальні розміри розмелених або плющених кормів. Дані розміри максимально подрібнених частин встановлені державними стандартами.

Важливим процесом кормоприготування становить дозування і змішування різних типів кормів для утворення поживної, збалансованої кормосуміші. Дані операції виконуються безперервно на спеціальних машинах – дозаторах, кормо переробних машинах, змішувачах, які з'єднані між собою транспортними засобами – конвеєрами (шнековими, скребковими, пластинчастими).

Однорідність кормосумішей регламентується стандартами для згодування тварин різного типу та віку.

Будівництво цехів для підготовки кормових сумішей для згодування тварин є необхідним для сучасних тваринницьких ферм. У даних цехах встановлюється обладнання для переробки кормів у кормосуміші, які згодовують великій рогатій худобі. Для безперебійної роботи кормоцеху між

машинами встановлюються транспортні механізми які забезпечують безперебійну роботу цеху, підвищує продуктивність праці.

Сучасними сільськогосподарськими машинобудівними заводами виготовляються універсальні машини, які можуть забезпечувати тваринницькі ферми кормо переробними машинами різної продуктивності таблиця 2.2 [3].

Таблиця 2.2 – Універсальне обладнання ферм

Назва та марка машини або обладнання	Кількість машин для ферм розміром, голів				
	100	200	300	500	1000
Транспортер ТПК-5/10	1	1	1	1	1
Подрібнювач «Волгарь-5»	1	1	1	1	2
Мийка-коренерізка ИКМ-5	1	1	1	1	2
Подрібнювач зерна КДУ-2	1	1	1	1	-
Живильник шнековий ПК-6	1	1	1	1	1
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5Б	-	1	1	1	2
Транспортер ТС-40С	-	-	-	1	2
Транспортер ТС-40М	1	1	1	1	2
Шнек ШЗС-40М	1	1	1	1	2
Змішувач С-12	-	1	1	2	2

2.3. Розрахунок продуктивності лінії кормоцеху та вибір машин

Робота кормоцеху повинна бути безперебійною та синхронізованою щоб всі кормопереробні машини працювали в одному режимі. Для підтримання цього режиму необхідно визначити кількість кожного виду сировини, яку необхідно підготувати за певний проміжок часу, який визначаємо за наступними формулами:

лінії підготовки фуражного зерна [2, 3]

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

де $П_{КК}$ – маса фуражного зерна, $П_{КК} = 1500$ кг;

T_1 – час необхідний на заповнення ємності роздавача $T_1 = 1$ год;

$\tau_ч$ – цикл роботи лінії, $\tau_ч = 1$,

$$Q_{Л.КК} = \frac{1500}{1 \cdot 1} = 1500 \text{ кг/год};$$

лінії подачі картоплі та буряків

$$Q_{Л.К} = \frac{П_{К}}{T_{К} \cdot \tau_ч \cdot z_{К}}, \quad (2.3)$$

де $П_{К}$ – маса коренів, $П_{К} = 5500$ кг;

$T_{К}$ – час зберігання порізаних кормів до поїдання $T_{К} = 1$ год;

$z_{К}$ – кількість прийомів їжі за день, $z_{К} = 2$,

$$Q_{Л.К} = \frac{5500}{1 \cdot 1 \cdot 2} = 2750 \text{ кг/год};$$

лінія подрібнення твердих сухих кормів:

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

де $П_{ГК}$ – маса твердих сухих кормів, $П_{ГК} = П_{Д.СИЛ} + П_{Д.СИН} = 10000$ кг;

$K_{ГС}$ – коефіцієнт рекомендований для твердих сухих кормів $K_{ГС} = 1$;

$T_{ГК}$ – проміжок часу на підготовку кормів для споживання, $T_{ГК} = 1$ год;

$z_{Г}$ – кількість прийомів їжі за день, $z_{Г} = 2$.

$$Q_{Л.ГК} = \frac{10000 \cdot 1}{1 \cdot 2 \cdot 1} = 5000 \text{ кг/год,}$$

лінія змішування всіх компонентів корму

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

де $\sum_{i=1}^5 M_i$ – загальна вага корму, яка споживається тваринами за одну добу, кг;

$t_{Ц.ЗМ}$ – час приготування корму, $t_{Ц.ЗМ} = 1$ год.;

$z_{ЗМ}$ – кількість прийомів їжі за день, $z_{ЗМ} = 1$.

Загальна вага корму, яка складається з різних компонентів, дорівнює:

$$\sum_{i=1}^n M_i = П_{Д.З} + П_{Д.Ж} + П_{Д.К} + П_{Д.С} + П_{Д.КК} + П_{Д.СИЛ} + П_{Д.СИН} \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = 12500 + 12500 + 5500 + 1500 + 5000 + 5000 = 42000 \text{ кг;}$$

$$Q_{ЛЗМ} = \frac{1}{1 \cdot 1} 42000 = 42000 \text{ кг/год.}$$

Для заданого кормоцеху в роботі вибрана технологічна схема приготування кормосуміші, яка забезпечується типовими машинами для переробки кормів див. табл. 2.2.

Для безперебійної подачі кормосуміші тваринам, необхідно підібрати таку кількість машин щоб вони за один проміжок часу (одна година) могли забезпечити задану переробку кормів, яка розрахована у роботі.

Кількісний склад машин визначаємо за формулою

$$n_M = \frac{Q_{Л.Р}}{Q_{Ф.М}}, \quad (2.7)$$

де $Q_{Л.Р}$ – маса корму, яку машина повинна переробити за одну годину, кг/год;

$Q_{Ф.М}$ – маса корму, яку машина переробляє за одну годину, кг/год.

Для розрахункового кормоцеху визначаємо марку машини та їх кількість [29].

«Волгарь», машина для подрібнення грубих кормів з продуктивністю п'ять тонн за годину [29].

$$n_{M1} = \frac{10,000}{5} = 2,$$

прийmemo дві машини.

КДУ-2, машина для подрібнення фуражного зерна з продуктивністю дві тонни за годину [29]

$$n_{M2} = \frac{1,500}{2} = 0,75,$$

прийmemo одну машину.

ИКМ-5, машина для мийки, порізки картоплі та буряків з продуктивністю п'ять тонн за годину [29].

$$n_{M3} = \frac{5,5}{5} = 1,1,$$

прийmemo одну машину.

ШВС-40М, машина для змішування та транспортування кормів з продуктивністю сорок тонн за годину [3].

$$n_{M4} = \frac{42,000}{40} = 1,05,$$

прийmemo одну машину.

2.4. Розрахунок шнекового транспортера кормів

Для переміщення кормів у горизонтальному та похилому напрямках, з подальшим передаванням в кормоцеху, використовують шнеки.

Конструювання шнеків для транспортування суміші кормів виконують таким чином, щоб вони одночасно із переміщенням кормосуміші виконували важливу технологічну операцію перемішування кормів. Продуктивність, якість перемішування кормів залежать від таких конструктивних елементів шнекового транспортера : кут нахилу спіралі шнека, діаметр шнека, технологічного зазору між краями витка шнека та стінками жолоба в якому він знаходиться.

Фактично шнекові транспортні засоби з одночасним змішуванням кормів, незалежно від їх вологості, використовують для всіх типів кормоцехів (фермах великої рогатої худоби, свиней, птиці та ін.).

Шнекові транспортні засоби можуть передавати технологічний матеріал з різною продуктивністю, яка залежить від діаметра шнека, а також на відстані до чотирьох метрів [2, 6, 7].

Конструкції шнекових транспортерів прості, економні за рахунок відсутні втрати кормів. З іншого боку вони енерго-затратні за рахунок сил тертя між робочими органами машини.

До переваг шнекових транспортерів можна віднести різне їх розташування: вертикальне, горизонтальне, під будь-яким кутом до горизонту

(рис. 2.1). Дана властивість дозволяє поєднувати будь-яку їх комбінацію взаємного розміщення до горизонту, що дозволяє вирішувати будь-які конструктивні задачі пов'язані з транспортуванням, змішуванням, відвантаженням кормосумішей в цехах для приготування кормів.

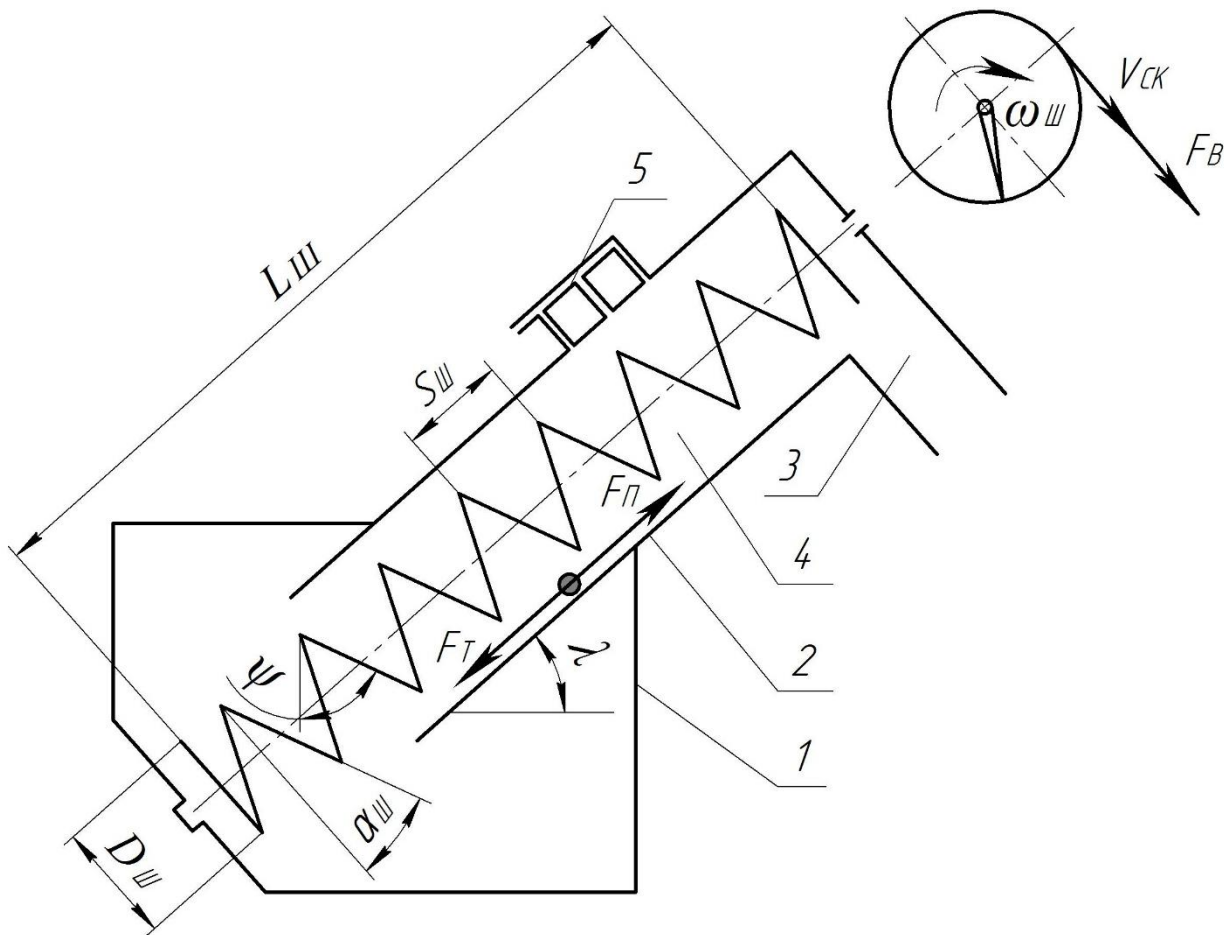


Рисунок 2.1 – Принципова схема шнекової транспортера:

1 – ванна; 2 – кожух шнека; 3 – вивантажувальне вікно; 4 – гвинт; 5 – зрошувач.

Виходячи з залежності продуктивності гвинтових транспортерів [6] визначаємо за формулою

$$Q_{П.К} = \frac{3600 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot v_n \cdot \psi \cdot \gamma}{4}, \quad (2.8)$$

де $Q_{П.К}$ – вага коренів, які необхідно переробити за годину, $Q_{П.К} = 3,000$ т/год;

D – максимальний розмір шнека, м;

d – мінімальний розмір шнека, $d = 0,08$ м;

v_n – швидкість осевого руху коренебульбоплодів, $v_n = 0,08$ м/с;

ψ – наповненість внутрішньої ємності $\psi = 0,7$;

γ – вага коренів на одиницю об'єму, $\gamma = 0,600$ т/м³.

Максимальний розмір шнека

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{П.К} + 3600 \cdot d^2 \cdot v_n \cdot \psi \cdot \gamma}{3600 \cdot \pi \cdot v_n \cdot \psi \cdot \gamma}}. \quad (2.9)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,000 + 3600 \cdot 0,08^2 \cdot 0,08 \cdot 0,7 \cdot 0,6}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,08 \cdot 0,7 \cdot 0,600}} = 0,186 \text{ м},$$

Конструктивно прийняли $D=200$ мм.

Відповідно до методики розрахунку шнекових машин [6], визначаємо крок:

$$S = (0,75 \dots 1,25) \cdot D. \quad (2.10)$$

$$S = 0,8 \cdot 200 = 160 \text{ мм}.$$

Кут навивки шнека

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{D \cdot \pi}, \quad (2.11)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{D \cdot \pi} = \operatorname{arctg} \frac{160}{200 \cdot \pi} = 13^\circ. \quad (2.12)$$

Найменша швидкість обертів робочого органу машини [6]

$$n_{\min} = 13,5 \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi_2)}{d \cdot \sin \varphi_2}} \text{ об/хв}; \quad (2.13)$$

де φ_2 – кут тертя сировини об робочий орган $\operatorname{tg} \varphi_2 = f_T$, $f_T = 0,3$,

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

α_0 – кут підйому шнека по внутрішньому діаметрі робочого органу.

Кут підйому шнека по внутрішньому діаметрі робочого органу.

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{D_0 \cdot \pi}, \quad (2.14)$$

де D_0 – приведений діаметр робочого органу на який діє сила тиску

коренеплодів, $D_0 = 0,75 \cdot 200 = 150$ мм.

Кут підйому шнека по внутрішньому діаметрі робочого органу [4, 6]

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

Отримаємо

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{160}{150 \cdot \pi} = 22^\circ;$$

$$n_{\min} = 13,5 \sqrt{\frac{9,81 \cdot \sin(22^\circ - 17^\circ)}{0,08 \cdot \sin 17^\circ}} = 81,6 \text{ об/хв.}$$

Найменша швидкість обертання вала робочого органу визначимо за формулою

$$\omega_{\min} = \frac{\pi \cdot n_{\min}}{30}, \quad (2.16)$$

або

$$\omega_{\min} = \frac{\pi \cdot 81,6}{30} = 8,54 \text{ с}^{-1}.$$

Найбільша швидкість обертання вала робочого органу визначимо за формулою [4, 6]

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \cos \psi \cdot (1 - f_T \cdot \operatorname{tg} \psi)}{S \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha}}, \quad (2.17)$$

де g – фізична константа прискорення земного тяжіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

α – кут підйому шнека по гвинтовій лінії робочого органу, $\alpha = 13$ град.;

f_T – тертя матеріалу об робочий орган, $f_T = 0,3$;

S – крок робочого органу, $S = 0,16 \text{ м}$;

ψ – кут, між кромкою робочого органу та вертикаллю, ψ град.

Кут, між кромкою робочого органу та вертикаллю визначимо

$$\psi = \lambda - \alpha, \quad (2.18)$$

де λ – кут нахилу робочого органу до горизонталі, $\lambda = 45$ град.

$$\psi = 45 - 16 = 29^\circ;$$

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot \cos 29^\circ \cdot (1 - 0,3 \cdot \operatorname{tg} 29^\circ)}{0,16 \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} 13^\circ \cdot \sin 13^\circ}} = 23,5 \text{ с}^{-1}.$$

Кількість обертів за хвилину робочого органу

$$n_{\max} = \frac{30 \omega_{\max}}{\pi}. \quad (2.19)$$

$$n_{\max} = \frac{30 \cdot 23,5}{\pi} = 224 \text{ об/хв.}$$

Стабільна робота машини для мийки та порізки картоплі та буряків забезпечується при умові:

$$\omega_{III} = (0,5 \dots 0,7) \omega_{\max}, \quad (2.20)$$

прийmemo $\omega_{III} = 0,5 \cdot 23,5 = 11,8 \text{ с}^{-1}$.

Енергозатрати на транспортування кормової сировини [24]

$$N = N_1 + N_2, \quad (2.21)$$

де N_1 – енергозатрати від сил тертя;

N_2 – енергозатрати на підйом кормової сировини.

Енергозатрати від сил тертя

$$N_1 = \frac{F_u \cdot f_2 \cdot v_n}{102}, \quad (2.22)$$

де F_u – сила яка виникає за рахунок нормальної складової прискорення кормової

сировини, Н;

f_2 – – тертя матеріалу об бокову поверхню транспортера, $f_2 = 0,6$.

Сила яка виникає за рахунок нормальної складової прискорення кормової сировини

$$F_u = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot H \cdot \omega_{III}^2 \cdot (D^3 - d^3) \cdot \psi}{12 \cdot g}, \quad (2.23)$$

де H – величина вертикального підйому сировини , $H=1,5$ м.

Проводимо вичислення

$$N_1 = \frac{175 \cdot 0,6 \cdot 0,08}{102} = 0,09 \text{ кВт};$$

$$F_y = \frac{\pi \cdot 6000 \cdot 1,5 \cdot 11,8^2 \cdot (0,2^3 - 0,08^3) \cdot 0,7}{12 \cdot 9,81} = 175 \text{ Н.}$$

Енергозатрати на підйом кормової сировини

$$N_2 = \frac{F_1 \cdot R_{сер} \cdot \omega_{Ш} + F_2 \cdot R_{сер} \cdot \omega_{Ш}}{1000}, \quad (2.24)$$

де F_1 – сила затрачена на вертикальний підйом кормової сировини,

F_2 – сила затрачена на подолання сил тертя кормової сировини,

$R_{сер}$ – геометричний параметр робочого органа.

Силу затрачену на вертикальний підйом кормової сировини, силу затрачену на подолання сил тертя кормової сировини, геометричний параметр робочого органа

визначаємо за формулами

$$F_1 = \frac{Q_{дк} \cdot H \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_2)}{3600 \cdot v_n}; \quad (2.25)$$

$$F_2 = F_y \cdot f_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi); \quad (2.26)$$

$$R_{сер} = \frac{D + d}{2}. \quad (2.27)$$

Проводимо вичислення

$$F_1 = \frac{3000 \cdot 1,5 \cdot \operatorname{tg}(16^\circ + 17^\circ)}{3600 \cdot 0,8} = 192 \text{ Н};$$

$$F_2 = 175 \cdot 0,6 \cdot \operatorname{tg}(16^\circ + 17^\circ) = 69 \text{ Н};$$

$$R_{\text{сер}} = \frac{0,2 + 0,08}{2} = 0,14 \text{ м};$$

$$N_2 = \frac{192 \cdot 0,14 \cdot 11,8 + 69 \cdot 0,14 \cdot 11,8}{1000} = 0,43 \text{ кВт.}$$

Загальна потужність транспортера [6]

$$N_0 = \frac{(N_1 + N_2) \cdot K_0}{\eta_n}, \quad (2.28)$$

де K_0 – коефіцієнт переміщення кормової суміші, $K_0 = 1,4$;

η_n – ККД робочого органу транспортера, $\eta_n = 0,87$.

$$N_0 = \frac{(0,09 + 0,43) \cdot 1,4}{0,87} = 0,83 \text{ кВт.}$$

Таким чином необхідний двигун із потужністю $N_{\text{ш}} = 1 \text{ кВт}$.

2.5. Механізм змішування кормів

Змішування – це з'єднання об'ємів різних речовин для отримання однорідної суміші.

Для годування сільськогосподарських тварин в кормоцехи поступають різні типи кормів, які подрібнюються, ріжуться, плющуться а для подачі тваринам вони повинні бути змішаними в певних пропорціях. Перемішування різних компонентів у більшості випадків проходять механічним способом. Необхідно витримати зоотехнічні вимоги до кормосумішей – це повинна бути однорідна суміш, кожна частка якої має рівні пропорції необхідних кормів.

Стан повного механічного змішування компонентів суміші досягається шляхом неупорядкованого розподілу часток, під дією зовнішніх сил робочих органів мішалки, у відповідності до зоотехнічних вимог вмісту компонентів у всій порції суміші за рецептом встановленого добового раціону кормів для відповідної технологічної групи тварин. Таким чином у змішувачах з більш досконалою конструкцією масообмін потоків компонентів суміші відбувається шляхом вирівнювання концентрації окремих компонентів по об'єму суміші за рахунок збільшення зіткнень, застосування більш складних траєкторій їх руху і перетинів ніж у традиційних змішувачах [8].

Закономірності процесу змішування кормів: у процесі змішування досягається однорідність суміші тим скоріше, чим ближче до одиниці співвідношення об'ємів і густин компонентів; чим менші розміри частин компонентів і чим більш вирівняним є їх гранулометричний склад, тим легше отримати однорідну суміш.

Під терміном співвідношення компонентів розуміємо відношення кількості більшого компонента до меншого.

Однорідність суміші, яка складається з різних сипучих матеріалів, оцінюється статистичними методами за результатами аналізу проб, взятих із суміші. Якість змішування визначають за однією випадковою величиною, так званим контрольним компонентом, який у заданій пропорції додають до суміші. Відбираючи проби в необхідному об'ємі й кількості, за одним із відомих критеріїв визначають якість змішування.

Для оцінювання якості механічного перемішування кормів використовують певні методики, їх проводять лабораторним шляхом.

Кінетика процесу змішування реальних кормосумішей залежить від фізичних і механічних властивостей окремих компонентів суміші та режимів змішування і може протікати по різному. Аналіз критеріїв якості змішування показав, що найпоширенішим методом контролю є статистичний метод. Розмір проб, їх кількість, відносний вміст контрольного компонента у суміші можуть чинити істотний вплив на оцінку якості змішування.

Важливим етапом технологічного процесу приготування кормових сумішей є механічне змішування різних компонентів в одно масовий кінцевий продукт. Є декілька варіантів змішування кормів – періодичний і безперервний. При періодичному приготуванні кормосуміші, а це приготування за певний період часу, відбувається одночасно в одній ємності машини. Як робочими органами при даному варіантів перемішування кормів можуть служити: лопаті різних конфігурацій з різними кутами нахилу до осі обертання валу; шнеки, аналогічно в різних конструктивних виконаннях. Даний вид змішування є енергозатратним і не досягається достатня однорідність кінцевої суміші концентрованих кормів.

Більш прогресивним змішуванням різних компонентів кормосуміші є машини безперервної дії в яких досягається висока однорідність кормів, а також є можливість вводити маловідсоткові компоненти (ліки, вітаміни та мікроелементи), які рівномірно розподіляться по всьому об'єму кормосуміші.

Оцінкою якості кормосуміші є її однорідність, яка визначається за формулою [6]:

$$\Theta = \frac{1}{n} \sum \frac{B_1}{B_0} \cdot 100 \text{ при } B_1 < B_0, \% \quad (2.29)$$

$$\Theta = \frac{1}{n} \sum \frac{2B_0 - B_1}{B_0} \cdot 100 \text{ при } B_1 > B_0, \% \quad (2.30)$$

де Θ – ступінь однорідності, %;

B_1 – кількість добавок у пробах, які містяться в кормах;

B_0 – кількість добавок у пробах, яка повинна міститися в кормах;

n – кількість взятих зразків.

Також важливим показниками якості кормосумішей є її ступінь однорідності, відхилення і коефіцієнт неоднорідності, які визначаємо за формулами [6]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(B_1 - B_0)}{n - 1}}, \quad (2.31)$$

$$v = \frac{\sigma}{B_0} \cdot 100, \% \quad (2.32)$$

Для кожної групи тварин у залежності від виду та віку розроблені зооветеринарні рекомендації якостей однорідності кормів (табл. 2.3) [6].

Таблиця 2.3 – Рекомендована ступінь однорідності кормових сумішей

Призначення суміші	Ступінь однорідності
Для поросят до 4 місяців	93
Для свиней усіх груп і поросят старших 4 місяці	85-90
Для птахів	90
Для великої рогатої худоби	84-88
Комбікорми власного виробництва для всіх видів тварин	90-95

Всі змішувачі кормів можна розділити на дві групи - тихохідні та швидкохідні, які характеризуються кінематичним показником:

для тихохідних

$$k = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} < 30, \quad (2.33)$$

для швидкохідних

$$k = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} > 30, \quad (2.34)$$

де ω – швидкість вала, с^{-1} ;

R – максимальна відстані від осі робочого органа, м;

g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$.

Для змішування різних компонентів кормів для відгодівлі сільськогосподарських тварин використовують різні конструкції машин: вертикальні, горизонтальні, під кутом до горизонту.

В деяких машинах, які проводять змішування, можна забезпечити, якщо це передбачено технологічним процесом приготування кормів, запарювання.

Змішувальні машини забезпечуються дозаторами безперервної дії, які синхронізовані з подачою інших компонентів кормів у ємність машини.

2.5.1. Конструктивний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Довжину гвинта змішувача кормів (приймають такою, що дорівнює довжині змішувача) визначають за формулою [6]

$$L_{3M} = \frac{4 \cdot V_{13M}}{\pi \cdot D_{3M}^2}, \quad (2.35)$$

де D_{3M} – діаметр змішувача, $D_{3M} = 1,2$ м.

Тобто

$$L_{3M} = \frac{4 \cdot 3}{\pi \cdot 1,2^2} = 2,6 \text{ м.}$$

Кількість лопатей, що розміщені на одній мішалці, визначаємо за формулою

$$Z_{Л} = \frac{360 L_{3M}}{S_{У..Л} \cdot \beta^{\circ}}, \quad (2.36)$$

де $S_{У..Л}$ – крок установки лопатей, $S_{У..Л} = 0,4$ м;

β – кутовий інтервал розміщення лопатей, град $\beta = 90^{\circ}$.

Тобто

$$Z_{Л} = \frac{360 \cdot 2,6}{0,4 \cdot 90^{\circ}} = 26.$$

Кількість одночасно занурених лопатей, визначають за формулою

$$Z_{ЛО} = \frac{L_{3M}}{S_{У..Л}} \left(\frac{180^{\circ}}{\beta^{\circ}} - m \right). \quad (2.37)$$

При кутовому інтервалі розміщення лопатей $\beta = 90^{\circ}$ при $m = 1$ [6]

$$Z_{ЛО} = \frac{2,6}{0,4} \left(\frac{180^{\circ}}{90} - 1 \right) = 6,5,$$

приймаємо $Z_{ЛО} = 7$.

2.5.2. Силовий розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Схема сил, що діють у площині перпендикулярній осі вала мішалки, коли лопать занурена в корм, що перемішується, зображена на рис. 2.2. [2, 3, 6]

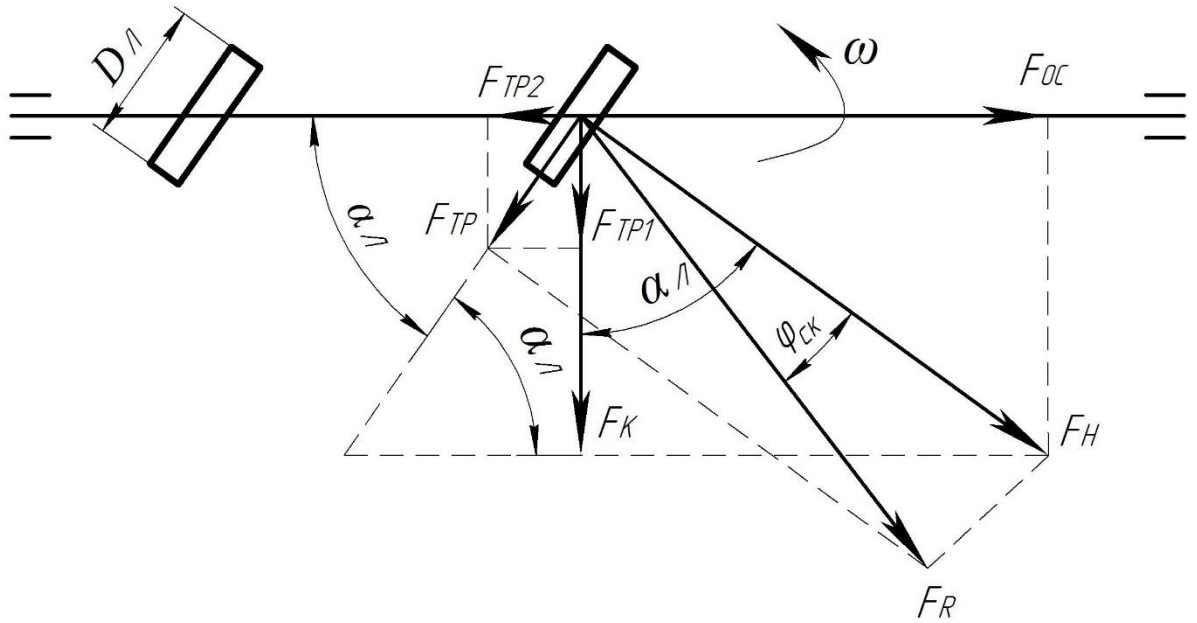


Рисунок 2.2 – Схема сил, що діють на лопать

При русі лопаті, зануреної в кормосуміш, опір, що діє на її довжині, поширюється за законом трикутника (рис. 2.3), а точка прикладання рівнодійної знаходиться в центрі ваги цього трикутника, тобто на відстані r_{CP} , яка дорівнює $2/3$ довжини лопаті від осі обертання. При неповному заповненні ємкості і обертанні лопаті глибина її занурення постійно змінюється.

Нормальну складову сили опору визначають за формулою

$$F_H = 9,81 \rho_{KC} \cdot h_{CP} \cdot S_L \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_{СК}}{2} \right), \quad (2.38)$$

де h_{CP} – середня глибина, яка дорівнює половині найбільшої глибини

занурення лопаті, $h_{CP} = (1/4) D_L = (1/4) \cdot 1,2 = 0,3$, м;

$\varphi_{СК}$ – кут внутрішнього тертя кормосуміші,

$$\varphi_{СК} = \operatorname{arctg} f_T = \operatorname{arctg} 0,3 = 17^\circ;$$

S_L – проекція площі лопаті (зануреної в матеріал) на напрямок обертання.

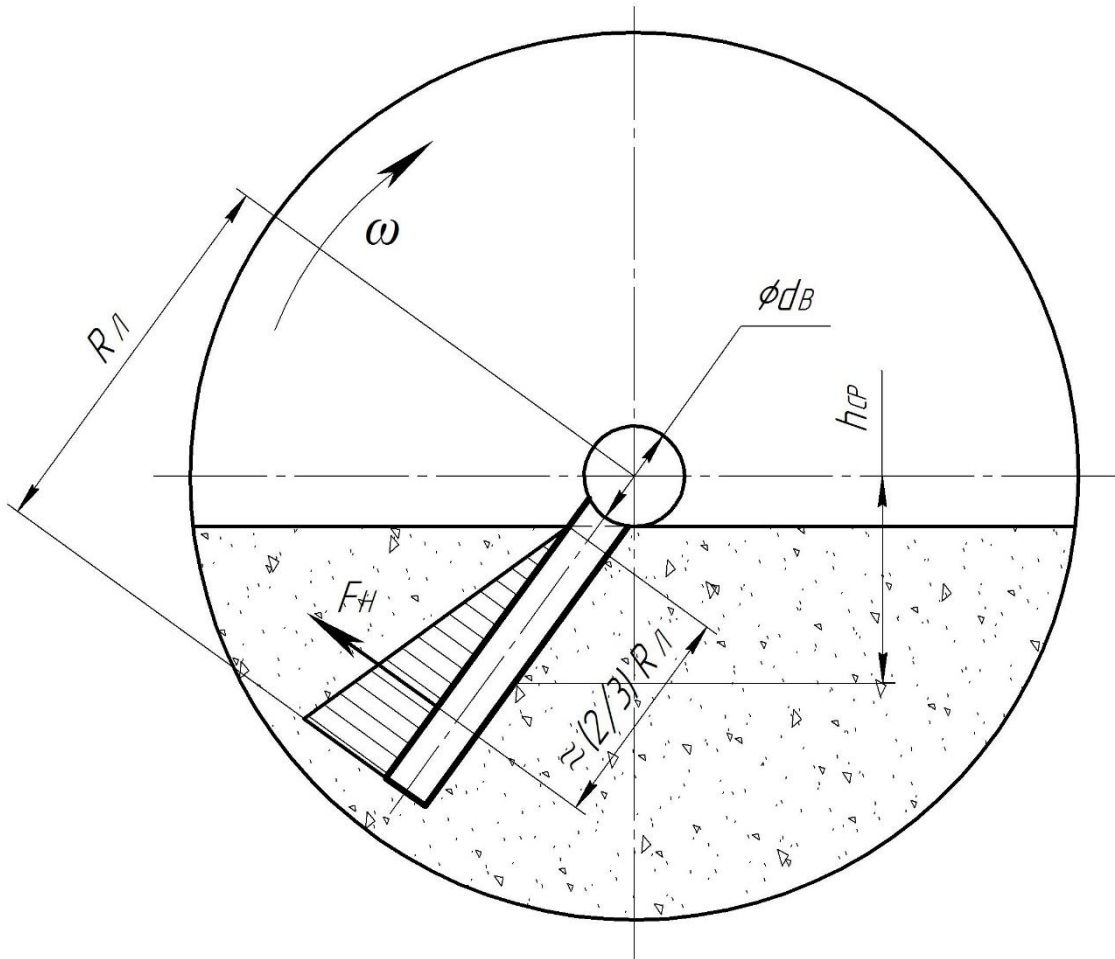


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема лопатевого змішувача

Проекцію перетину лопатки змішувача яка знаходиться у кормосуміші на напрямок обертання визначають за формулою

$$S_{Л} = b_M \left(R_{Л} - \frac{d_B}{2} \right) \cos \alpha_{Л}, \quad (2.39)$$

де b_M – ширина лопаті мішалки, м, $b_M = 0,1$ м;

$R_{Л}$ – радіус лопаті мішалки, $R_{Л} = 0,6$ м;

d_B – діаметр вала мішалки, $d_B = 0,05$ м;

$\alpha_{Л}$ – нахил лопатки до осі кормозмішувача, $\alpha_{Л} = 35^\circ$.

Підставивши дані, одержимо:

$$S_{Л} = 0,1 \left(0,6 - \frac{0,05}{2} \right) \cos 35^\circ = 0,470 \text{ м}^2;$$

$$F_H = 9,81 \cdot 600 \cdot 0,3 \cdot 0,470 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{17}{2} \right) = 1514 \text{ Н.}$$

Колове зусилля, що діє на лопать визначають за формулою

$$F_K = F_H (\cos \alpha_L + f_T \cdot \sin \alpha_L), \quad (2.40)$$

де f_T – коефіцієнт тертя кормосуміші об поверхню лопаті, $f_T = 0,3$.

Осьове зусилля визначають за формулою

$$F_{OC} = F_H (\sin \alpha_L - f_T \cdot \cos \alpha_L). \quad (2.41)$$

В числовому вигляді

$$F_K = 1514 (\cos 35^\circ + 0,3 \cdot \sin 35^\circ) = 1501 \text{ Н;}$$

$$F_{OC} = 1514 (\sin 35^\circ - 0,3 \cdot \cos 35^\circ) = 497 \text{ Н.}$$

2.5.3. Кінематичний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Найбільша кутова швидкість лопатей змішувача [3, 6]

$$\omega_{L \max} = \sqrt{\frac{g}{R_L}}, \quad (2.42)$$

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

Тобто

$$\omega_{L \max} = \sqrt{\frac{9,81}{0,6}} = 4,04 \text{ рад/с.}$$

Колову швидкість переміщення кормосуміші визначають за формулою

$$V_K = \omega_{L \max} \cdot r_{CP}. \quad (2.43)$$

Тобто

$$V_K = 4,04 \cdot \frac{1,2}{4} = 1,21 \text{ м/с.}$$

Осьову швидкість переміщення кормосуміші, м/с, визначають за формулою

$$V_{OC} = V_K \cdot \cos \alpha_L \cdot \sin \alpha_L; \quad (2.44)$$

$$V_{OC} = 1,21 \cdot \cos 35^\circ \cdot \sin 35^\circ = 0,569 \text{ м/с.}$$

2.5.4. Енергетичний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Потужність, яку необхідно затратити для приводу лопатей мішалки, визначають за формулою [3, 6]

$$N = \frac{(F_K \cdot V_K + F_{OC} \cdot V_{OC}) Z_{ЛО}}{1000}. \quad (2.45)$$

Тобто

$$N = \frac{(1501 \cdot 1,21 + 495 \cdot 0,569) 6,5}{1000} = 13,6 \text{ кВт.}$$

Потужність двигуна приводу механічної лопатевої мішалки приймаємо $N_{\min} = 15 \text{ кВт.}$

«3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ»

3.1 Вибір кінематичної та конструктивної схеми дозатора мікродобавок

Кінетика процесу змішування реальних кормосумішей залежить від фізичних і механічних властивостей окремих компонентів суміші та режимів змішування і може протікати по різному. Аналіз критеріїв якості змішування показав, що найпоширенішим методом контролю є статистичний метод. Розмір проб, їх кількість, відносний вміст контрольного компонента у суміші можуть чинити істотний вплив на оцінку якості змішування.

Мікродобавки до кормів для згодування тварин складають біля 10 кг на 1 тонну кормосуміші. З огляду існуючих дозаторів приходимо до висновків що для подачі добавок в мінімальних дозах найбільш відповідають дозатори вібраційної дії.

Кінематична схема вібраційного дозатора показана на рис. 3.1. Вал з ексцентриком $l_{OA}=l$ приводить в рух шатун - 2 до якого кріпиться повзун пульсатор - 3. Повзун перед початком робочого руху щільно без зазору дотикається до мембрани конічної форми - 4 на яку вся вага M_g суміші добавок.

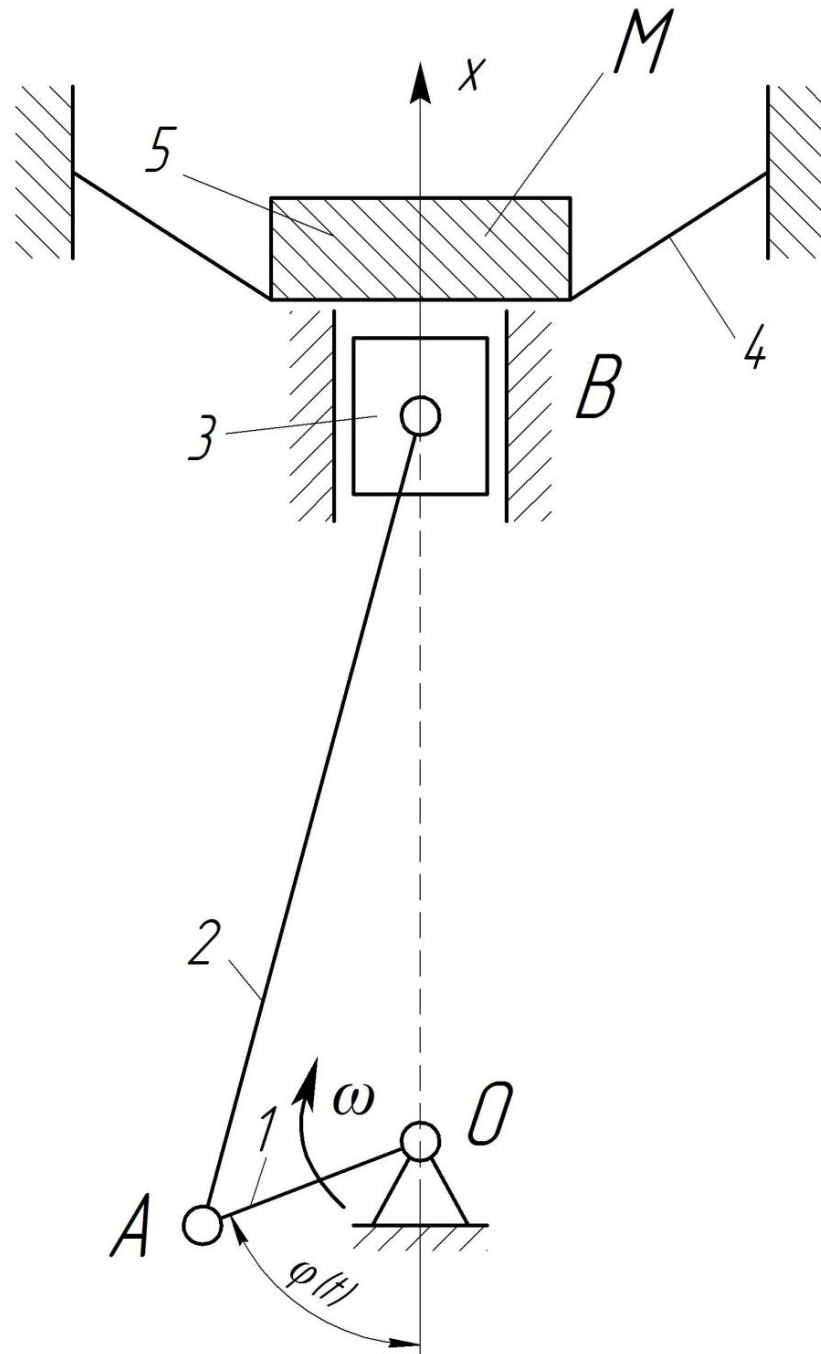


Рисунок 3.1. Кінематична схема вібратора: 1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – штовхач (пульсатор); 4 – мембрана; 5 – маса суміші мікродобавок.

Конструктивна схема вібраційного дозатора показана на рис. 3.2.

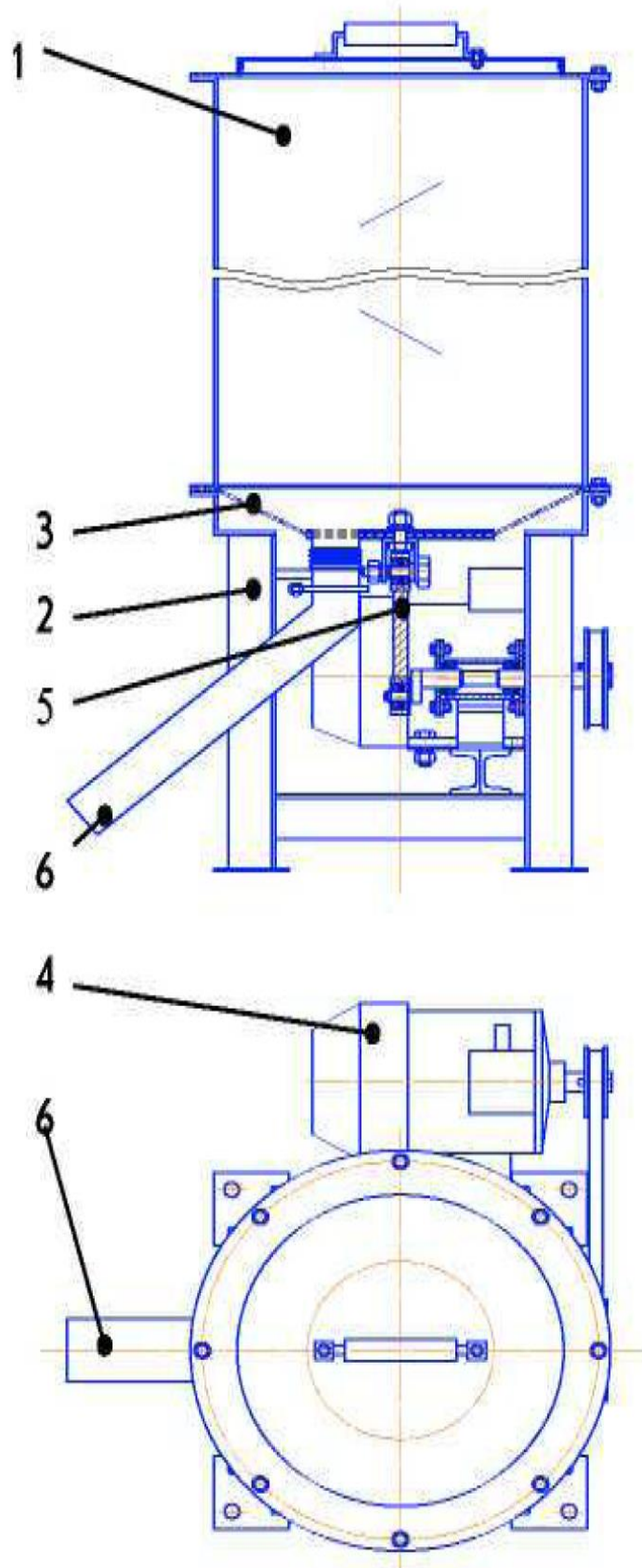


Рисунок 3.2.Конструктивна схема вібраційного дозатора: 1 – бункер; 2 – рама; 3 – мембрана; 4 – електродвигун

Дозатор працює наступним чином. Вал з ексцентриком – 5 приводиться в рух електродвигуном – 4. Далі через шатун – 6 надається імпульс конічній мембрані – 3, яка з бункером – 1 кріпиться на рамі – 2. Через отвори в мембрані суміш мікродобавок попадає в патрубок – 7.

Для безперервної роботи лінії передачі кормів до яких подаються мікродобавки в кількості 10 кг на 1000 кг кормо суміші, розраховуємо геометричні параметри бункера для забезпечення 100 кг мікродобавок, якщо $\gamma = 750 \text{ кг/м}^3$ [2, 3]. З умови, що

$$M = v \cdot \gamma, \quad (3.1)$$

де M – загальна маса мікродобавок, $M = 100 \text{ кг}$;

v – об'єм бункера.

Визначаємо об'єм бункера

$$v = \frac{M}{\gamma} = \frac{100}{750} = 0,133 \text{ м}^3. \quad (3.2)$$

Конструктивно бункер приймаємо циліндричним з конічною частиною див.рис.2. для якого об'єм дорівнює [4]

$$v = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H + \frac{(D^2 + Dd + d^2)}{12} \cdot h, \text{ м}^3, \quad (3.3)$$

де D - діаметр циліндричної частини бункера, приймаємо $D = 400 \text{ мм}$;

d – діаметр випускного отвору, приймаємо $d = 200 \text{ мм}$;

H - висота циліндричної частини бункера приймаємо $H = 500 \text{ мм}$.

Визначаємо висоту конічної частини бункера

$$h = \frac{v - \frac{\pi D^2}{4} \cdot H}{\frac{D^2 + Dd + d^2}{12}} = \frac{0,133 - \frac{\pi 0,4^2}{4} \cdot 0,5}{\frac{0,4^2 + 0,4 \cdot 0,2 + 0,2^2}{12}} = 0,308 \text{ м.} \quad (3.4)$$

3.3. Аналітичні дослідження кінематики пульсатора

Величина переміщення т.В дозатора, рис.3.1 [9]

$$x_B = l_1 \cos(\omega \cdot t) + l_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)}, \quad (3.5)$$

де l_1 – ексцентрик механізму, приймаємо $l_1 = 1$ мм;

l_2 – довжина шатуна, приймаємо $l_2 = 31$ мм;

ω – кутова швидкість вала, $\omega = 157$ с⁻¹.

$$x_B = 1 \cdot \cos(\omega \cdot t) + 31 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{1}{31}\right)^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)}.$$

Визначаємо швидкість та прискорення штовхача дозатора

$$\frac{dx_B(t)}{dt} = v_B(t) = l_1 \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t) - \left(\frac{l_1^2 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \sin(\omega \cdot t)}{l_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l_1^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)}{l_2^2}\right)}} \right); \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned} \frac{dv_B(t)}{dt} = a_B(t) = & \frac{l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2}} \right)} - \left(\frac{l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)^2}{l_2 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2}} \right)} \right) - \\ & - l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) - \left(\frac{l_1^4 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2^3 \cdot \left(1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2} \right)^{3/2}} \right). \end{aligned} \quad (3.7)$$

Для визначення максимального значення лінійного прискорення штовхача вібраційного дозатора необхідно дослідити на екстремум функцію (3.7)

$$\frac{da_B(t)}{dt} = 0; \quad (3.8)$$

$$\begin{aligned} \frac{da_B(t)}{dt} = & l_1 \cdot \omega^3 \cdot \sin(\omega \cdot t) + \frac{4 \cdot l_1^2 \cdot \omega^3 \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \sin(\omega \cdot t)}{l_2 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2}} \right)} + \\ & + \frac{3l_1^4 \cdot \omega^3 \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \sin(\omega \cdot t)^3}{l_2^3 \cdot \left(1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2} \right)^{3/2}} - \left(\frac{3l_1^4 \cdot \omega^3 \cdot \cos(\omega \cdot t)^3 \cdot \sin(\omega \cdot t)}{l_2^3 \cdot \left(1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2} \right)^{3/2}} \right) - \\ & - \frac{3l_1^6 \cdot \omega^3 \cdot \cos(\omega \cdot t)^3 \cdot \sin(\omega \cdot t)^3}{l_2^5 \cdot \left(1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2)}{l_2^2} \right)^{5/2}} = 0, \end{aligned} \quad (3.9)$$

Прирівнявши отриманий вираз до нуля отримаємо час при якому прискорення досягає максимального значення $t_0 = 0$.

Звідки визначаємо максимальне прискорення штовхача дозатора, якщо

$$a_{MAX} = \frac{l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t_0)^2}{l_2 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t_0)^2)}{l_2^2}} \right)} - \left(\frac{l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t_0)^2}{l_2 \cdot \sqrt{1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t_0)^2)}{l_2^2}}} \right) -$$

$$- l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t_0) - \left(\frac{l_1^4 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t_0)^2 \cdot \sin(\omega \cdot t_0)^2}{l_2^3 \cdot \left(1 - \frac{(l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t_0)^2)}{l_2^2} \right)^{3/2}} \right). \quad (3.10)$$

$$a_{MAX} = \frac{1^2 \cdot 157^2 \cdot \sin(157 \cdot 0)^2}{31 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{(1^2 \cdot \sin(157 \cdot 0)^2)}{31^2}} \right)} - \left(\frac{1^2 \cdot 157^2 \cdot \cos(157 \cdot 0)^2}{31 \cdot \sqrt{1 - \frac{(1^2 \cdot \sin(157 \cdot 0)^2)}{31^2}}} \right) -$$

$$- 1^2 \cdot 157^2 \cdot \cos(157 \cdot 0) - \left(\frac{1^4 \cdot 157^2 \cdot \cos(157 \cdot 0)^2 \cdot \sin(157 \cdot 0)^2}{31^3 \cdot \left(1 - \frac{(1^2 \cdot \sin(157 \cdot 0)^2)}{31^2} \right)^{3/2}} \right) = 2,554 \cdot 10^4 \frac{MM}{c^2},$$

$$a_{MAX} = 25,54 \frac{M}{c^2}.$$

За допомогою пакетів прикладних програм досліджено кінематику руху штовхача-дозатора, а саме: переміщення, швидкості та прискорення т.В дозатора за один оберт кривошипа рис. (3.3 - 3.5).

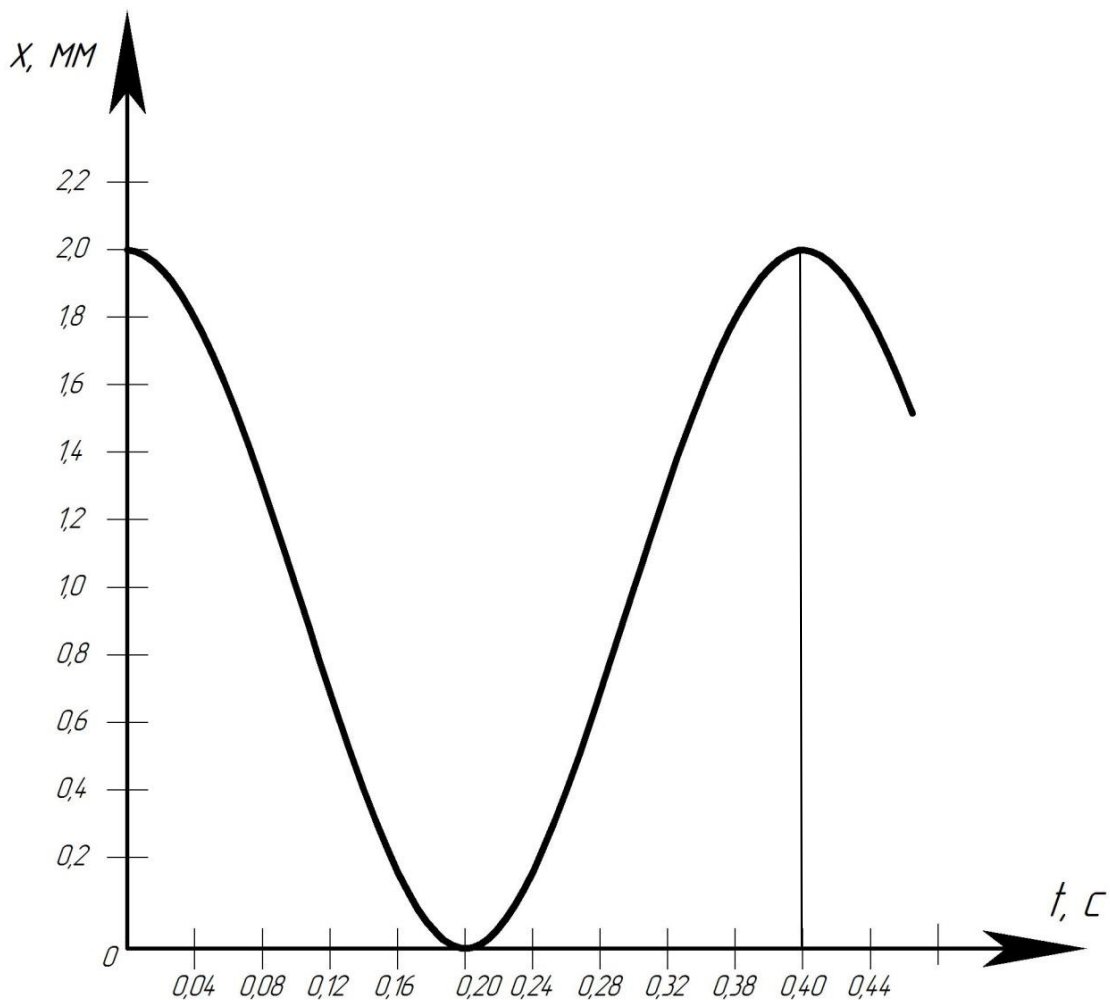


Рисунок 3.3 Графік переміщення т.В дозатора за один оберт кривошипа

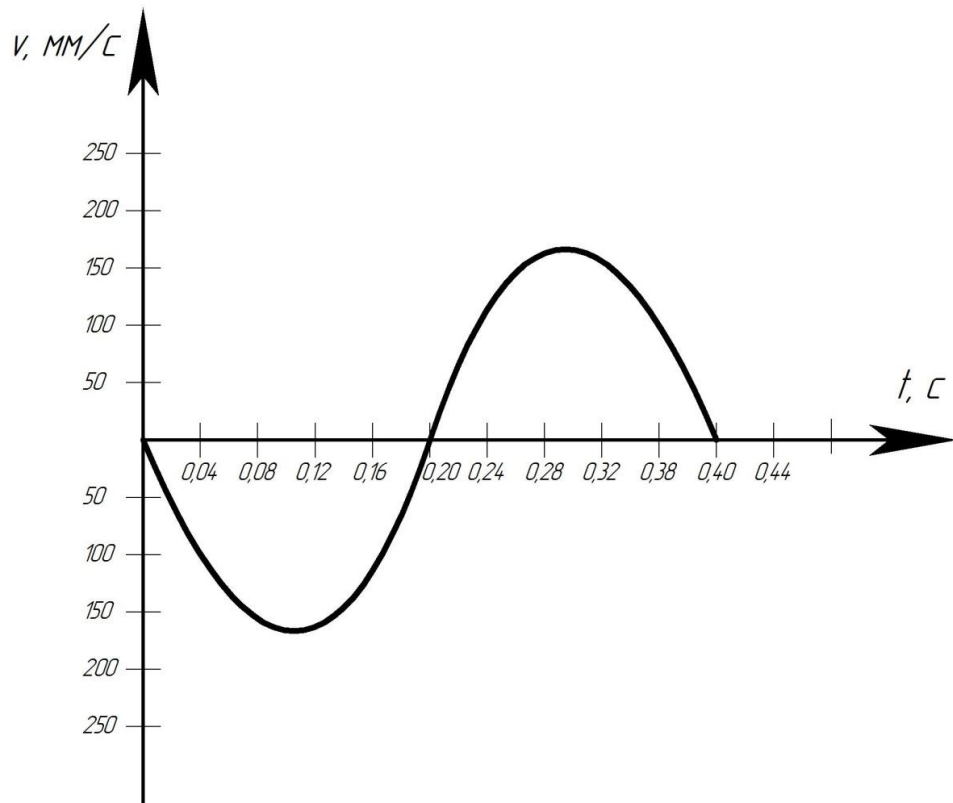


Рисунок 3.4 Графік швидкості т.В дозатора за один оберт кривошипа

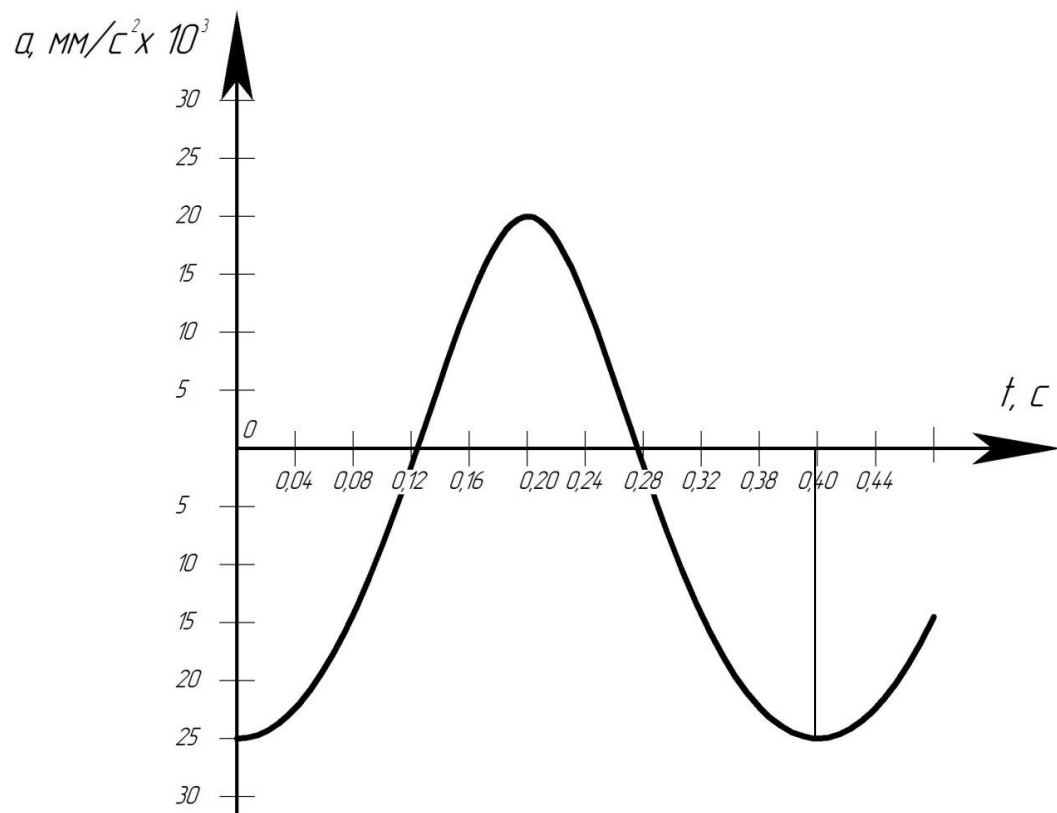


Рисунок 3.5 Дослідження процесу дозування, зміна величини швидкості т.В дозатора за один оберт кривошипа

3.2. Розрахунок вала вібраційного дозатора

Розрахункова схема вала показана на рис. 3.6.

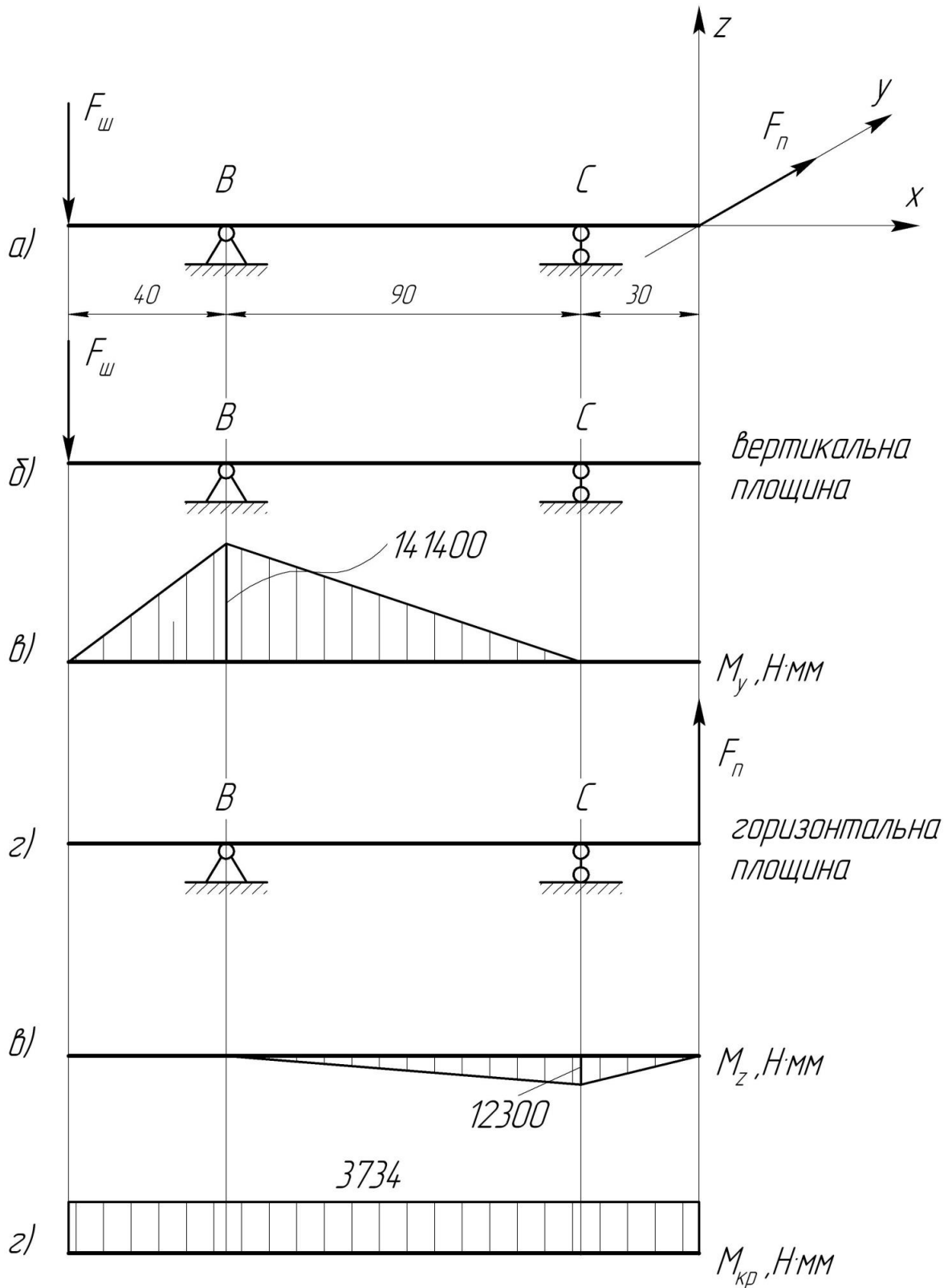


Рисунок 3.6 Розрахункова схема та епюри внутрішніх силових факторів вала вібро-дозатора

В місці кріплення шатуна на вал діють сили

$$F_{ш} = F + F_i, \quad (3.11)$$

де F – сила ваги мікродобавок,

$$F = M \cdot g = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ Н}; \quad (3.12)$$

F_i – сила інерції маси мікродобавок на шатун,

$$F_i = M \cdot a_{MAX} = 100 \cdot 25,54 = 2554 \text{ Н}. \quad (3.13)$$

$$F_{ш} = F + F_i = 981 + 2554 = 3535 \text{ Н}.$$

Сила тиску на вал в місці посадки шківів від натягу клинопасової передачі [10, 11]

$$F_{II} = 2F_0 \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right), \quad (3.14)$$

де F_0 – сила попереднього натягу паса,

β – кут між вітками паса

$$F_0 = \sigma_0 \cdot A, \quad (3.15)$$

σ_0 – початкове нормальне напруження в пасі; $\sigma_0 = 1,5 \text{ Н/мм}^2$;

A – площа поперечного перетину паса, $A = 138 \text{ мм}^2$;

$$F_0 = 1,5 \cdot 138 = 207 \text{ Н}.$$

$$F_{II} = 2 \cdot 207 \cdot \cos\left(\frac{14}{2}\right) = 410 \text{ Н.}$$

Отримані сили діють у взаємно перпендикулярних площинах. Для побудови епюр згинальних моментів немає потреби у визначенні опорних реакцій рис. 3.6 а.

У вертикальній площині рис.3.6 б

$$M_y^B = F_{III} \cdot 40 = 3535 \cdot 40 = 141400 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

На рис. 3.6 в побудована епюра згинальних моментів у вертикальній площині.

Горизонтальна площина, рис. 3.6 г,д.

$$M_z^C = F_{II} \cdot 30 = 410 \cdot 30 = 12300 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Величина крутного моменту

$$T = F_{III} \cdot l_1 = 3535 \cdot 1 = 3535 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Розрахунок на міцність проводимо в перетині В, в якому діють $M_{зг.МАХ} = 141400 \text{ Н} \cdot \text{мм}$, $M_{кр} = 3535 \text{ Н} \cdot \text{мм}$. Розрахунковий момент за третьою теорією міцності

$$M_p^{III} = \sqrt{M_{зг.МАХ}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{141400^2 + 3535^2} = 141444 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

З умови міцності за нормальними напруженнями визначаємо мінімальний діаметр вала

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_p^{III}}{\pi \cdot [\sigma]}}, \quad (3.16)$$

де $[\sigma]$ – допустимі нормальні напруження матеріалу вала, для Сталі 45

$$[\sigma] = 200 \text{ МПа}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 141444}{3,14 \cdot 200}} = 19,31 \text{ мм},$$

Приймаємо $d = 20$ мм.

3.3. Розрахунок вала на жорсткість

Визначаємо прогин вала дозатора в точці К, місці кріплення шатуна, рис. 3.7 а. Прогин визначаємо використовуючи графоаналітичний метод. Будуємо епюри моментів від зовнішнього навантаження, рис. 3.7 б. Для визначення прогину точки К, в цій точці прикладаємо одиничну силу рис. 3.7 в. Будуємо епюри згинальних моментів від цієї сили рис. 3.7 г.

Прогин т. К

$$y_K = \frac{1}{EI_0} (\omega_1 \cdot M_{C_1} + \omega_2 \cdot M_{C_2}), \quad (3.17)$$

де E – модуль пружності матеріалу вала, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$;

I_0 – осьовий момент інерції поперечного перетину вала,

$$I_0 = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 20^4}{64} = 7850 \text{ мм}^4;$$

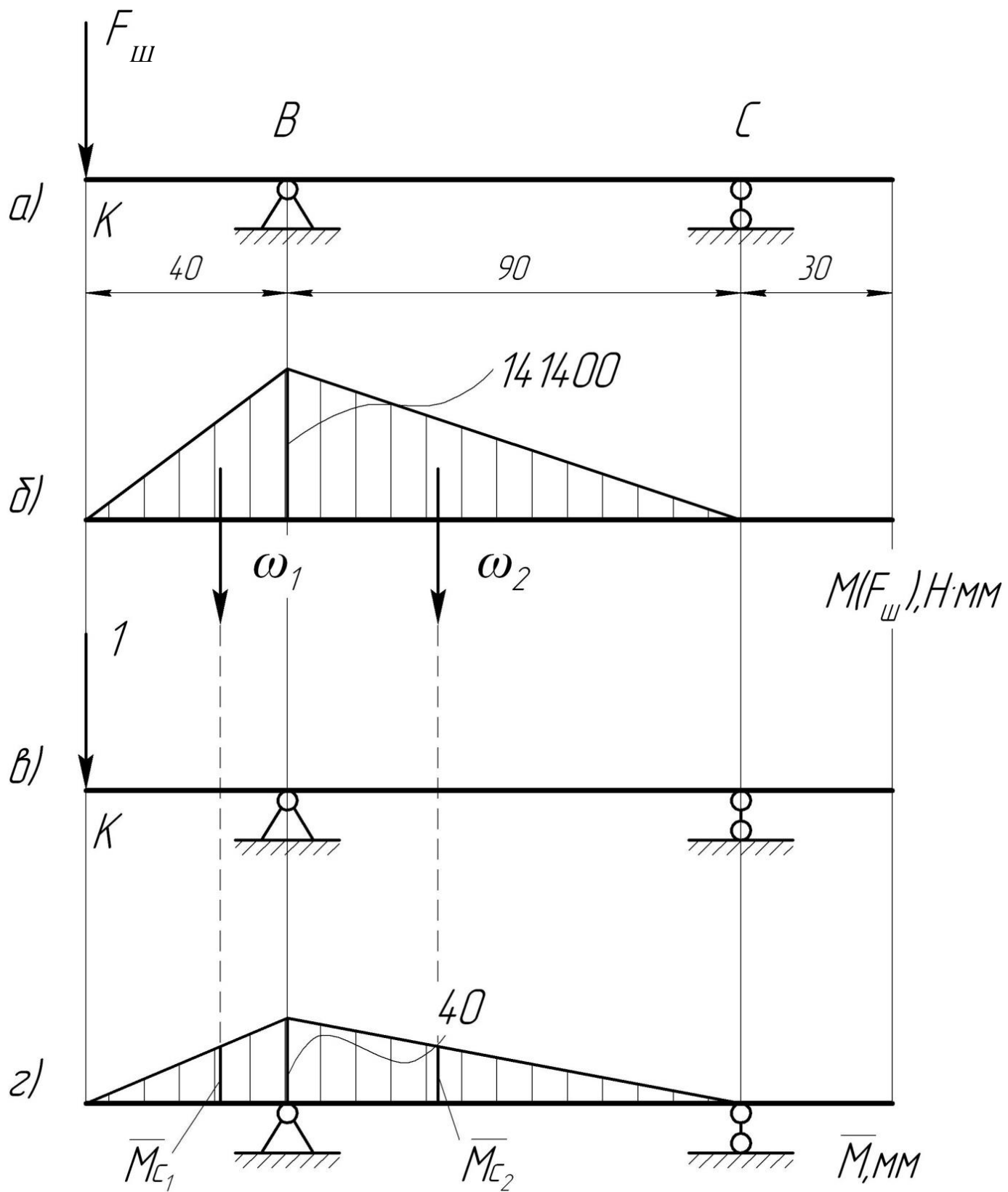


Рисунок 3.7 Схематизація навантажень для визначення прогину точки К

ω_1, ω_2 – площі епюр згинальних моментів від зовнішніх навантажень;

$$\omega_1 = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 141400 = 2828000 \text{ Н} \cdot \text{мм}^2;$$

$$\omega_2 = \frac{1}{2} \cdot 90 \cdot 141400 = 6363000 \text{ Н} \cdot \text{мм}^2;$$

M_{C_1}, M_{C_2} – величини згинальних моментів від одиничної сили під центрами ваги площ від зовнішніх навантажень;

$$M_{C_1} = M_{C_2} = \frac{2}{3} \cdot 40 = 26,7 \text{ мм}.$$

$$y_K = \frac{1}{2 \cdot 10^5 \cdot 7850} (2828000 \cdot 26,7 + 6363000 \cdot 26,7) = 0,156 < [y] = 0,2 \text{ мм},$$

де $[y]$ – допустиме значення максимального прогину, приймаємо конструктивно $[y] = 0,2 \text{ мм}$.

4. САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

4.1. Методи та системи САПР сільськогосподарської техніки

Проектування – це громісткий процес створення опису, який використовується для створення нового неіснуючого взірця, на основі початкового опису об'єкта та алгоритму за яким він працює.

Проектування включає в себе всі роботи по розрахунку, дослідженню та конструюванню, що в кінцевому випадку має за мету одержання опис об'єкта проектування, якого є достатньо для створення нового виробу, який відповідає усім попередньо заданим вимогам.

Автоматизоване проектування (computer-aided design – CAD) є технологією суть якої полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, змін, аналізу і оптимізації проектів. Таким чином, будь-яка програма, що працює з комп'ютерною графікою, так само як і будь-який додаток використовуваний в інженерних розрахунках, відноситься до систем автоматизованого проектування [12].

Автоматизоване виробництво (computer-aided manufacturing – CAM) – це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління і контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. Одним з найбільш широко застосовуваних підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління (ЧПУ, numerical control – NC).

Автоматизоване конструювання (computer-aided engineering – CAE) – полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії CAD, моделювання і вивчення поведінки виробу для удосконалення і оптимізації його конструкції. Засоби CAE можуть здійснювати багато різних варіантів аналізу. Програми для кінематичних розрахунків, здатні визначати траєкторії руху і швидкості ланок в механізмах. Програми динамічного аналізу можуть використовуватися для визначення навантажень і зсувів в складних пристроях

типу автомобілів. Програми верифікації і аналізу логіки і синхронізації імітують роботу складних електронних ланцюгів.

Перевагами методів аналізу і оптимізації конструкцій є те, що вони дозволяють конструктору побачити поведінку кінцевого виробу і виявити можливі помилки до створення і тестування реальних прототипів, уникнувши певних витрат. Оскільки вартість конструювання на останніх стадіях розробки і виробництва продукту є значною, а це призводить до скорочення термінів і вартості розробки.

Класифікувати САПР можна за такими ознаками:

- по ступеню формалізації вирішуваних задач;
- по функціональному призначенню;
- по спеціалізації;
- по технічній організації.

По ступеню формалізації вирішуваних задач САПР можуть бути побудовані на вирішенні:

Функції САПР

- повністю формалізованих задач(застосовуються тільки для вирішення простих задач проектування);
- частково формалізованих задач(придатні для вирішення завдань у багатьох галузях промислового виробництва);
- не формалізованих задач(знаходяться у стадії розробки та дослідження,не застосовуються).

За функціональним призначенням САПР поділяються в залежності від вирішуваних задач, визначених складом функціональної частини системи:

- розрахунково-оптимізаційні;
- графічні;
- графоаналітичні;
- інформаційні і т.п.

За спеціалізацією САПР поділяють на спеціалізовані та інваріантні. Оскільки завдання автоматизованого проектування дуже складні, то, як

правило, САПР є спеціалізовані системи, що створюються для вирішення вузьких завдань однієї галузі.

За технічною організацією САПР бувають однорівневі, побудовані на базі однієї достатньо продуктивної ЕОМ з набором необхідних периферійних пристроїв, і багаторівневі, такі, що включають крім базової ЕОМ ряд підпорядкованих їй автоматизованих робочих місць (АРМ), що побудовані на основі ЕОМ нижчого рівня.

4.2. Розробка моделі об'єкту проектування

За мету ставимо дослідження прискорення маси мікродобавок на шатун шляхом зміни частоти обертання шатуна та зміни довжини ексцентрика механізму. Сила інерції маси мікродобавок на шатун прямолінійно залежить від прискорення маси мікродобавок, і є однією із найбільших сил які діють на шатун [9].

$$F_i = M \cdot a_{MAX}. \quad (4.1)$$

Залежність між прискоренням та швидкістю дозатора

$$a_B(t) = \frac{dv_B(t)}{dt}. \quad (4.2)$$

Швидкість у свою чергу залежить від переміщення дозатора

$$v_B(t) = \frac{dx_B(t)}{dt}. \quad (4.3)$$

Величина переміщення дозатора описується наступним чином

$$x_B = l_1 \cos(\omega \cdot t) + l_2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}. \quad (4.4)$$

4.2.1 Дослідження величини прискорення штовхача мікродозатора від частоти обертання вала привода

Визначаємо швидкість та прискорення штовхача дозатора підставляючи у рівняння прискорення змінну частоту n , яка є складовою кутової швидкості ω

$$\omega = \frac{\pi n}{30}; \quad (4.5)$$

$$\frac{dx_B(t)}{dt} = v_B(t) = l_1 \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t) - \left(\frac{l_1^2 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \sin(\omega \cdot t)}{l_2 \cdot \sqrt{1 - \frac{l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2^2}}} \right) \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} \frac{dv_B(t)}{dt} = a_B(t) = & \frac{l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2^2}} \right)} - \left(\frac{l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)^2}{l_2 \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2^2}} \right)} - \right. \\ & \left. - l_1^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) - \frac{l_1^4 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2^3 \cdot \left(1 - \frac{l_1^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)^2}{l_2^2} \right)^{3/2}} \right). \quad (4.7) \end{aligned}$$

Для дослідження конструктивно приймаємо $l_1=1$ мм; $l_2=31$ мм. Прискорення визначаємо при: $n_1 = 500$ об/хв, $n_2 = 750$ об/хв, $n_3 = 1000$ об/хв,

$n_4 = 1250$ об/хв, $n_5 = 1500$ об/хв. Використовуючи пакет прикладних програм будуємо графіки залежностей прискорення a_B в залежності від часу t протягом одного оберту кривошипа. Вертикальна вісь прискорення a_B у мм/с^2 , горизонтальна час t у с.

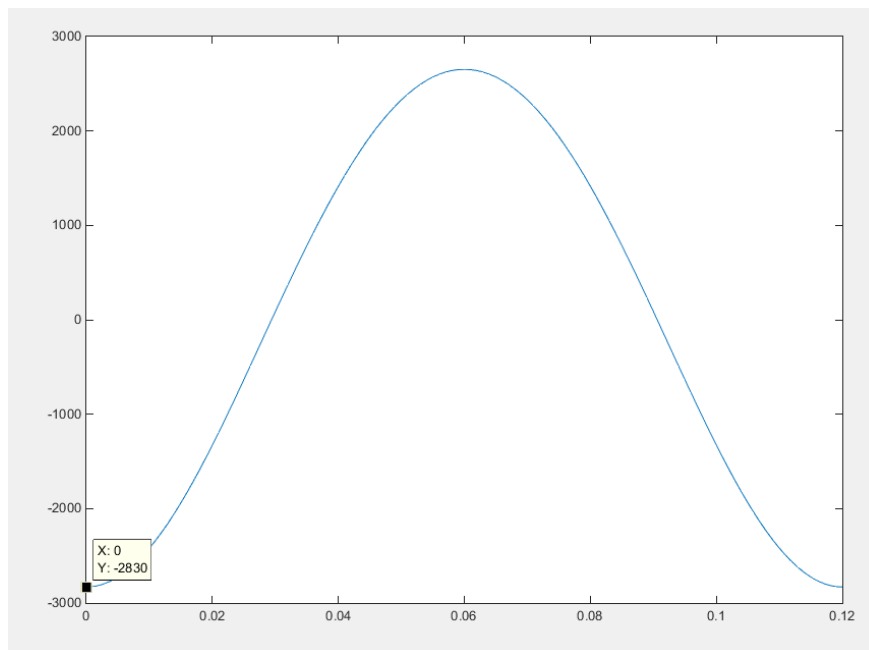


Рисунок 4.1. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного оберту кривошипа, $n_1 = 500$ об/хв

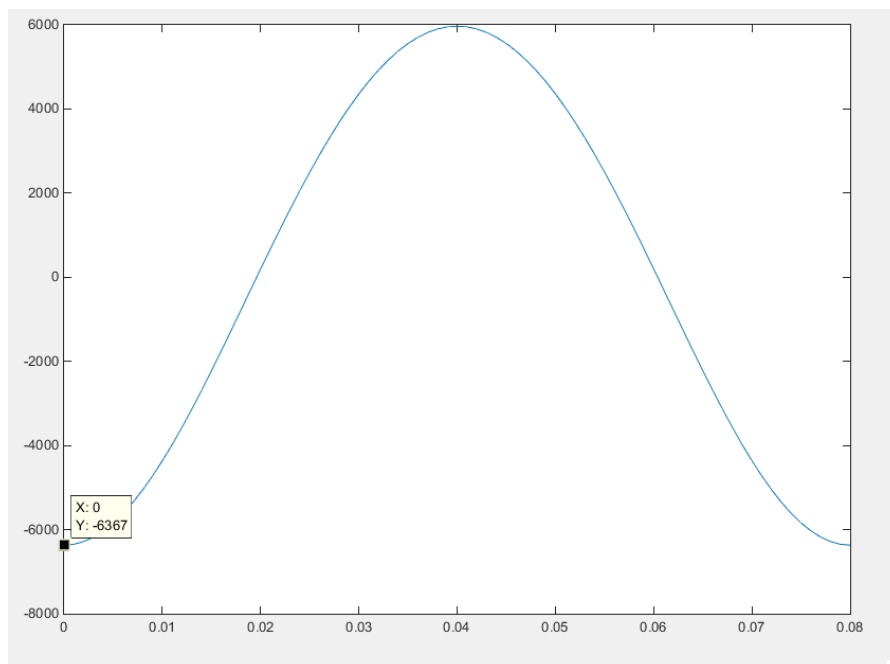


Рисунок 4.2. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного оберту кривошипа, $n_2 = 750$ об/хв

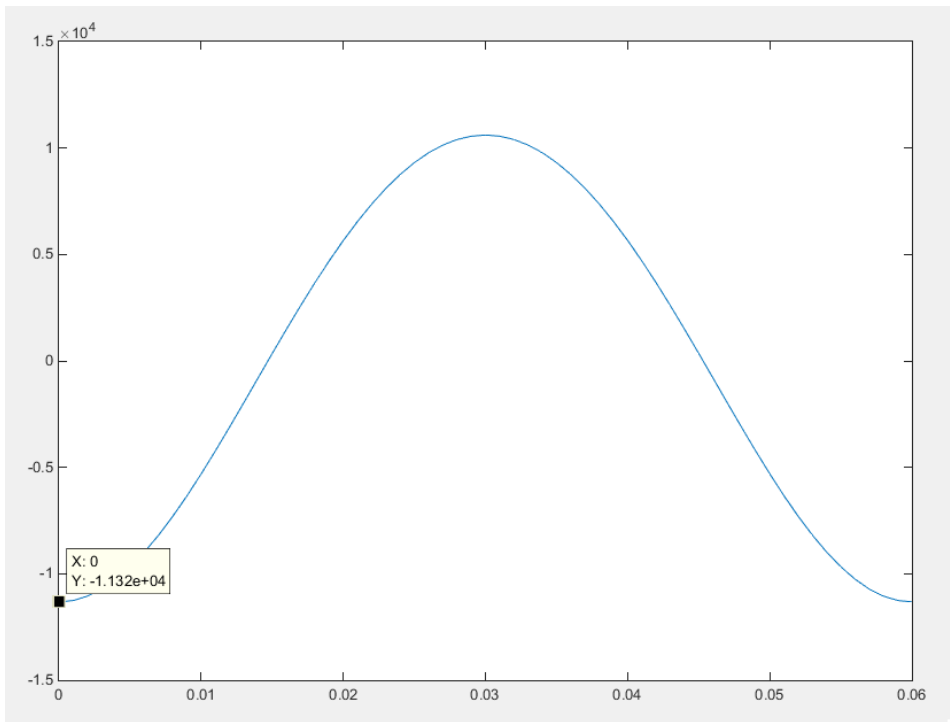


Рисунок 4.3. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного оберту кривошипа, $n_3 = 1000$ об/хв

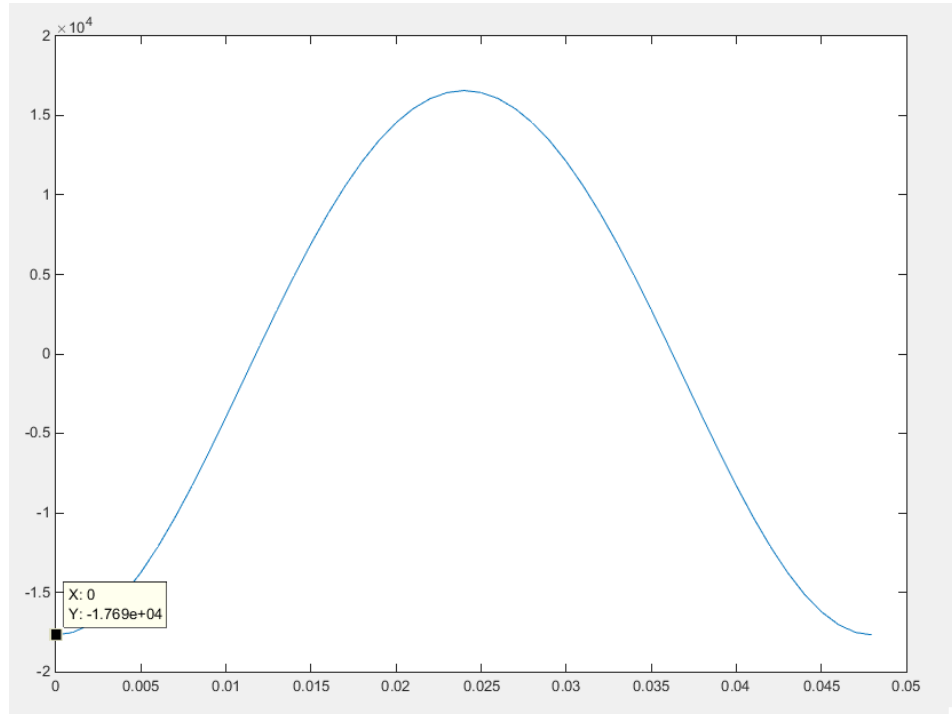


Рисунок 4.4. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного оберту кривошипа, $n_4 = 1250$ об/хв

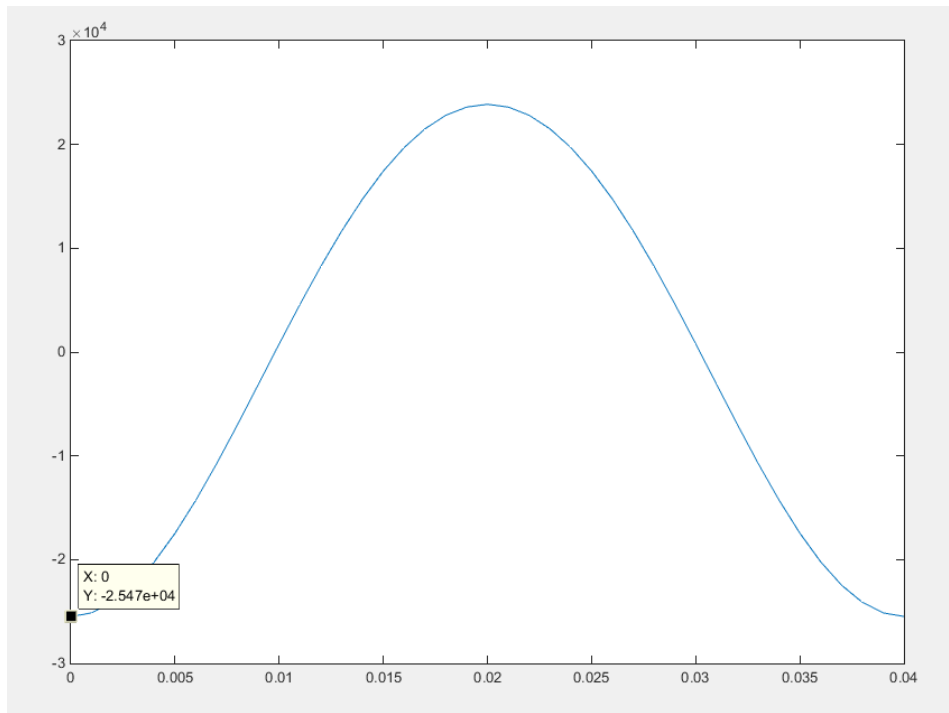


Рисунок 4.5. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного оберту кривошипа а, $n_5 = 1500$ об/хв

Прискорення штовхача дозатора збільшується в залежності від збільшення частоти обертання вала привода від $2,83 \text{ м/с}^2$ при $n_1=500$ об/хв до $25,47 \text{ м/с}^2$ при $n_5=1500$ об/хв.

4.2.2 Дослідження величини прискорення штовхача мікродозатора від величини ексцентрика

Для дослідження приймаємо $n = 1500$ об/хв; $l_2=31$ мм. Прискорення визначаємо при: $l_1=0,5$ мм; $l_2=0,75$ мм; $l_3=1$ мм; $l_4=1,25$ мм; $l_5=1,5$ мм;. Використовуючи пакет прикладних програм будуємо графіки залежностей прискорення a_B в залежності від часу t протягом одного обертання кривошипа.

Вертикальна вісь прискорення a_B у мм/с^2 , горизонтальна час t у с.

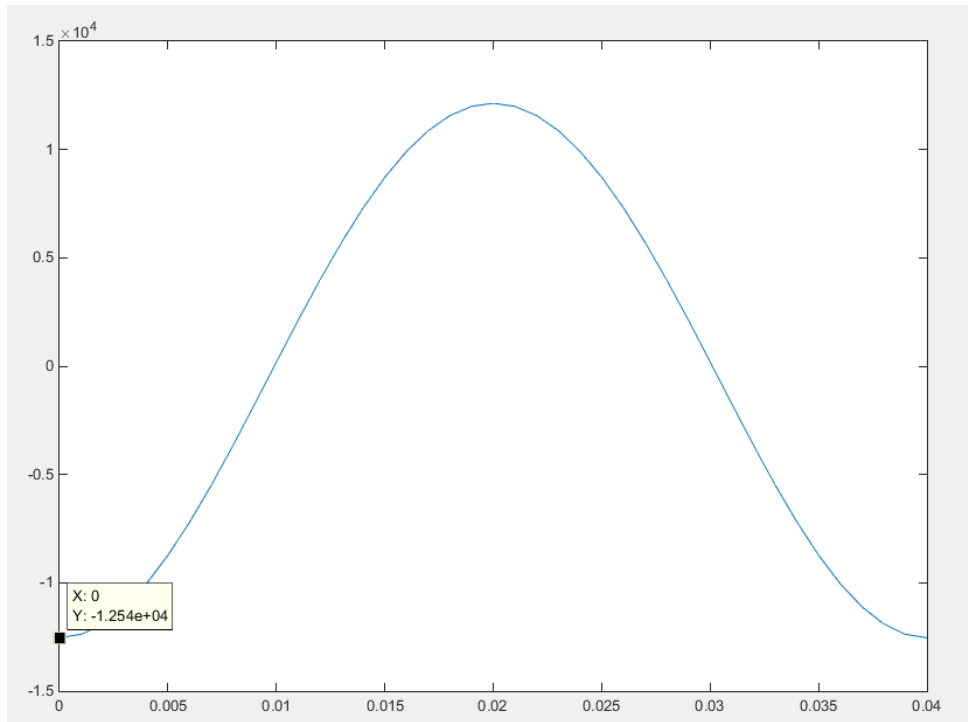


Рисунок 4.6. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного обертання кривошипа, $l_1=0,5$ мм

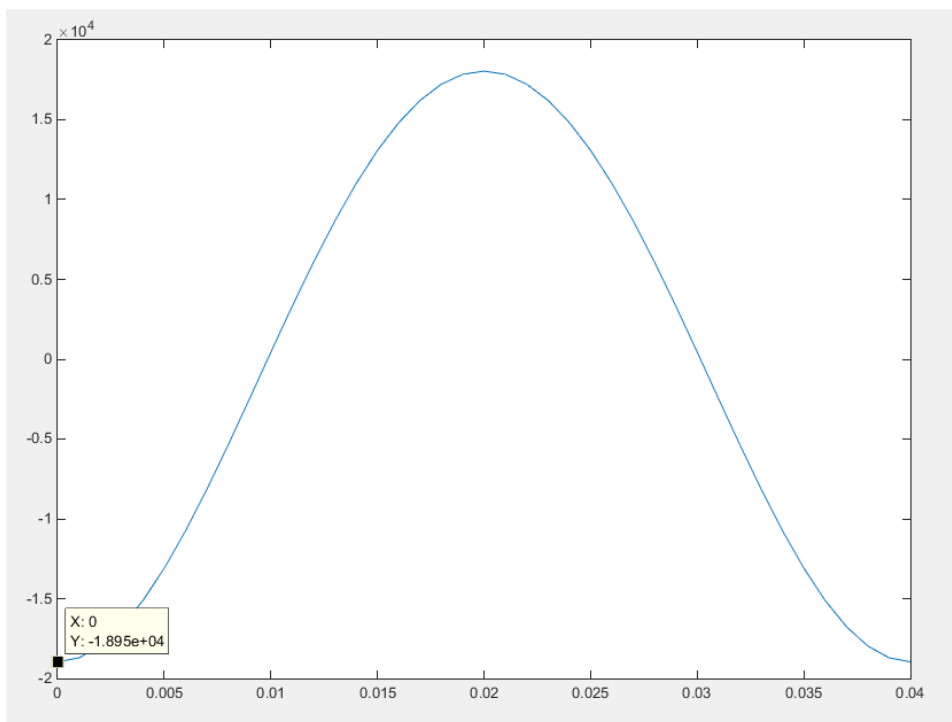


Рисунок 4.7. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного обертання кривошипа, $l_2=0,75$ мм

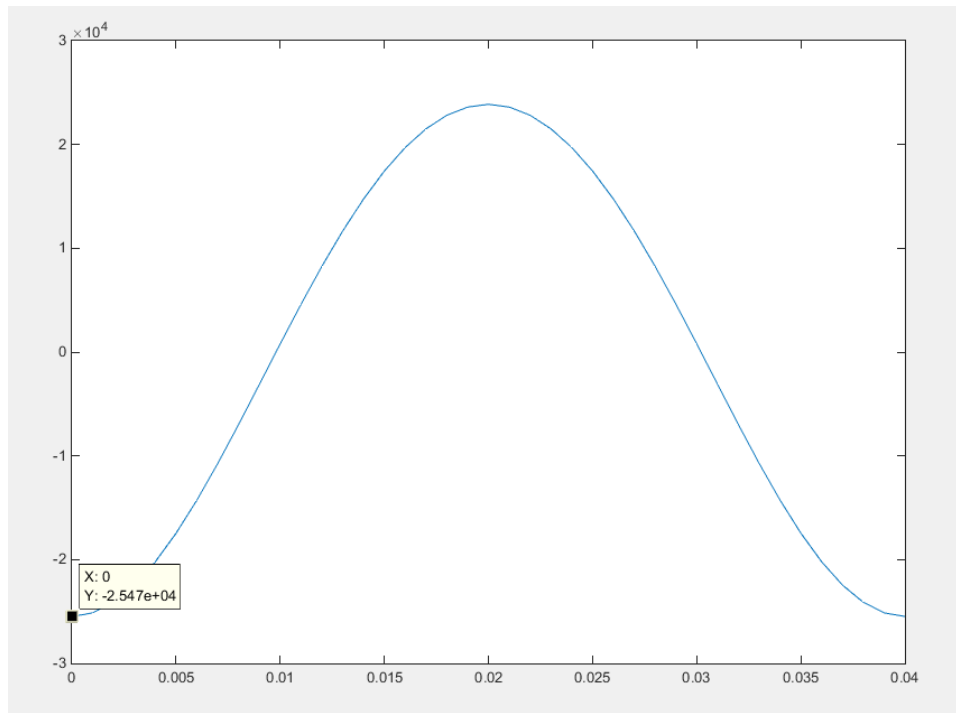


Рисунок 4.8. Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного обертання кривошипа, $l_3=1$ мм

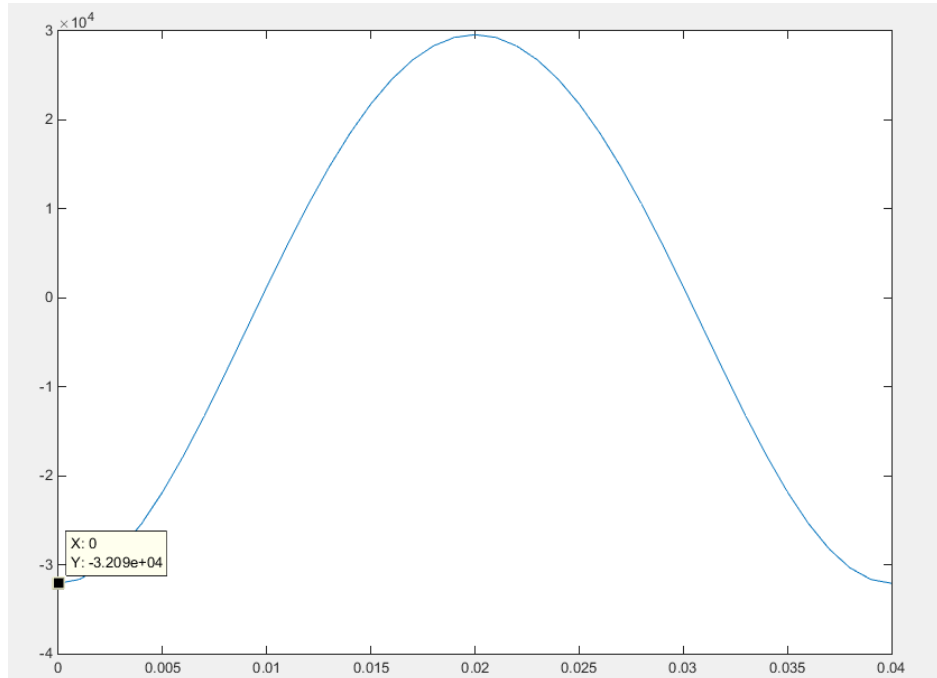


Рисунок 4.9 Залежність прискорення a_B від часу t протягом одного обертання кривошипа, $l_4=1,25$ мм

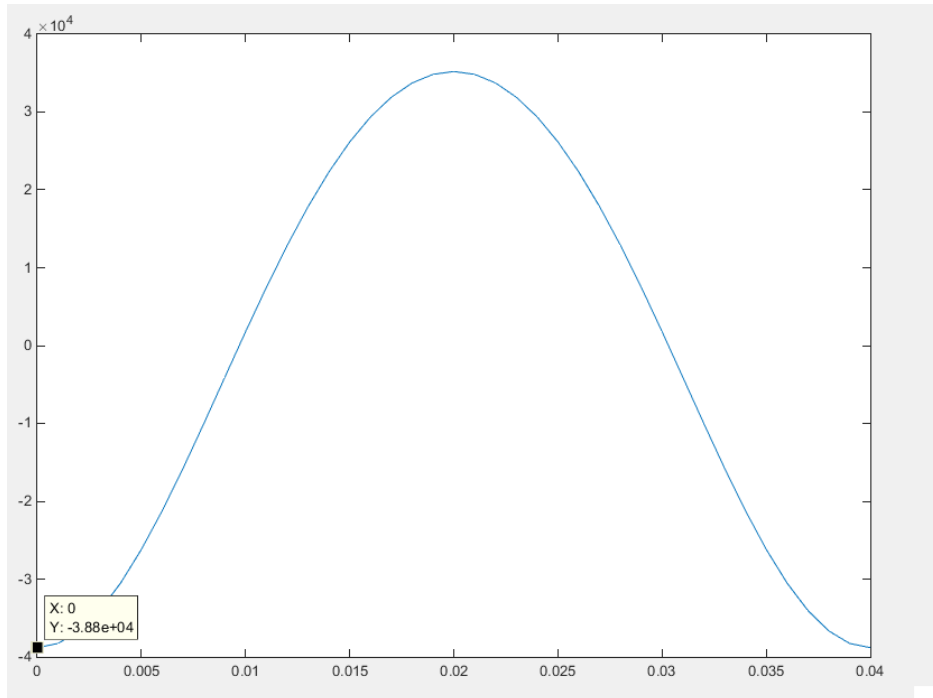


Рисунок 4.10. Залежність прискорення a_B від часу t
 протягом одного обертання кривошипа, $l_5 = 1,5$ мм

Прискорення штовхача дозатора збільшується в залежності від збільшення довжини ексцентрика від 12 м/с^2 при $l_1 = 0,5$ м до $38,8 \text{ м/с}^2$ при $l_5 = 1,5$ м.

5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

5.1. Аналіз конструктивних особливостей і технологічність деталі

Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов

Деталь, для якої проектується технологічний процес механічної обробки у даному розділі - це ступиця (рис. 5.1), яка є елементом запобіжної муфти дозатора мікродобавок кормоцеху.

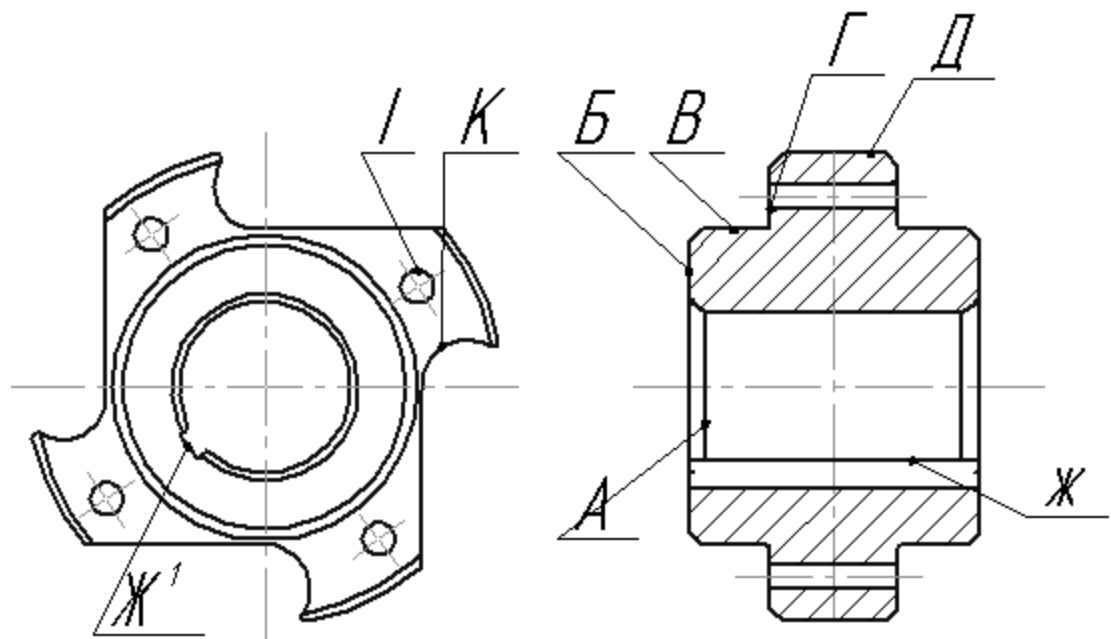


Рисунок 5.1 – Основні поверхні деталі ступиця

До основних поверхонь деталі відносять наступні.

Поверхня (Ж) – призначена для встановлення ступиці на валі.

Поверхня (К) – призначена для розміщення на ній циліндричних роликів через які передається крутний момент на обойму муфти.

Поверхня (І)- чотири отвори призначені для кришки муфти.

Інші поверхні є другорядні і принципового значення не мають.

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

Враховуючи конструктивні особливості і форму, а також те, що деталі не йдуть на зварювання, застосовують сталь 40Х ГОСТ 1050-74 з наступними характеристиками, які наведені у табл. 5.1 і 5.2.

Таблиця 5.1 – Хімічний склад сталі 40Х

Хімічний елемент	Процентний вміст елемента у сталі, %
C	0,4
Cr	1

Таблиця 5.2 – Механічні властивості сталі 40Х

Межа текучості $\sigma_0, Н / мм^2$	Межа текучості при розтягуванні $\sigma_{вр}, Н / мм^2$	Відносне видовження $\delta, \%$	Відносне звуження $\varphi, \%$	Ударна в'язкість $\alpha_{н.}, кг / мм^2$
800	1000	10	45	6

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 5.3.

Таблиця 5. 3 –Аналіз технічних умов

Поверхня	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
I	Забезпечити задану точність та взаємне розміщення чотирьох отворів	Одночасне свердління	Пробка (Ø6.4) 8133-5038
Ж	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Протягування шпоночного отвору	Пробка(Ø35 Н9) 8133-0949Н9 ГОСТ 14810-69 Калібр (10Д10) 8154-4054-11
Б, В, Г, Д	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Підрізання торця різцем	ЩЦ –І-125 -0,1 ГОСТ 166-80
К	Забезпечити точність і шорсткість поверхні	Послідовне фрезерування чотирьох пазів	Шаблон 8150-4406
А	Забезпечити задану шорсткість поверхні	Розточування різцем	ЩЦ –І-125 -0,1 ГОСТ 166-80

Технологічний контроль креслення деталі

На робочому кресленні деталь зображена у двох проекціях, що дає змогу уявити деталь у просторі і визначити розташування її основних елементів.

На кресленні присутня достатня кількість перерізів, які повною мірою відображають необхідну інформацію.

Для розмірів загального призначення встановлено загальний допуск і квалітет точності.

Для поверхонь загального призначення показники шорсткості поверхні визначаються способом одержання заготовки.

На робочі розміри і відповідні поверхні встановлено допуск і квалітет точності згідно ГОСТів.

На відповідальні поверхні встановлені спеціальні показники шорсткості.

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

Отже, креслення деталі виконано згідно діючих стандартів і відображає необхідну інформацію, яка потрібна для виготовлення даної деталі.

Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь ступиця є поковкою третього класу точності і тому одержання заготовки не складає значних труднощів. Конфігурація заготовки дозволяє отримати заготовку шляхом кування.

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

Розміщення чотирьох отворів $\varnothing 6,4$ мм дозволяє застосувати 4-ох шпіндельну свердлильну головку і витримати усі конструктивні вимоги.

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

До всіх оброблюваних поверхонь ступиці є вільний доступ інструменту.

Отже, деталь є достатньо технологічною по конструкції.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Базовий технологічний процес механічної обробки деталі є задовільним і забезпечує поставлені вимоги до якості, точності і шорсткості поверхонь отримуваної деталі. Щодо методу одержання заготовки (поковка), то для даних умов виробництва він є доцільним. Реальна заготовка досить точно відповідає кресленню деталі. Щодо баз, то вони вибрані правильно, з дотриманням принципу поєднання і суміщення баз. Також виконується умова, що при першій операції вибрано такі базові поверхні, які у подальшому не обробляються. Операції технологічного процесу механічної обробки ступиці встановлено правильно, що дозволяє досягнути задану точність. Як видно з технологічного процесу, режими різання відповідають прогресивним. Ріжучий інструмент використовується стандартизований.

Зауваження до базового технологічного процесу: для операції 040 вертикально-свердлильна, на якій послідовно свердлиться три отвори $\varnothing 6,4$ мм, є змога використати 4-ох шпindelьну свердлильну головку, що значно скоротить затрати, як основного так і допоміжного часу для даної операції; також на тій же операції 040 у базовому технологічному процесі застосовується верстат мод. 2Н1510. Оскільки він не повною мірою завантажений, то для виконання даної операції можна використати більш дешевий верстат мод. 2Н135.

У результаті аналізу об'єкту проектування - ступиці можна зробити такі висновки про дану деталь: заготовка - поковка зі сталі 40Х ГОСТ 1050-74, третього класу точності, масою 1,2 кг; механічна обробка поверхонь деталі проводиться напрохід і є досить простою; деталь є достатньо технологічною за якісними показниками; до поверхонь деталі не має підвищених вимог, щодо точності і шорсткості; винятком є обробка поверхні Ж; базовий технологічний процес механічної обробки забезпечує поставлені вимоги щодо якості поверхонь отримуваної деталі.

Отже, основним завданням у даному розділі дипломного проекту є розробка вдосконаленого технологічного процесу механічної обробки ступиці і техніко-економічне його обґрунтуванням.

5.2. Проектування технологічного процесу механічної обробки

Визначення типу та організаційної форми виробництва

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

$$K_{з.о} = \frac{O}{P}, \quad (5.1)$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем знаходимо згідно формули:

$$O = \frac{60 \cdot F_M \cdot K_B \cdot \eta_H}{T_{ш.к} \cdot N_M}, \quad (5.2)$$

де F_M – місячний фонд часу роботи обладнання, при однозмінному режимі

$$F_M = 2030/12 = 169,2 \text{ год};$$

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

η_H – коефіцієнт завантаження верстатів, $\eta_H = 0,8$;

$T_{ш.к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операцій на даному верстаті (орієнтований по додатку I [14-15]);

N_M – місячна програма випуску деталей, яка визначається

$$N_M = \frac{N}{12} = \frac{46000}{12} = 3833 \text{ шт.},$$

де N – річна програма випуску деталей.

Введено коефіцієнт для спрощення розрахунків:

$$K = \frac{60 \cdot F_M \cdot K_B \cdot \eta_H}{N_M} = \frac{60 \cdot 169,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{3833} = 2,75.$$

Визначимо:

1. Токарна	$O_1 = \frac{2,75}{2,14 \cdot 0,396} = 3,24.$
2. Токарна	$O_2 = \frac{2,75}{2,14 \cdot 0,61} = 2,11.$
3. Горизонтально-протяжна	$O_3 = \frac{2,75}{1,73 \cdot 0,4} = 3,98.$
4. Горизонтально-протяжна	$O_4 = \frac{2,75}{1,73 \cdot 0,42} = 3,78.$
5. Токарна	$O_5 = \frac{2,75}{2,14 \cdot 0,50} = 2,57.$
6. Токарно-гвинторізна	$O_6 = \frac{2,75}{2,14 \cdot 0,22} = 5,84.$
7. Вертикально-свердлильна	$O_7 = \frac{2,75}{1,72 \cdot 0,12} = 13,32.$
8. Фрезерна	$O_8 = \frac{2,75}{1,84 \cdot 0,26} = 5,74.$

Тоді

$$K_{3,0} = \frac{3,24 + 2,11 + 3,98 + 3,78 + 2,57 + 5,84 + 13,52 + 5,74}{4} = 10,195.$$

Отже, тип виробництва – середньо серійний так як $10 < K_{3,0} < 20$.

Згідно ГОСТ 14312-74 приймаємо потокову форму організації виробництва, яка характеризується узгодженням і ритмічним виконанням усіх операцій технологічного процесу на основі постійного такту випуску, розміщенням робочих місць у послідовності згідно технологічного процесу.

Величина такту випуску визначається за формулою:

$$t_d = \frac{F\partial \cdot 60}{N}, \quad (5.3)$$

де $F\partial$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F\partial = 2030$ год ;

$$t_d = \frac{2030 \cdot 60}{48000} = 2,53 \text{ хв/шт.}$$

Величина скоректованої партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (5.4)$$

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

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

$$n = \frac{48000 \cdot 10}{253} = 1897.$$

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовками для даної деталі можуть бути відливки, одержані литвом різними способами. У даному випадку її отримують методом поковки зі сталі 40Х, що забезпечує вимоги міцності і шорсткості необроблюваних поверхонь.

Для того, щоб отримати метод одержання заготовки, визначимо собівартість заготовки одержаної поковкою. Деталь – поковка; II класу точності; 2-ї групи складності, маса деталі 1,12 кг; маса заготовки 1,2 кг.

Вартість заготовки, одержуваної куванням, з достатньо для проектування точністю визначаємо згідно формули:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - \delta) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (5.5)$$

де C – базова вартість 1 тонни заготовок;

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{II}$ - відповідно, коефіцієнти які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу, об'єму випуску заготовок.

Кування на вертикально-кувальних машинах:

$$C=1575; K_T=1; K_C=0,84; K_B=1,33; K_M=1; K_{II}=1; S_{відх}=72 \text{ грн.}$$

$$S_{заг} = \left(\frac{1575}{100} 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,33 \cdot 1 \right) - (0,8 - 0,6) \frac{72}{1000} = 1,75 .$$

Вибір технологічних баз

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

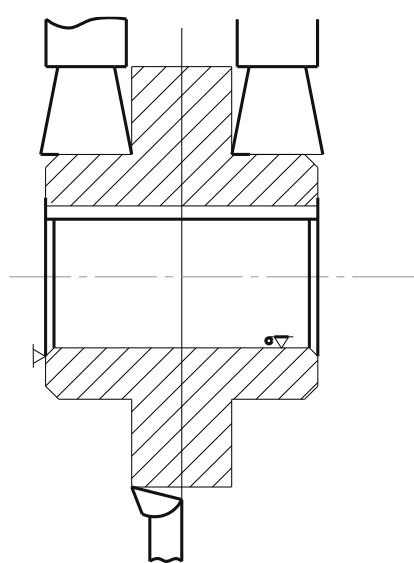
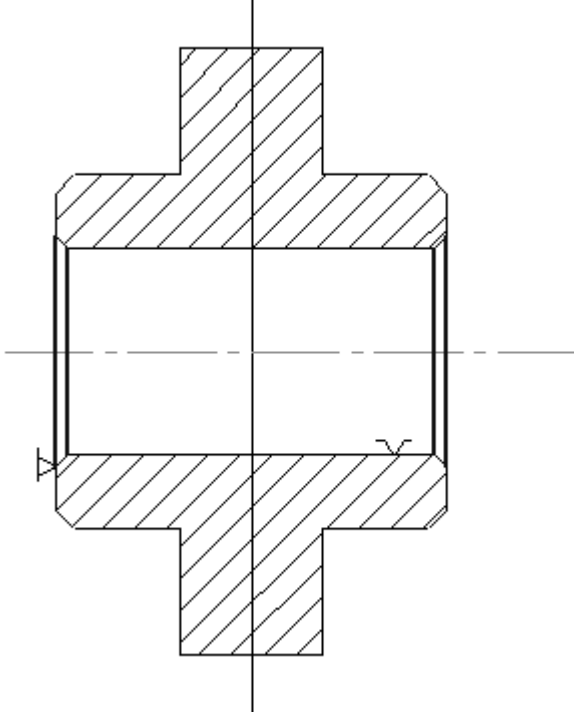
При виборі технологічних баз важливою умовою є те, щоб при першій операції вибрати базою такі поверхні, які б у подальшому не оброблялися.

На наступній операції необхідно вибирати такі базові поверхні, які б служили базами для багатьох операцій.

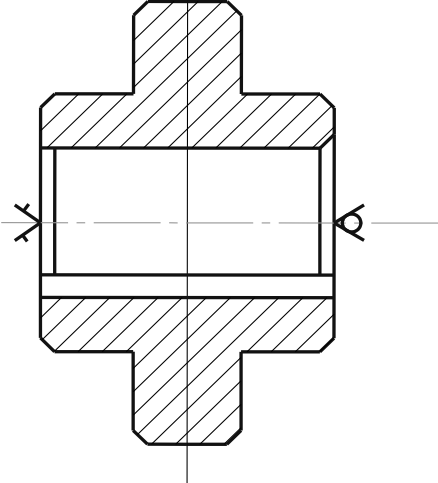
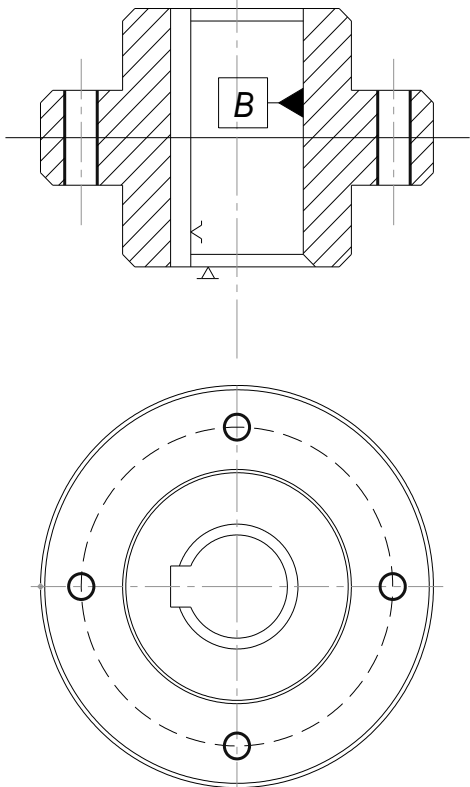
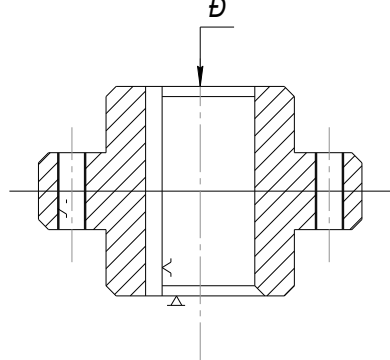
Від правильності вибору технологічних баз значною мірою залежать: фактична точність виконання лінійних розмірів, заданих конструктором; правильність розміщення оброблюваних поверхонь; точність обробки, яку повинен витримати робітник при виконанні запроектованої технологічної операції; степінь складності і конструкція необхідних пристроїв, ріжучих і вимірювальних інструментів; загальна продуктивність обробки заготовок.

Вибір технологічних баз проводимо у вигляді табл. 5.4, в якій покажемо схеми базування деталі на кожну операцію.

Таблиця 5.4 – Вибір технологічних баз

Номер операції	Назва операції	Схема базування
1	2	3
<p>0005 0010 0015 0030</p>	<p>Токарна</p>	
<p>020</p>	<p>Горизонтально-протяжна</p>	

Кінець таблиці 5.4

035	Токарно-гвинторізна	
040	Вертикально-свердлильна	
050	Фрезерна	

Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки

Для визначення доцільності вибраного технологічного маршруту механічної обробки необхідно провести техніко-економічне порівняння декількох варіантів обробки.

Складаємо два варіанти технологічного маршруту механічної обробки деталі ступиця.

Маршрути обробки зведемо у табл. 5.5 і 5.6.

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

№ операції	Назва операції, зміст переходу	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Токарна Точити поверхню у розмір $\textcircled{1}$.	Д	Б	1А730
010	Токарна 1 Точити поверхню у розмір $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$, $\textcircled{3}$.	В	Ж	1А730
040	Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно чотири отвори у розміри $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$.	І	Ж	2Н150
050	Фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати послідовно 4 канавки у розміри $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$, $\textcircled{3}$.	Л	Ж	6Р13Ф3
030	Токарна 1 Точити поверхню у розмір $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$, $\textcircled{3}$.	Ж	Ж	1А730
035	Токарно гвинторізна 1. Точити фаску у розмір $\textcircled{1}$.	Д	Ж	16К20

Кінець таблиці 5.5

025	Горизонтальна протяжка 1. Протягнути шпонковий паз у розмір (1), (2)	Ж'	Ж	7Б56
-----	-------------------------------------------------------------------------	----	---	------

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

№ операції	Назва операції, зміст переходу	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Токарна Точити поверхню у розмір (1) .	Д	Б	1А730
010	Токарна 1 Точити поверхню у розмір (1) , (2) , (3) .	В	Ж	1А730
040	Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно чотири отвори у розміри (1) , (2) .	І	Ж	2Н150
050	Фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати послідовно 4 канавки у розміри (1) , (2) , (3) .	Л	Ж	6Р13Ф3
030	Токарна 1 Точити поверхню у розмір (1) , (2) , (3) .	Ж		1А730
035	Токарно гвинторізна 1. Точити фаску у розмір (1) .	Д	Ж	16К20

Кінець таблиці 5.6

025	Горизонтально-протяжна 1. Протягнути шпонковий паз у розмір $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$.	Ж'	Ж	7Б56
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	---	------

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

Величину годинних приведених витрат визначимо за формулою:

$$C_{n.z} = \frac{C_z}{M} + C_{ч.з} + E_n (K_c + K_z), \quad (5.7)$$

де C_z – основна і додаткова заробітна плата, а також перерахування на соціальне страхування;

M – коефіцієнт багатостатності;

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

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень

$E_n=0,2$;

K_c – питомі годинні капітальні вкладення у верстат;

K_z – питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

Основна і додаткова заробітна плата, а також перерахування на соціальне страхування:

$$C_z = C_{m.ф} \cdot 1,53 \cdot k, \quad (5.8)$$

де $C_{m.ф}$ - годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

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

Годинні затрати на експлуатацію робочого місця:

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{б.у} \cdot k_M, \quad (5.9)$$

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

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

Питомі годинні капітальні вкладення у верстат :

$$K_C = \frac{Ц \cdot 1000}{3200}; \quad (5.10)$$

Питомі годинні капітальні вкладення у будівлі:

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

де $Ц$ – балансова вартість верстату;

F – виробнича площа, яку займає верстат з урахуванням проходів:

$$F = f \cdot k_1, \quad (5.12)$$

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_1 – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції:

$$C_O = \frac{C_{н.з} \cdot T_{ум}}{60}, \quad (5.13)$$

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

I варіант.

Радіально-свердлильний верстат моделі 2Н150.

$Ц = 4590 \cdot 5 = 22950$ грн; $F = 2,44 \cdot 1,0 = 2,44$ м²; $k_f = 3,5$; $M=2$; розряд роботи 3; $T_{ум}=5,6$ хв; $C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 5 = 335,07$ коп/год.

$C_{ч.з} = 36,3 \cdot 5 \cdot 1,4 = 254,1$ коп/год; $K_M=1,4$;

$$K_C = \frac{22950 \cdot 100}{3200} = 717,19 \text{ коп/год}; \quad K_3 = \frac{2,44 \cdot 3,5 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 20,02 \text{ коп/год};$$

$$C_{п.з} = \frac{335,07}{2} + 254,1 + 0,2(717,19 + 20,02) = 569,08 \text{ коп/год.}$$

$$C_{01} = \frac{569,08 \cdot 5,6}{60} = 53,11 \text{ коп.}$$

II варіант. Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н135.

$Ц = 2150 \cdot 5 = 10750$ грн.; $F = 1,24 \cdot 0,81 = 1,00$ м²; $k_f = 4$.

$M = 2$; розряд роботи 3; $T_{шт} = 1,38$ хв; $C_3 = 43,8 \times 1,53 \times 5 = 335,07$ коп/год;

$C_{ч,3} = 36,3 \times 5 \times 0,7 = 127,05$ коп/год; $K_M = 0,7$;

$$K_C = \frac{10750 \cdot 100}{3200} = 335,94 \text{ коп/год}; \quad K_3 = \frac{1 \cdot 4 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 9,38 \text{ коп/год};$$

$$C_{п.3} = \frac{335,07}{2} + 127,05 + 0,2(335,94 + 9,38) = 363,65 \text{ коп/год.}$$

$$C'_{02} = \frac{363,65 \cdot 1,38}{60} = 8,36 \text{ коп.}$$

Річний економічний ефект при застосуванні проектного варіанту технологічного маршруту виготовлення деталі порівняно із базовим складає:

$$\Sigma = (C'_{01} - C'_{02}) \cdot N = (53,11 - 8,36) \cdot 3600 = 1611000 \text{ коп.} = 16110 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки свідчать про те, що проектний маршрут виготовлення деталі ступиця 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.

Припуски і допуски на оброблювані поверхні зводимо у табл. 5.7

Таблиця 5.7 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі ступиця

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск
А	2,5*45	2,5	$\pm 0,1$
Б	51	4	-0,8
В	13,5	2	+0,8
Г	18	2	+0,35
Д	23,15	2	+0,2
Ж	$\varnothing 30^{+0,052}$	2	+0,8
Ж'	$\varnothing 33,3^{+0,2}$	2,5	+0,15

I	$\varnothing 6,4^{+0,15}$	2,4	$\pm 0,2$
K	R9	7	$\pm 0,2$

Креслення заготовки із вибраними припусками і допусками показано на рис. 5.2.

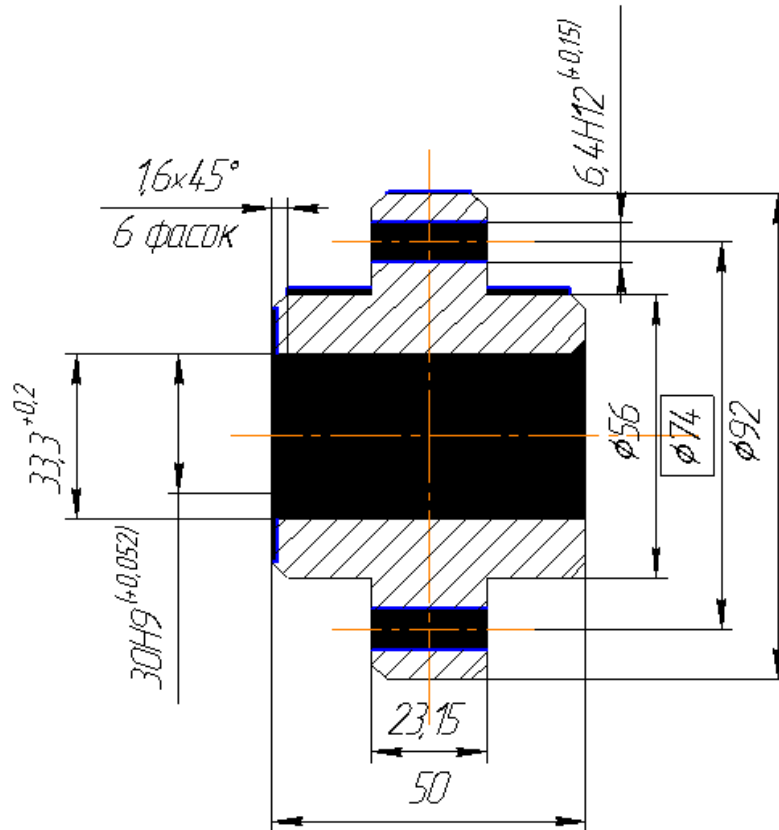


Рисунок 5.2 – Креслення заготовки з призначеними припусками і допусками

Вибір різального і допоміжного інструменту, методів і засобів технічного контролю

Щоб вибрати тип і конструкцію різального інструменту враховується характер виробництва, метод обробки, тип верстатів, конфігурація і матеріал оброблюваної заготовки, необхідна якість поверхні, точність обробки.

При виборі ріжучого інструменту потрібно по можливості якнайповніше використовувати стандартний інструмент.

Для перевірки розмірів оброблюваних поверхонь, їх шорсткості, окремих пунктів технічних вимог, потрібно використовувати засоби технологічного контролю стандартизовані, нормалізовані або спеціальні.

Виберемо ріжучий і вимірювальний інструмент для кожної операції, дані заносимо у табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

№ операції	Назва операції, переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
005	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець в розмір ①	Різець 2103-0059	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
030	Токарна 1 Точити поверхню у розмір ①, ②, ③.	Різець 2120-0487 Різець 2103-0059	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
040	Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно чотири отвори в розміри ①, ②.	Свердло (Ø6.4) 2300-0307 ГОСТ10902-77	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80 Калібр8150-4682
050	Фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати послідовно 4 канавки в розміри ①, ②, ③.	Фреза (Ø18) 2223-4028 ГОСТ 17026-71	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80 Шаблон РШ -1 4126-82; РШ -3 4126-82: 8150-405(29 _{-0.52}); 8150-4406(3 _{-0.25})
035	Токарно гвинторізна 1. точити фаску в розмір ①	Різець 2102-0055	Штангенциркуль

			ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
--	--	--	----------------------------

Розрахунок режимів різання по операціях

Розрахуємо режими різання для операції 040 – вертикально-свердлильна.

Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті 2Н150 і складається з одного переходу – одночасного свердління чотирьох отворів у розмір $\varnothing 6,4$ мм.

Із довідника вибираємо свердло $\varnothing 6,4$ 2300-0307 ГОСТ 10902-77 із робочою частиною із швидкорізальної сталі Р6М5.

Геометричні елементи якого такі - форма заточки подвійна з підточуванням поперечної кромки, кути свердла: $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$; $\psi = 40^\circ$; $\alpha = 11^\circ$; $\omega = 24^\circ$.

Визначаємо подачу. Для свердління сталі 40Х з $\sigma_B = 750$ МПа при діаметрі свердла 6,4 мм. приймаємо подачу $S_0 = 0,27$ мм/об.

Коректуємо подачу за паспортними даними верстата моделі 2Н150 – $S_0 = 0,25$ мм/об.

Призначаємо період стійкості свердла. Для свердла $\varnothing 6,4$ із швидкорізальної сталі рекомендується період стійкості $T=60$ хв.

Швидкість різання, що допускається різальними властивостями свердла визначається за формулою :

$$V = \frac{C_V \cdot D^{01}}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (5.14)$$

з [15-16] вибираємо $C = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$; $M = 0,2$;

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{MV} \cdot K_{IV};$$

де $K_{MV} = 1$; $K_{iV} = 1$; $K_{IV} = 1$, тоді

$$V = \frac{9,8 \cdot 6,4^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1 = 18,5 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделів свердлильної головки

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (5.15)$$

підставивши дані знайдемо

$$n = \frac{1000 \cdot 18,5}{3,14 \cdot 6,4} = 920 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту з паспорту верстата $n=1000$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (5.16)$$

підставивши дані, знайдемо

$$V = \frac{3,14 \cdot 6,4 \cdot 1000}{1000} = 20,09 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутний момент від сил опору різання при свердлінні :

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

З [16-17] знайдемо $C_m = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$; $K_p = 1$, тоді

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,4^2 \cdot 0,25^{0,8} = 4,66 \text{ Нм.}$$

Визначаємо осьову силу :

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (5.18)$$

З [18-19] $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$; $K_p = 1$, тоді

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 6,4 \cdot 0,25^{0,7} = 1055 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання :

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (5.19)$$

підставивши дані, знайдемо

$$N = \frac{4,66 \cdot 1000}{9750} = 0,5 \text{ кВт.}$$

При одночасному свердлінні 4-ох отворів потужність різання:

$$N = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата за залежністю:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ум}},$$

де
$$N_{\text{ум}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,85 = 6,38 \text{ кВт.}$$

Отже, обробка на одному верстаті є можливою.

Визначаємо основний технологічний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o}, \quad (5.20)$$

При подвійному заточуванні свердла врізання :

$$y = 0,4 \cdot D \text{ тобто, } y = 1,84 \text{ мм.}$$

Перебіг свердла $\Delta=2$ мм, тоді

$$L = l + y + \Delta = 15 + 1,84 + 2 \approx 18,84 \text{ мм.}$$

Основний технологічний час буде

$$T_o = \frac{18 \cdot 84}{1000 \cdot 0,25} = 0,07 \text{ хв.}$$

Дані розрахунку зводимо у табл.5.9

Для всіх інших операцій режими різання вибираємо із довідників.

Таблиця 5.9 – Режими різання на операції

№ п/п	Зміст операції, переходу	l	t	i	S	n	V	T_o	N_p
005	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець у розмір ①	23	2	2	0,25	200	57	0,92	2,9
030	Токарна 1 Точити поверхню в розмір ①, ②, ③.	54	2	1	0,25	200	125	1,08	3,0
040	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити одночасно чотири отвори в розмірі ①, ②.	18,84	7,0	4	0,25	1000	18,5	0,07	2
050	Фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати послідовно 4 канавки в розмірі ①, ②, ③.	67	2	2	35	560	37	3,83	4,9
035	Токарно гвинторізна 1. Точити фаску в розмір ①	5	13	1	0,21	200	45,2	0,13	2,6
025	Горизонтальна протяжка 1. Протягнути шпонковий паз у розмір ①, ②.	60		1			5	0,8	7,8

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

Для процесу механічної обробки застосовуємо наступне обладнання з відповідними характеристиками.

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20

Найбільший діаметр оброблюваної поверхні над станиною 400 мм, над супортом 220 мм; відстань між центрами 2000 мм; число обертів шпинделя 12,5÷1600 об/хв; межі робочих подач поперечної 0,025÷2,8 мм/хв; повздовжньої 0,05÷1,40 мм/хв; максимальна складова осьової лінії різання $P_x = 6000 \text{ Н}$.

Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н150.

Найбільший діаметр свердління по сталі 50 мм; найбільше зусилля подачі 25000 Н; відстань від шпинделя до плити 700÷1250 мм; відстань від центра шпинделя до вертикальних направляючих станини 350 мм; найбільша відстань від торця шпинделя до столу 800 мм; конус морзе отвору шпинделя №5; кількість ступенів обертів шпинделя 12; частота обертання 22,4÷1000 об/хв; найбільше переміщення шпинделя 300 мм; кількість ступенів подач – 12; межі подач шпинделя 0,5÷2,24 мм/об; розміри столу 500×560 мм; потужність електродвигуна 7,5 кВт; габарити верстата: довжина 1290 мм; ширина 875 мм.

Токарний верстат моделі 1А730.

Найбільший діаметр оброблюваної поверхні над станиною 400 м, над супортом 200 мм; відстань між центрами 1000 мм; число обертів шпинделя 35÷1600 мм; число швидкостей 12; межі робочих подач поперечна 0÷600 мм/хв, повздовжня 0÷1200 мм/хв; число подач – безступінчатого регулювання; число керованих осей координат 2; число інструментів 6; швидкість швидкого переміщення супорта поперечна 2400 мм/хв.; повздовжня 4800 мм/хв; потужність електродвигуна приводу головного руху 10 кВт; габарити верстата: довжина 3000 мм; ширина 1600 мм; висота 1600 мм; вага верстата 3000 кг.

Вертикально-фрезерний з ЧПК моделі 6Р13Ф3

Розмір робочої поверхні столу 400÷1600 мм; відстань від торця шпинделя до столу 20÷450 мм; вертикальне переміщення пінолі 80 мм; відстань від осі шпинделя до вертикальних направляючих станини 500 мм; конус Морзе отвору шпинделя - №3; найбільша довжина переміщення по осях координат: повздовжне $x=1000$ мм, поперечне $y=400$ мм, вертикальне $z=150$ мм; число швидкостей шпинделя – 18; Частота обертів шпинделя 40÷2000 об/хв; число керованих осей координат 3; потужність приводу подачі 5,5 кВт; межі подач по осях координат x, y, z 75÷600 мм/хв; число подач – безступінчате регулювання; потужність електродвигуна приводу головного руху 7,5 кВт; габарити верстата: довжина 2575 мм; ширина – 2080 мм; висота – 2480 мм; вага верстата 5500 кг.

Горизонтально протяжний верстат моделі 7Б56.

Номінальне тягове зусилля 10 т; довжина ходу повзуна: найбільша 1250 мм, найменша 100 мм; швидкість робочого ходу: найбільша 9 мм/хв; найменша 1мм/хв; швидкість зворотнього ходу 25 мм/хв; потужність електродвигуна 13 кВт; габаритні розміри 600x1430 мм.

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

Коефіцієнт завантаження η_z визначається, як відношення розрахункової кількості верстатів M_p , зайнятих на одній операції до прийнятої кількості верстатів M_n :

$$\eta_z = \frac{M_p}{M_n} . \quad (5.21)$$

Розрахункова кількість верстатів визначається як відношення штучного часу на даній операції до такту випуску. У даному випадку такт випуску $t_g = 3,38$ хв/шт.

Степінь використання обладнання за основним часом характеризується коефіцієнтом використання обладнання за основним часом :

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{ум}}. \quad (5.22)$$

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

$$\eta_N = \frac{N_p}{N_e}. \quad (5.23)$$

Визначимо описані показники.

Токарний верстат з ЧПК моделі 1А730:

$$T_o=8,2\text{хв}; \quad N_e = 10\text{кВт}; \quad T_{ум}=17,5\text{хв}; \quad N_p = 4,8\text{кВт}; \quad M_p = \frac{8,2}{3,38} = 2,43;$$

$$\eta_o = \frac{8,2}{17,5} = 0,47; \quad \eta_z = \frac{2,43}{3} = 0,81; \quad \eta_N = \frac{4,8}{10} = 0,48.$$

Приймаємо 1 верстат.

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20.

$$T_o=3,01\text{хв}; \quad N_e = 10\text{кВт}; \quad T_{ум}=6,44\text{хв}; \quad N_p = 3,2\text{кВт}; \quad M_p = \frac{3,01}{3,2} = 0,94;$$

$$\eta_o = \frac{3,01}{6,44} = 0,47; \quad \eta_z = \frac{0,94}{1} = 0,94; \quad \eta_N = \frac{3,2}{10} = 0,32.$$

Приймаємо 1 верстат.

Вертикально-свердильний верстат моделі 2Н150.

$$T_o=3,47\text{хв}; \quad N_e = 7,5\text{кВт}; \quad T_{ум}=5,97\text{хв}; \quad N_p = 5,2\text{кВт}; \quad M_p = \frac{3,47}{3,2} = 1,08;$$

$$\eta_o = \frac{3,47}{5,97} = 0,58; \quad \eta_z = \frac{1,08}{2} = 0,54; \quad \eta_N = \frac{5,2}{7,5} = 0,69.$$

Приймаємо 2 верстат.

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК моделі 6Р13Ф3.

$$T_o=3,83\text{ хв}; \quad N_e = 7,5\text{ кВт}; \quad T_{шт}=7,04\text{ хв}; \quad N_p = 4,9\text{ кВт}; \quad M_p = \frac{3,84}{3,38} = 1,14;$$

$$\eta_o = \frac{3,83}{7,04} = 0,54; \quad \eta_z = \frac{1,14}{2} = 0,57; \quad \eta_N = \frac{4,9}{7,5} = 0,65.$$

Приймаємо 1 верстати.

Горизонтально-протяжний верстат моделі 7Б56.

$$T_o = 0,8 \text{ хв}; \quad N_e = 13 \text{ кВт}; \quad T_{um} = 1,38 \text{ хв}; \quad N_p = 7,8 \text{ кВт}; \quad M_p = \frac{0,8}{3,2} = 0,25;$$

$$\eta_o = \frac{0,8}{1,38} = 0,57; \quad \eta_z = \frac{0,25}{1} = 0,25; \quad \eta_N = \frac{7,8}{13} = 0,6.$$

Приймаємо 1 верстат

Знаходимо середні значення коефіцієнтів завантаження і використання обладнання:

$$\eta_{зсер} = \frac{0,81 + 0,54 + 0,57 + 0,25 + 0,94}{5} = 0,63;$$

$$\eta_{осер} = \frac{0,47 + 0,58 + 0,47 + 0,54 + 0,57}{5} = 0,52;$$

$$\eta_{Nсер} = \frac{0,48 + 0,69 + 0,32 + 0,65 + 0,6}{5} = 0,55.$$

За отриманими даними будемо графіки завантаження обладнання (рис. 5.3), завантаження за потужністю (рис. 5.4) і основним часом (рис. 5.5).

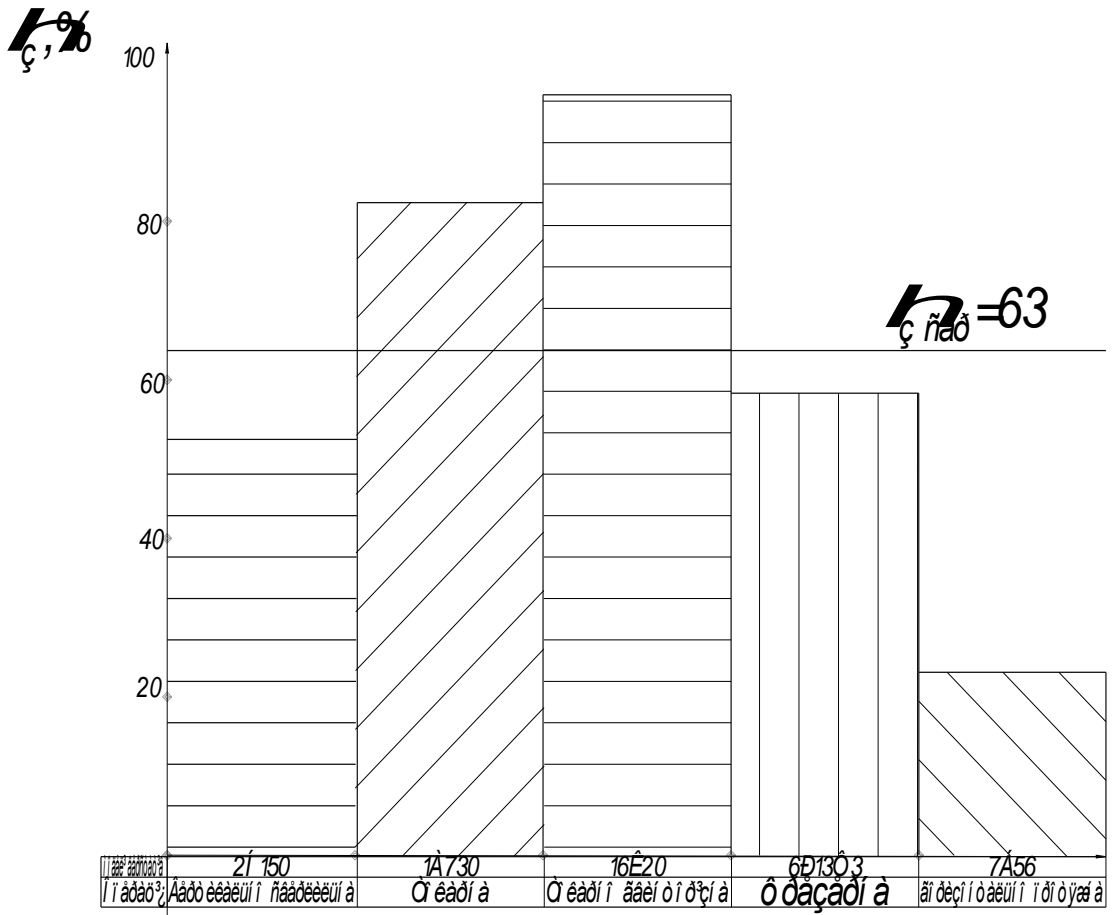


Рисунок 5.3 – Графік завантаження обладнання

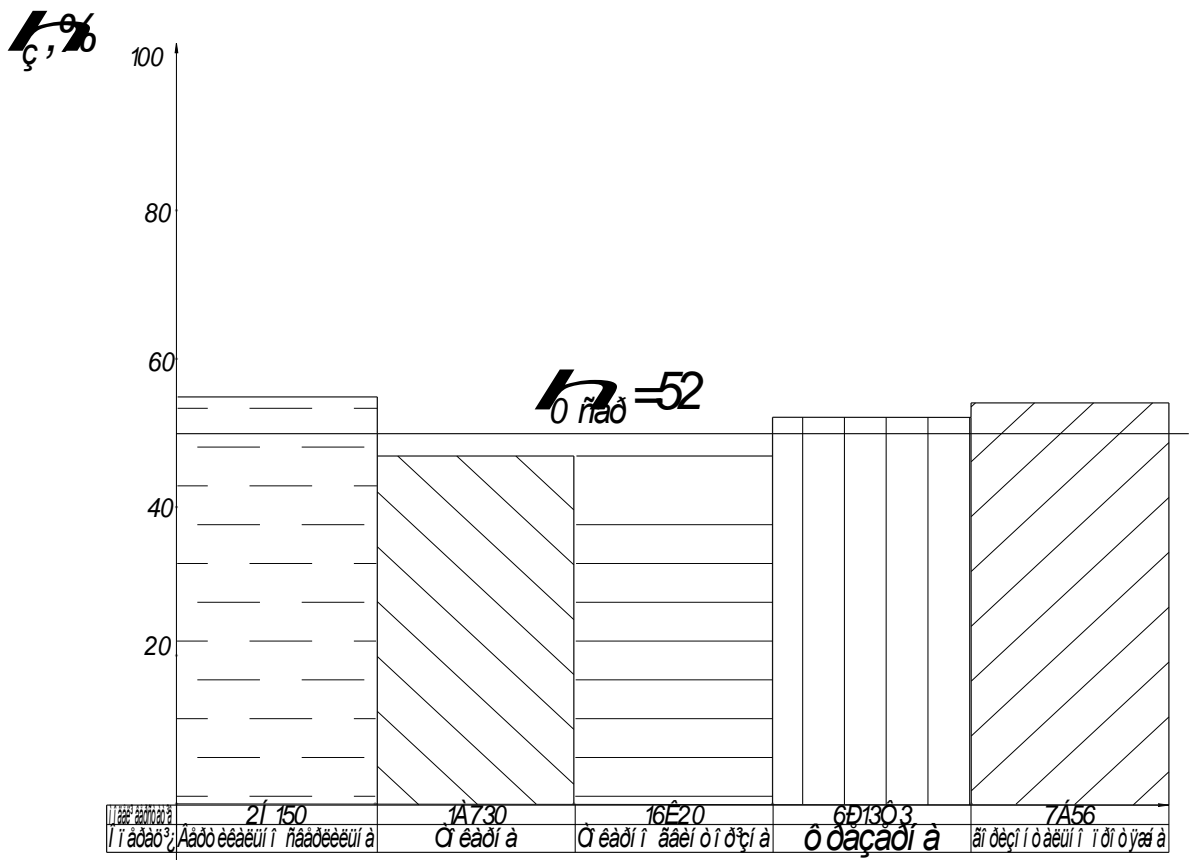


Рисунок 5.4 – Графік використання обладнання за основним часом

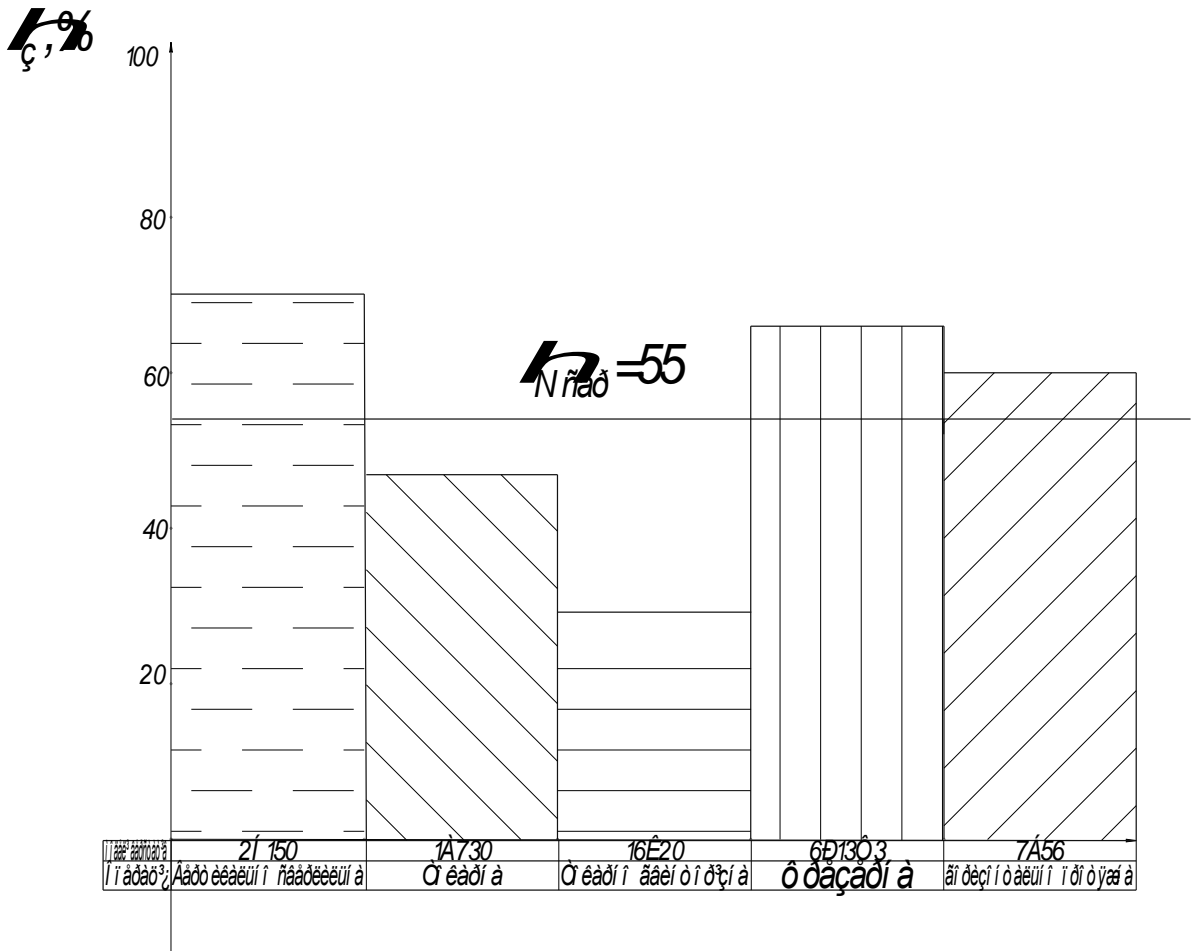


Рисунок 5.5 – графік використання обладнання за потужністю

5.3. Розробка спеціальних верстатних пристроїв

Опис призначення, будови і роботи пристроїв

У цьому розділі необхідно також спроектувати пристосування – кондуктор до вертикально-свердлильного верстату мод. 2Н150 для операції 040 механічної обробки отворів – одночасного свердління 4 отворів діаметром 6,4 мм із заданою точністю згідно креслень.

Вихідні дані: річний об'єм виготовлення деталей $N=46000$ шт; тип виробництва – середньо-серійне; робота в одну зміну.

Прийнятий режим роботи на даній операції: $\varnothing=6,4$ мм; $L=11$ мм; $t=4,5$ мм; $i=3$; $S=0,25$; $n_{min}=250$ об/хв; $n_{CB}=418$ об/хв; $V=12,5$ м/хв; $T_0=0,34$ хв.

Маса деталі 1,2 кг. Матеріал заготовки – сталь 40Х ГОСТ 1050-74

Відповідно із параметрами обробки і вихідними даними приймаємо схему одномісного однопозиційного пристосування.

Затиск – розтиск деталі здійснюється від пневмоциліндра, що забезпечує необхідну продуктивність верстату.

Кондуктор (див. графічну частину проекту) складається із корпусу (2), до якого напресовані дві втулки, які є направляючим для двох колонок (7). До кондукторної плити (3) кріпиться притиск (9), який служить для затиску деталі.

Затиск деталі здійснюється від пневмоциліндра: через шток рух передається на важіль, котрий чинить вплив на пружину (5), яка пересуває кондукторну плиту по колонках. На плиті напресована кондукторна втулка (28) (3шт), яка служить для направлення інструменту.

Встановлюється кондуктор на стіл вертикально-свердлильного верстату 2Н150. Точність базування кондуктора забезпечується двома гвинтами, які входять у *T*-подібні пази столу верстату і служать також для закріплення даного пристосування.

Відкріплюється деталь за допомогою того ж пневмоциліндра.

Деталь витягується вручну.

6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Методика розрахунку технологічного процесу приготування кормів

Для розрахунку показників економічної ефективності визначаємо експлуатаційні затрати на одиницю виробленої продукції [20]. Вихідними даними можуть бути деякі дані розділу 1 і 2. Вартість обладнання, яке експлуатується у господарстві наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика та вартість обладнання кормоцеху

Марка машини	Продуктивність, т/год	Вартість, грн.	Габаритні розміри, мм			Маса, кг	Потужність електродвигуна, кВт
			довжина	ширина	висота		
КДУ-2:	2,0	37500	2800	1550	3000	1300	30
ИКМ-5	6...7	25400	2200	1360	2860	900	10,5
Волгарь-5	5	45000	2400	1330	1350	1175	22
С-3	2	17200	3400	4400	2560	2790	8,5
ТК-5Б	6	18400	6435	730	1666	1500	3,7
ТС-40С	28	19600	7440	680	1450	550	1,5
ТС-40М	40	21200	6155	675	1925	650	3,0
ШЗС-40	40	22400	4590	670	1010	326	2,2
ШВС-40	40	23600	3970	600	950	280	2,2
Сума		230300					

Тривалість стійлового періоду приймаємо 365 днів, вартість електроенергії 1,60 грн/кВт·год. Вихідні дані для розрахунку вартісних затрат наведені в таблиці 6.1. Розрахунок проводимо за типовою методикою [20].

6.2. Розрахунок показників економічної ефективності процесу приготування кормів

Економічний ефект від впровадження технологічного процесу приготування кормів оцінюється як вартість приросту продукції тваринництва, так і економії на використанні енергоресурсів. Одним з основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначаємо за формулою [20].

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{E_p}, \quad (6.1)$$

де $K_{\text{кан}}$ – сумарні капітальні вкладення, грн.;

E_p – річний економічний ефект, грн.

Річний економічний ефект визначаємо за формулою

$$E_p = (E_n \cdot K_{1,\text{кан}} + C_1 \cdot B) - (E_n \cdot K_{2,\text{кан}} + (C_2 \cdot (B_1 + \Delta B))), \quad (6.2)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень,

$$E_n = 0,15;$$

B_1 – річний виробіток продукції до базового варіанту, ц;

B – приріст продукції від впровадження нового варіанту, ц;

C_1, C_2 – собівартість продукції базового і нового варіантів, грн/ц.;

$K_{1,\text{кан}}$ – повні капіталовкладення базового варіанту, грн.;

$K_{2,\text{кан}}$ – повні капіталовкладення нового варіанту, грн.

Собівартість продукції для нового варіанту визначаємо за формулою [20].

$$C_2 = \frac{\Sigma Z}{B_1 + \Delta B}, \quad (6.3)$$

де ΣZ - затрати на виробництво продукції, грн.

Сумарні затрати визначаємо за формулою

$$\Sigma Z = E_n \cdot K_{кан} + A_{\delta} + A_{\delta\delta} + \Sigma Z_{ек} + Z_{кор} + Z_{\delta n}, \quad (6.4)$$

де A_{δ} – амортизаційні відрахування від вартості будівель, грн;

$A_{\delta\delta}$ – амортизаційні відрахування від вартості обладнання, яке не увійшло в розрахунок технологічної карти процесу, грн;

$\Sigma Z_{ек}$ – експлуатаційні витрати, за результатами розрахунку технологічної карти, грн;

$Z_{кор}$ – річна вартість кормів; $Z_{кор.} = 254$ тис.грн;

$Z_{\delta n}$ – заробітна плата допоміжних робітників, які безпосередньо беруть участь в технологічному процесі виробництва продукції тваринництва, грн.

Амортизаційні відрахування від вартості будівель розраховуємо за формулою

$$A_{\delta} = \Sigma B (\Sigma H_e + \Sigma H_{кр}) \quad (6.5)$$

де ΣB – сумарна балансова вартість будівель, які беруть участь у виробництві продукції тваринництва, грн;

ΣH_e – сумарні нормативні відрахування на повне відновлення будівель;

$\Sigma H_{кр}$ – сумарні нормативні відрахування на капітальний ремонт будівель.

Розрахунок A_{δ} проводимо у вигляді таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Амортизаційні відрахування основних засобів

Основні засоби	Вартість тис. грн.	Відрахування на амортизацію		Відрахування на капітальний ремонт		Всього відрахувань грн.
		%	грн.	%	грн.	
1	2	3	4	5	6	7
Корівники, 1 шт.	507	2,5	12675	2,2	11154	23829
Молочний блок	110	2,5	2750	2,2	2420	5170
Обладнання корівників	220	14,2	31240	18,0	39600	70840
Разом	837	-	46,665	-	53174	99839

Заробітна плата персоналу визначена згідно з штатним розписом і складає 480 тис.грн.

Загальні витрати на заробітну плату визначаємо з врахуванням відрахувань на матеріальне стимулювання ($f_1=12\%$), нарахування резерву відпусток в розмірі до 10% (f_2). Тоді

$$Z_{\text{дн}} = \sum Z_{\text{дн}} (1 + f_1 + f_2), \quad (6.6)$$

тобто

$$Z_{\text{дн}} = 480000 \cdot (1 + 0,12 + 0,10) = 585600 \text{ грн.}$$

Сумарні капіталовкладення розраховують за формулою:

$$K_{\text{кан}} = \sum K_{\text{б\у\д}} + \sum K_{\text{обл.}} \quad (6.7)$$

де $\sum K_{\text{б\у\д}}$ – сумарна вартість будівель та обладнання, грн (див. табл. 6.2)

$\sum K_{\text{обл.}}$ – сумарна балансова вартість технологічного обладнання, грн.

Підставивши дані, одержимо:

$$K_{\text{кан}} = 837 + 230 = 1067 \text{ тис. грн};$$

$$\Sigma Z = 0,15 \cdot 1067000 + 99839 + 147866 + 25400 + 585600 = 3052000 \text{ грн.}$$

Кількість молока, якого необхідно визначасмо за формулою

$$B_1 = M \cdot G_{\text{річ}}, \quad (6.8)$$

де M – середньорічне поголів'я, $M = 500$ гол;

$G_{\text{річ}}$ – середньорічний надій на 1 корову, згідно становить $G_{\text{річ}} = 1931$ кг/корову.

Тобто

$$B_1 = 500 \cdot 1931 = 965500 \text{ кг.}$$

Використовуючи кормоцех для приготування кормів, середньорічний надій зросте до 2230 кг/корову. Тоді приріст молока буде становити

$$\Delta B = (2230 - 1931) \cdot 500 = 149500 \text{ кг/рік.}$$

Отже, собівартість молока для базового і нового варіантів становить:

$$C_1 = \frac{3170000}{9655} = 328,3 \text{ грн/ц};$$

$$C_2 = \frac{3052000}{9655 + 1495} = 273,72 \text{ грн/ц.}$$

Річний економічний ефект

$$E_p = (0,15 \cdot 3170000 + 328,3 \cdot 9655) - (0,15 \cdot 3052000 + 273,72 \cdot (9655 + 1495)) = 135458 \text{ грн.}$$

Строк окупності капіталовкладень буде становити

$$T = \frac{230000}{135458} = 1,69 \text{ років.}$$

Вихідні дані: поголів'я – 500 голів; спосіб утримання – прив'язний;
тривалість стійлового періоду – 365 днів.

Таблиця 6.3 – Затрати на процес приготування кормів в кормоцеху для
ферми ВРХ

п/п	Найменування робіт	Зарплата	Амортизація машин	Поточний ремонт	Вартість електроенергії	Всього витрат
1	2	3	4	5	6	7
1	Навантаження силосу та сінажу	1274,7	3274,5	2761,59	0	7310,79
2	Прийом та дозування сінажу і силосу	0	8429,1	10155,3	5040	23624,4
2	Подрібнення і навантаження грубих кормів	339,9	1546,56	1863,33	0	3749,79
4	Транспорт. грубих кормів (0,5 км)	244,77	580,41	699,3	1008	2532,48
5	Прийом, зберігання та дозування грубих кормів	612	580,41	699,3	0	1891,71
6	Навантаження коренебульбоплодів	0	982,35	1183,53	0	2165,88
7	Транспортування коренебульбоплодів (0,5 км)	244,77	1699,26	2047,29	0	3991,32
8	Прийом і тимчасове зберігання коренеплодів	76,5	461,28	555,78	472,5	1566,06
9	Подача коренеплодів на лінію обробки	51	461,28	555,78	472,5	1540,56
10	Миття і подрібнення коренебульбоплодів	0	215,583	259,74	726,924	1202,247
11	Дозування коренебульбоплодів	0	180,576	217,56	189	587,136
12	Транспортув. концкормів	0	432,09	520,59	0	952,68
13	Зберігання концкормів	0	154,893	186,618	43,3125	384,8235
14	Подача концкормів	0	59,577	71,781	46,2	177,558
15	Дозування концкормів	0	102,264	123,21	39,375	264,849
16	Приготування і дозування мін. добавок	0	19500,9	23495,1	31500	74496
17	Транспортування кормів	0	1179,75	1421,37	1564,77	4165,89
18	Змішування кормів	5100	2003,82	2414,25	2953,128	12471,2
19	Вивантаження кормосуміші	0	1816,8	2188,92	785,4	4791,12
	Разом	7943,64	43661,4	51420,34	44841,11	147866,5

Розрахунок грошових надходжень визначаємо за формулою [20]

$$\Gamma_{np} = (B_1 + \Delta B) \cdot C_{np}, \quad (6.9)$$

де C_{np} – середня реалізаційна ціна, $C_{np}=970$ грн./ц.

Тобто

$$\Gamma_{np} = (9655 + 1495) \cdot 970 = 5067000 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації продукції визначаємо за формулою

$$P = \Gamma_{np} - \Sigma Z, \quad (6.10)$$

у числовому вигляді це

$$P = 5067000 - 3052000 = 2015000 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва визначаємо за формулою [20]:

$$P = \frac{\Pi}{\Sigma Z} \cdot 100 \%. \quad (6.11)$$

Підставивши дані, одержимо

$$P = \frac{2015000}{3052000} \cdot 100 = 66,0 \%$$

Аналіз показує, що рівень механізації приготування кормів після впровадження кормоцеху становить 100 %, середньорічний надій на одну корову збільшився на 299 кг, рівень рентабельності збільшився до 66,0 %, а прибуток зріс до 2015 тис. грн., що в свою чергу свідчить проте, що дана технологія приготування кормів є рентабельна.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Заходи з охорони праці в проєктованому кормоцеху

Кормоцех побудований із залізобетонних блоків відповідно ГОСТ 2.10.03-84 «Тваринницькі, птахівницькі приміщення і приміщення для зберігання зерна. Норми проєктування» [21-22].

Устаткування кормоцеху підібрано відповідно до ГОСТ 12.2.042-91 «Машини та обладнання для тваринництва і кормовиробництва».

Устаткування в кормоцеху має наступні небезпечні фактори:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання.

Для попередження нещасних випадків передбачені наступні заходи:

- рухомі частини машин і механізмів загороджені запобіжними пристроями, щитками і бар'єром відповідно до ГОСТ 12.2.062-81 «Обладнання виробниче. Огородження захисні»;

- автоматизована подача кормів до ріжучих, подрібнюючих і дозуючих робочих органів забезпечується рівномірним порційним надходженням кормів без додаткового ручного регулювання;

- оберткові частини машин і механізмів огорожені кожухами пофарбованими в жовтий колір з зовнішнього боку і в червоний, з внутрішньої сторони з урахуванням ГОСТ 12.4.026-76 "Кольори сигнальні і знаки безпеки»;

- небезпечні місця в обладнанні пофарбовані сигнальної фарбою.

Кормоцех є вологонасиченим і запиленим приміщенням, тому для створення нормального мікроклімату в кормоцеху передбачена вентиляція. Припливно-витяжна вентиляція в кормоцеху розрахована і відповідає нормам ГОСТ 2.04.04-86 «Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Норми проєктування». Згідно проведеного розрахунку для вентиляції прийнятий відцентровий вентилятор Ц-4-70 № 7.4.

Відповідно до ГОСТ П-4-79 «Освітлення. Норми проєктування» розраховане природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється за рахунок віконних прорізів в кормоцеху, а для штучного освітлення прийняті світильники ПУ-200.

Відповідно до вимог ГОСТ 2.09.04-87 «Адміністративні та побутові будівлі» в кормоцеху передбачені санітарно-побутові приміщення, такі як: туалет, роздягальня, душова, санітарно-побутові приміщення для відпочинку в яких обладнаний куточок з охорони праці.

Для електробезпеки відповідно до ГОСТ 12.1.019-79 (СТСЕВ 4830-84) «Електробезпека. Загальні вимоги », живлення електроустановок в кормоцех здійснюється від 3-х фазної 4-х провідної мережі з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом передбачено занулення з повторним заземленням. Обов'язкове металеве з'єднання корпусів електрообладнання з заземленою нейтраллю електроустановок, щоб забезпечити надійність автоматичного відключення ділянок мережі.

Електропроводка здійснюється проводом з алюмінієвими жилами в гумовій ізоляції марки АПВ. Провід прокладений в захисних трубах. Для пускової апаратури використовуються автоматичні вимикачі А-3100 та магнітні пускачі типу ПМЕ 222 з тепловим реле. Пускові пристрої мають написи: «Пуск» і «Стоп».

За пожежною безпекою кормоцех відноситься до категорії В клас П1 по ПУЕ (правила встановлення електроустановок).

Джерелами можливих загорянь можуть бути:

- неправильне встановлення і експлуатація мережі;
- перевантаження мережі;
- застосування відкритого вогню.

Проектом передбачено наявність засобів пожежогасіння та водопостачання. У кормоцеху встановлені два протипожежних крани. У будівлі кормоцеху передбачено 3 входи і виходи, план евакуації людей на випадок пожежі та телефонний зв'язок.

Пожежні щити оснащені вогнегасниками з розрахунку на 100 м² площі 1 хімічний пінистий ОХП-10, на 200 м² - вуглекислотний ОУ-5.

Робочим кормоцеху передбачається видача спецодягу. На одного робочого необхідний комплект спецодягу:

- комбінезон бавовняний;

- ковпак бавовняний;
- черевики шкіряні.

Спецодяг робочим видається терміном на 1 рік, з наступною заміною.

Таблиця 7.1 - Норми видачі спецодягу

Обслуг. персонал	Кількість людей	Назва спецодягу	Термін придатності, міс	Кількість, шт.
Оператор	5	комбінезон бавовняний	12	5
		ковпак бавовняний	12	5
		черевики шкіряні	12	5

7.2 Розрахунок захисного заземлення кормоцеху

Найбільш поширеним і надійним захистом людей від ураження електричним струмом є захисне заземлення - спеціальне електричне з'єднання з землею.

Для заземлювального пристрою використовують сталеві, вертикально закладені в землю труби, діаметром від 30 до 50 мм і товщиною стінок не менше 3,5 мм, довжиною 2,5-3 м.

Основним параметром, що характеризує заземлюючих пристроїв, є опір протікання струму, яке залежить від опору землі.

Опір протікання струму для трубчастого стержня, забитого на певну глибину від поверхні ґрунту визначають за формулою:

$$R_0 = 0,366 \cdot \frac{S}{l} \left[\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+l}{4h-l} \right], \quad (7.1)$$

де S - розрахунковий питомий опір ґрунту, $S = 1000$ Ом см;

l - довжина труби, см, $l = 300$ см;

d - діаметр труби, см; $d = 4$ см;

h - відстань від поверхні землі до середини заземлювача, $h = 210$ см.

$$R_0 = 0,366 \cdot \frac{1000}{300} \left[\lg \frac{2 \cdot 300}{4} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 210 + 300}{4 \cdot 210 - 300} \right] = 28,5 \text{ Ом.}$$

Опір заземлювача, виготовленого з металеві смуги, визначають за формулою:

$$R_m = 0,366 \frac{S}{l} \cdot \lg \frac{2l^2}{bh}, \quad (7.2)$$

де l - довжина смуги, $l = 600$ см;

b - ширина полоси, $b = 5$ см;

h - глибина закладки заземлювача, $h = 70$ см.

Необхідна кількість вертикально встановлених стержнів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{R_0}{R_{\sigma} \cdot \eta_e}, \quad (7.3)$$

де R_{σ} - допустимий опір проектованого об'єкта, $R_{\sigma} = 4$ Ом;

η_e - коефіцієнт використання заземлювача, $\eta_e = 0,62$.

$$n = \frac{28,5}{4 \cdot 0,62} = 11,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 12$ шт.

Розрахунковий опір заземлювача, що має стрижні без смуги, визначають за формулою:

$$R_{cm} = \frac{R_0}{h \cdot \eta_e} = \frac{28,5}{12 \cdot 0,62} = 3,83 \text{ Ом} \quad (7.4)$$

$$R_m = 0,366 \cdot \frac{10000}{600} \cdot \lg \frac{2 \cdot 600^2}{5 \cdot 70} = 20,2 \text{ Ом.}$$

Опір смуги з урахуванням коефіцієнта використання смуги, визначають за формулою:

$$R_{h1} = \frac{R_M}{\eta_M} = \frac{20,2}{0,62} = 32,6 \text{ Ом.} \quad (7.5)$$

Опір складного заземлювача з урахуванням опору розтікання трубчастих заземлювачів і смуги визначаємо за формулою:

$$R_{ск} = \frac{R_{см} \cdot R_{h1}}{R_{см} + R_{h1}} = \frac{3,38 \cdot 32,6}{3,38 + 32,6} = 3,06 \text{ Ом.} \quad (7.6)$$

Таким чином, опір складного заземлювача менше, ніж опір регламентований вимогами спеціальних правил ($R_p = 40 \text{ м}$), що створює безпечні умови експлуатації кормоцеху.

7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Оцінка можливої хімічної обстановки. Цивільна оборона України організовується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району. Цивільна оборона організовується за територіально-виробничим принципом. Згідно з класифікацією надзвичайних ситуацій, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України 15.07.1998 р. №1099 надзвичайні ситуації (НС) на території України поділяються на: НС техногенного; НС природного; НС соціально-політичного; НС воєнного характеру [23, 24].

Крім того, з такою класифікацією добре узгоджується класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, встановлена ГОСТ 12.0.003-74.

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне

вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини - до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища.

Вибух - процес швидкого некерованого фізичного чи хімічного перетворення системи, що супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Механічна робота, чинена при вибуху, обумовлена швидким розширенням газів чи пари. Причиною вибухового процесу можуть лежати як фізичні так і хімічні перетворення.

Фізичний вибух найчастіше зв'язаний з неконтрольованим вивільненням потенційної енергії стиснутих газів із замкнених обсягів машин і апаратів, сила вибуху стиснутого чи зрідженого газу залежить від внутрішнього тиску цього резервуара.

Параметрами, по яких визначають потужність вибуху, є енергія вибуху і швидкість її виділення. Енергія вибуху визначається фізико-хімічними перетвореннями, що протікають при різних типах вибухів.

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Суттєву небезпеку становлять пожежі.

Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша - це порушення протипожежного режиму чи необережне поводження з вогнем, друга - порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в чи приміщеннях виробничих апаратах при витоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: паливо, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них - це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згорання, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

На багатьох підприємства для технологічних цілей застосовують шкідливі, у тому числі сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Так, наприклад, часто застосовуються хлор і аміак. Широко застосовуються також луки, кислоти й інші агресивні і сильнодіючі речовини. При аварійних розгерметизаціях ємкостей, устаткування, зі змістом токсичних чи речовин їхнім перевезенням, пов'язані з підвищеним ризиком небезпек, тому що при виході на рудю цих речовин приводить до перевищення гранично припустимої концентрації, що може викликати людські жертви.

У залежності від термодинамічного стану рідини при збереженні в ємності є три варіанти протікання процесу при розгерметизації ємності:

- при великих перегрівих рідина може цілком переходити в зважений і пароподібний стан з утворенням токсичних, шкідливих і пожежовибухонебезпечних сумішей;

- при низьких енергетичних параметрах рідини відбувається спокійний її пролив на тверду поверхню, а випар здійснюється шляхом тепловіддачі від твердої поверхні;

- проміжний режим, коли в початковий момент відбувається різке скипання рідини з утворенням мілкодисперсної фракції, а потім настає режим вільного випару з відносно низьким швидкостями.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але

надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

Оцінка хімічної обстановки в осередку ураження, що може виникнути внаслідок викиду аміаку в атмосферу. Вихідні дані для розрахунку.

Внаслідок аварії було зруйновано ємність де знаходилось 3 тони аміаку. Ємність обволонана. Висота обволонки 1 м. Ємність знаходиться на території заводу біля компресорної. Вітер під час аварії повернув в бік виробничих цехів, азимут вітру – 315 °. На заводі працює 160 чоловік, забезпеченість протигазами - 90%. Метеорологічні умови: ясно, температура повітря 20 °С, швидкість вітру менше 1 м/с (інверсія) [23, 25].

Пропонуємо розрахунки в наступному порядку.

Визначаємо еквівалентну кількість аміаку у первинній хмарі за формулою

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0; (m) \quad (7.7)$$

де K_1 – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання аміаку, $K_1=0,18$;

K_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню значення вражаючої токсичної дози аміаку до значення вражаючої токсичної дози іншої СДОР,

$$K_3=0,04;$$

K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери, для інверсії $K_5=1$;

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря, для 20°С $K_7=1$;

Q_0 – маса розлитого аміаку ($Q_0=3$ т).

Підставивши дані, одержимо

$$Q_{e1} = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 = 0,022m;$$

Визначаємо еквіваленту кількість аміаку у вторинній хмарі за формулою

$$Q_{e2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (m); \quad (7.8)$$

де K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку,

$$(K_2=0,025) [25];$$

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у приземному шарі,

$$(K_4=1) [25];$$

K_6 – коефіцієнт, що залежить від часу, що пройшов після аварії, ($K_6=3,03$)

[25];

d – густині аміаку ($d = 0,681 \text{ т/м}^3$) [25];

h – товщина шару рідини, $h=H-0,2$;

H – висота обвалювання, ($H=1 \text{ м}$).

Тобто

$$h = 1 - 0,2 = 0,8 \text{ м.}$$

Тоді

$$Q_{e2} = (1 - 0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,03 \frac{3}{0,8 \cdot 0,681} = 0,013 \text{ м};$$

Із таблиці глибина зони зараження первинною хмарою дорівнює 1,25 км, тобто $r_1=1,25$ км. Із таблиці знаходимо глибину зони зараження вторинною хмарою $r_2=1,25$ км.

Повну глибина зони зараження визначаємо за формулою

$$r = r_2 + 0,5r_1 = 1,25 + 1,25 \cdot 0,5 = 1,8 \text{ км}; \quad (7.9)$$

Визначаємо площу зони хімічного зараження

$$S = \frac{\pi \cdot r^2}{n} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{1} = 10,2 \text{ км}^2; \quad (7.10)$$

де n – коефіцієнт, що залежить від швидкості вітру (при $V < 1 \text{ м/с}$, $n=1$) [25].

Час розповсюдження хмари зараженого повітря по території заводу визначаємо за формулою

$$t = \frac{x}{V} = \frac{0,1}{5} = 0,02 \text{ год} = 72 \text{ сек}; \quad (7.11)$$

де x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту. В нашому випадку

це відстань від компресорної станції до промислово-виробничого цеху:

$$x=0,1 \text{ км};$$

V – швидкість переміщення по переднього фронту зараженої хмари, для інверсії $V=5$ км/год.

Визначаємо тривалість уражуючої дії аміаку. Тривалість уражуючої дії аміаку залежить від часу її випаровування у площі розливу

$$P_1 = \frac{90 \cdot 9}{100} = 9 \text{чол};$$

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,8 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 21,7 \text{год}; \quad (7.12)$$

Із них смертельні: $80,35=3$ чол; середнього і важкого ступеня: $80,4=4$ чол; легкого ступеня: $80,25=2$ чол. Глибина зони зараження становить до 1,8 км.

Через 72 сек хмара зараженого повітря з великою концентрацією підійде до виробничих цехів (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Результати оцінки хімічної обстановки.

Джерело забруднення	Тип СДОР	Кількість СДОР, т	Глибина зони зараження, км	Площа зони зараження, км ²	Площа осередку зараження, км ²	Втрати від СДОР, чол.	Примітки
Зруйновано ємність	Аміак	3	1.8	10,2		9	

Тривалість вражаючої дії аміаку в зоні зараження – до 22 год.

Визначаємо можливі витрати n_1 виробничого персоналу в осередку ураження (див. табл. 7.1 [25]).

При ліквідації аварії з виливом аміаку пропонуємо користуватися: ізолюючими протигазами; ІЛ-4, ІЛ-5; фільтруючими промисловими протигазами з фільтруючими коробками великого габариту марки КД (коробка сірого кольору).

Термін захисної дії протигазу при концентрації 2,3 мг/л без фільтру – 240хв, з фільтром і індексом "В" – 120хв.

Респіратори ГРПР-67 з патроном КД при концентрації пари аміаку в повітрі не більше 10-15 ГПК 0,2 – 0,3 мг/л.

Для захисту шкіри пропоную використовувати захисний одяг, гумові чоботи, рукавиці. Ліквідація наслідків аварії з виливом аміаку передбачає своєчасне (негайне) сповіщення виробничого персоналу і населення, яким загрожує небезпека. Із зони аварії необхідно вивести сторонніх, на її території треба бути лише у засобах захисту. Необхідно усунути джерела відкритого вогню й почати усунення витікання або перекочування аміаку. Не допускати надходження аміаку у водоймище, тунелі, підвали, каналізацію.

Якщо виникла пожежа то необхідно прибрати із зони пожежі все, що можливо і дати догоріти, треба охолоджувати ємності водою і гасити пожежу піском, водою з максимальної відстані.

Для зменшення глибини зони зараження пропоную використовувати водяні завіси. За допомогою пожежних гідрантів, та поливальних шлангів.

Перша допомога при ураженні аміаком - вивести потерпілого на свіже повітря, надати спокій, промити очі, шкіру, слизові оболонки водою, або 2 % розчином борної кислоти. В очі закапати 2-3 краплі альбуциду, провести інгаляцію киснем або теплою водяною парою. Якщо аміак потрапляє всередину організму, то він спричиняє блювоту і пронос. В цьому разі необхідно промити шлунок водою, підкисленою оцетом, випити склянку молока, лимонного соку або олії.

8. ЕКОЛОГІЯ

Негативні наслідки впливу на природне середовище визначаються неперервно зростаючими масштабами споживання природних ресурсів, що приводить до їх вичерпання, забрудненням природного середовища відходами господарської діяльності, що погіршує її якість та негативно впливає на здоров'я людей, здійснення передбачених, але економічно необгрунтованих змін в природному середовищі, наслідки яких за розмірами збитків перевищують початковий економічний ефект чи інший ефект

Актуальність захисту природного середовища на досліджуваному підприємстві пояснюється тим, підприємство постійно використовує природні ресурси та викидає їх залишки.

Основою вдосконалення системи управління охороною навколишнього середовища на підприємстві, як і будь-якої іншої системи, на всіх рівнях, є насамперед, вичерпна, достовірна та своєчасна інформація про поточний стан підсистеми управління.

Виробляючи продукцію, підприємство використовує природні ресурси, до яких відносяться: повітря, вода, ґрунт, енергія вітру, рослинний та тваринний світ та ін. [26].

У результаті діяльності приміщення, де виробляють масло здійснює викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин, в обсягах, поданих у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Викиди в атмосферу забруднюючих речовин
заводу у 2016 році

Забруднюючі речовини	Обсяг викидів, тонн
Всього	8,053
У тому числі: тверді	0,161
Газоподібні та рідкі	7,892
З них: окис вуглецю	6,588
Окиси азоту	0,452
Інші газоподібні та рідкі сполуки	0.852

Крім наведених вище основних забруднюючих речовин, у результаті виробничої діяльності молокозавод є і викиди специфічних забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, перелік яких подано у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Викиди в атмосферу специфічних забруднюючих речовин на заводі у 2016 році

Специфічні забруднюючі речовини	Обсяг викидів, тонн
Кислота сірчана	0,003
Аміак	0,850
Зола дров	0,140
Оксид марганцю	0,002
Бензин	0,015
Інші речовини	0,003

Як видно з даних приведених у таблиці 8.2 серед усіх специфічних забруднюючих речовин найбільшу питому частку становлять викиди в атмосферне повітря аміаку, що становить 0,850 тонн за рік. Це зумовлено перш за все специфікою діяльності даного підприємства, а саме виробництво молокопродуктів вимагає наявності холодильних установок, які працюють на аміаку. Дане обладнання є морально та фізично застарілим, що приводить до частих поломок, в результаті яких і відбуваються дані викиди.

Специфіка діяльності досліджуваного підприємства зумовлює також забруднення водного середовища, яке відбувається шляхом викидів стічних вод, які містять такі сполуки:

- високомолекулярні сполуки;
- вуглеводи;
- молочні жири.

Склад стічних вод молокозаводу настільки різноманітний, настільки широкий склад харчових продуктів, що використовуються як вихідна сировина для виробництва готової продукції.

У результаті діяльності маслоцеху відбувається забруднення повітряного басейну, води. Тому при плануванні охорони та раціонального використання водних ресурсів на досліджуваному підприємстві розробляються заходи, спрямовані на скорочення водоспоживання на господарсько – побутові і виробничі потреби, розраховується об'єм оборотної та повторно використуваної, визначається можливий викид стічних вод в міру забруднення, планується скорочення викидів забруднених стічних вод в результаті розробки різних заходів по вдосконаленню техніки, технології та організації виробництва [26].

Зниженню водоспоживання молокозаводу сприяє впровадження прогресивної техніки, технологічних та організаційних заходів.

На підприємстві практикують повторне та оборотне водозабезпечення, очистку і контроль складу стічних вод. При організації повторного водозабезпечення передбачають використання без спеціальної обробки незабруднених вод на виробничі та побутові потреби. В перелік заходів по оборотному водозабезпеченні включають проведення спеціальної обробки води (очистку, охолодження, нагрів) для використання у виробництві.

Для очищення та знезараження стічних вод використовується система внутрішньої каналізації та очисних споруд.

Система внутрішньої каналізації призначена для приймання побутових та виробничих стічних вод цеху в місцях їх утворення для відведення їх на очисні споруди для очищення.

Стічні води підприємства піддають, механічній і біологічній (біохімічній) очистці. Фізико-хімічні методи застосовують набагато рідше. При механічній очистці із стічних вод видаляються нерозчинні осідаючі, завислі і плаваючі забруднення (пісок, бій скла, жир, білок тощо).

Механічну очистку стічних вод можна застосовувати як самостійний або попередній метод, що передує хімічній або біологічній очистці. Для механічної очистки стічних вод застосовують решітки, пісковловлювачі, бензوماстиловловлювачі, жировловлювачі, відстійники і дезінфектори. Для обробки осаду, отриманого у відстійниках, застосовують перегнивачі і мулові площадки.

Решітки служать для грубого відділення крупних механічних забруднень від стічних вод; їх встановлюють перед місцевими (локальними) очисними спорудами.

Відстійники застосовуються для кінцевої очистки стічних вод від грубодисперсних нерозчинних речовин і від частини органічних забруднень. Найбільшого розповсюдження на підприємствах молочної промисловості отримали вертикальні відстійники. Їх продуктивність в середньому складає до

50 м³/добу з тривалістю відстоювання від 45 хв до 1,5 год. Осад, отриманий в результаті очистки стоків у відстійниках, після спеціальної обробки можна використовувати у якості добрив для рослинної продукції сільського господарства.

В якості прийомників для стоків використовують заглиблення, розміщені біля обладнання та приймальні колодязі розміром 1*1*1 м. Останні розміщуються на ділянці для підготовки сировини, де є значні витрати води. Всі прийомники для стоків оснащені гідравлічними затворами – сифонами, що попереджують проникнення газів в приміщення.

На підприємстві при оцінці заходів по охороні повітряного басейну фактичний викид домішок порівнюють з нормативним за наступними показниками: гранично допустима концентрація речовин та гранично допустимі викиди. Кількість відходів на протязі тривалого часу збільшувалась пропорційно росту виробництва.

Для досягнення високих еколого-економічних результатів необхідно процес очищення шкідливих викидів сумістити з процесом утилізації вловлених речовин, що зроблять можливим усунення причин забруднення.

В цілому для зниження забруднення навколишнього природного середовища в процесі роботи підприємства необхідно проводити заходи по очищенню стічних вод, зменшенню шкідливих викидів в атмосферу та зниження негативного впливу електромагнітного поля на здоров'я працівників.

Отож, підприємство зацікавлене у проведенні природоохоронних заходів, оскільки зростання кількості шкідливих викидів призводить до зростання штрафних санкцій по відношенню до підприємства, що є небажаним у зв'язку із зменшенням в такому випадку прибутку, який отримує підприємство в процесі господарської діяльності.

Обов'язковість сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища передбачена ст.44 Закону України „Про охорону навколишнього

середовища” від 25.06.91 року. №1264-ХІІ в редакції Закону України №186/98-ВР від 05.03.98 року.

Єдиний на території України порядок подання документів для встановлення загального ліміту викидів стаціонарними джерелами забруднення і ліміту викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами викидів для працівників збору визначає Інструкція по встановленню лімітів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, затверджене наказом Міністерства екології природних ресурсів України від 10.10.2000 р. №161.

У разі здійснення понадлімітних викидів, скидів та розміщення відходів, а також відсутності у підприємства затверджених у встановленому порядку лімітів, збір обраховується у п'ятикратному розмірі. При цьому сума зборів за понадлімітні викиди, скиди та розміщення відходів сплачується за рахунок прибутку.

Збір, що стягується за викиди, які здійснюються пересувними джерелами забруднення, відноситься до витрат виробництва у фактично сплаченій сумі без будь – яких обмежень, включаючи також суми збору, що обчислені по орендованих автомобілях (за умови, що паливо для них відображається у бухгалтерському обліку орендаря).

«ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ»

У магістерській роботі розглянуто технологічний процес підготовки кормів для згодування тварин на сільськогосподарських фермах. Проведено огляд всіх типів машин які використовуються у кормоцехах. Визначена необхідна кількість кормів для заданої групи тварин, а також обладнання, яке забезпечує якісне їх приготування та транспортування.

Проведено аналітичні розрахунки шнекового транспортера та лопатевого змішувача. Дано аналіз характеристик якостей кормосумішей.

Впровадження у виробництво по переробці молока сучасного обладнання дають змогу значно зменшити терміни зберігання сировини, раціонально використовувати трудові ресурси, підвищити якість робіт та продукції.

У роботі проведено огляд прогресивних методів приготування кормів і їх сумішей, вибрано раціональний технологічний процес їх приготування. На основі цього підібрано спеціальні машини вітчизняного виробництва для їх приготування і транспортування.

Запропоновано конструкційну модернізацію дозатора мікросумішей, яка дозволила зменшити енергозатрати, а також оптимізувати подачу мікродобавок до кормів.

Проведено математичне моделювання процесу руху штовхача мембрани дозатора, що дозволило врахувати динамічні навантаження при розрахунках деталей дозатора. Прораховано різні варіанти руху кривошипа дозатора, а саме зміна швидкості обертання, величину ексцентрика.

Дано рекомендації до дотримання правил безпеки та охорони праці в цехах для приготування кормів та утримання корів. Для кормоцеху, де встановлені машини для підготовки кормів, які приводяться в рух електродвигунами, розраховані системи заземлення з детальним розрахунком.

Також дано рекомендації по охороні довкілля, цивільного захисту та підтримання життєдіяльності під настання надзвичайних ситуацій.

Графічна частина включає технологічну схему кормоцеху, конструктивні розробки машин по переробці кормів.

Під час виконня дипломної роботи використались методичні рекомендації кафедри [27, 28, 29, 30, 31].

Бібліографія:

1. Інтернет ресурс http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm
2. Хомик Н.І. Машинаи та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 1 / Хомик Н.І., Довбуш А.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. – 224с.
3. Хомик Н.І. Машинаи 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 технічних засобів для тваринництва з ред. Скорика О.П., Х., 2009. – 428 с.
5. Інтернет ресурс: http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema_4.htm
6. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини том.3. - М: Урожай, 2002. – 432 с.
7. Гевко Р.Б. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах: монографія / Р.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, Р.І. Розум, М.Б. Клендій. та ін. - Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018.- 180 с..
8. Кісільов Р.В. Теоретичні дослідження процесу змішування кормів стрічково-лопатовим змішувачем. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, 2011 р., випуск 24, ч.1., с.167-175.
9. Артоболевський И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение.1988.–639 с.
10. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.
11. Писаренко Г.С. Опір матеріалів : Підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С.Уманський ; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К. : Вища шк., 2004. – 655 с.
12. Інтернет ресурс <https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%A1%D0%90%D0%9F%D0%A0>
13. Mozil N.Ya. Analytical research of quality of feed Actual problems of modern technologies. N.Ya. Mozil, P.B. Kyryliuk, A.D. Dovbush : book of abstracts of the IV International scientific and technical conference of young researchers and students, (Ternopil, 27th-28th of November 2019.) / Ministry of Education and

Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil : TNTU, 2019. – P. 119-120.

14. Горбацевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 298 с.

15. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1979. – 130 с.

16. Данилевский В.В. Справочник молодого машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1973. – 647 с.

17. Режимы резания. Справочник /Под. ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972.

18. Клецкин А.П. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.3. – М.: Агропромиздат, 1978. – 365 с.

19. Нефедов И.М., Осипов М.К. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1978.

20. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88.

21. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1970. – 216 с.

22. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. – Львів: Новий світ, 2000. – 230 с.

23. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: . Знання, 2000. – 188с.

24. Шкрабак В.С., Казлаускас Г.К. Охрана труда. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

25. Цивільна оборона. Підручник /За ред. В.С. Франчука, Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2001. – 256с.

26. Кучерявий В.П. Екологія. Підручник. – Львів: Світ, 2001. – 500 с.

27. 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.

28. 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.
29. 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.
30. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
31. 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.