

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій

ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Комплексна механізація виробництва молока з модернізація
трав'яної жатки КПІ-2,4»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Євграфов Максим Олександрович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____ доц. Бевз О.В.

Зміст

1. Вступ	5
2. Аналіз існуючої технології виробництва молока.....	6
3. Обґрунтування та розробка операційної технології виробництва молока...11	
4. Інженерна частина	24
5. Охорона праці	41
6. Висновки	44
Список використаних джерел	45
Додатки	47

1. ВСТУП.

У сучасних умовах розвитку аграрного сектору важливого значення набуває впровадження ефективних технологій та засобів механізації, що спрямовані на підвищення продуктивності й зниження витрат у тваринництві. Однією з найважливіших галузей є молочне скотарство, яке забезпечує населення високоякісною продукцією харчування, а також сировиною для переробної промисловості. Раціональна організація процесів годівлі великої рогатої худоби має вирішальне значення для збільшення надоїв молока, покращення його якості та загального економічного ефекту від діяльності господарства [1].

Рівень продуктивності великої рогатої худоби значно переважає інших сільськогосподарських тварин. В деяких фермерських господарствах середньорічні надої корів становлять близько 5000 – 7000 кг молока, при цьому є необхідність забезпечення їх якісним кормовим раціоном [1].

Значну роль у забезпеченні тварин високопоживними кормами відіграють зелені маси -зокрема, багаторічні й однорічні трави, заготівля яких здійснюється із застосуванням спеціалізованої техніки [1, 2]. Серед таких машин особливе місце займають трав'яні жатки, які забезпечують скошування рослинної маси з подальшим її використанням у свіжому вигляді або як сировину для силосування.

Жатка КПП-2,4 вже багато років експлуатується в умовах вітчизняних господарств, однак її конструкція морально та технічно застаріла. Це знижує продуктивність роботи, ускладнює обслуговування і не повною мірою відповідає вимогам сучасного кормовиробництва. Тому модернізація цієї машини є актуальним напрямом науково-технічного пошуку, що дозволяє підвищити її надійність, енергоефективність і адаптацію до нових умов експлуатації.

Метою даної бакалаврської роботи є підвищення ефективності виробництва молока та обґрунтування шляхів удосконалення конструкції жатки КПП-2,4 з урахуванням вимог сучасного агровиробництва.

2. Аналіз існуючої технології виробництва молока

Впровадження інноваційних технологічних рішень у сферу агровиробництва дозволяє суттєво підвищити його результативність, особливо в процесах модернізації наявних технічних засобів. Завдяки таким змінам можливе істотне зростання обсягів виробництва при мінімальних інвестиціях, а також зниження витрат на трудові ресурси й енергоносії у розрахунку на одиницю продукції.

У ході реконструкції молочнотоварних ферм доцільно впроваджувати сучасні методики утримання великої рогатої худоби, адаптовані до умов конкретного господарства. Це передбачає використання новітнього обладнання або оновлення вже наявного, що дозволяє забезпечити безперервність технологічного циклу [1, 2].

Також важливими є організація ефективного відтворення стада, формування стабільної кормової бази, забезпечення збалансованого раціону для тварин та оптимізація трудових процесів.

Один із ключових напрямів зниження собівартості молока – це раціоналізація кормової бази. У промислових умовах виробництва витрати на корми є домінуючими, на відміну від витрат на працю.

Підвищення якості кормів, мінімізація втрат у процесі їх заготівлі та згодовування, а також грамотне раціонування – важливі складові цього процесу.

Подальше розширення кормовиробництва потребує ефективного планування структури посівів кормових культур, а також застосування передових агротехнічних рішень для їх вирощування, збирання, зберігання та підготовки до згодовування.

Тваринницькі комплекси з безприв'язним утриманням ВРХ в залежності від методів годівлі, доїння і організації відпочинку поділяють на декілька типів [1, 2].

Тваринницькі комплекси з безприв'язним утриманням ВРХ на глибокій підстилці, де корів годують на вигульно-кормових майданчиках, при цьому відпочивають вони у приміщеннях з глибокою підстилкою. Доять корів у окремо розташованому доїльно-молочному блоці на установках “Ялинка” чи конвеєрного типу.

Серед сучасних форм утримання великої рогатої худоби найперспективнішою вважається система безприв'язного утримання (рис. 2.1).

Вона передбачає розділення процесів годівлі, доїння та відпочинку тварин між окремими секціями або приміщеннями, що за структурою нагадують спеціалізовані виробничі цехи промислових підприємств.



Рис. 2.1 Безприв'язне утримання корів

Завдяки механізованим засобам догляду один оператор може обслуговувати понад 40–50 корів [1, 2].

Україна, маючи широкий спектр кліматичних та економічних умов, потребує використання гнучких технологічних підходів до

утримання молочних корів. В залежності від регіону ефективно застосовуються різні варіанти безприв'язного утримання, які активно враховуються при проектуванні тваринницьких комплексів.

Один з найефективніших варіантів – утримання на глибокій підстилці [2]. У таких умовах тварини харчуються на відкритих майданчиках, а відпочивають у приміщеннях зі зручним ложем із сухої соломи. Процес доїння організовано в окремих блоках, оснащених доїльними установками типу "Ялинка" або з конвеєрною системою [2] (рис. 2.2).

Кожна група має індивідуальні зони для відпочинку та харчування з розміщенням кормів під навісами. Для комфорту тварин застосовують добре провітрювані приміщення з пресованою солом'яною підстилкою. Гній видаляється з майданчиків трактором, а з приміщень – раз на рік.

Доїння здійснюється двічі на день, що сприяє стабільності надою та ефективному використанню ресурсів.

У межах країни технології утримання адаптуються до умов регіону, що дозволяє забезпечити стабільність молочного виробництва і підвищити його економічну віддачу.

Ще один поширений тип – безприв'язне боксове утримання, коли тварини харчуються біля кормових столів і відпочивають у власних боксах. Доїння відбувається в спеціальних залах із застосуванням установок "Тандем", "Ялинка" або на конвеєрних лініях (рис. 2.2). Гній видаляється автоматизовано – каналами з решітками, скреперними установками й насосами.



Рис. 2.2. Схема доїльної установки «Ялинка» УДА-16А

Сухостійних корів також утримують без прив'язі, а роздача кормів здійснюється мобільними агрегатами з вивантаженням у спеціальні годівниці [2]. Під час годівлі фіксація тварин не здійснюється, що сприяє кращому доступу до корму.

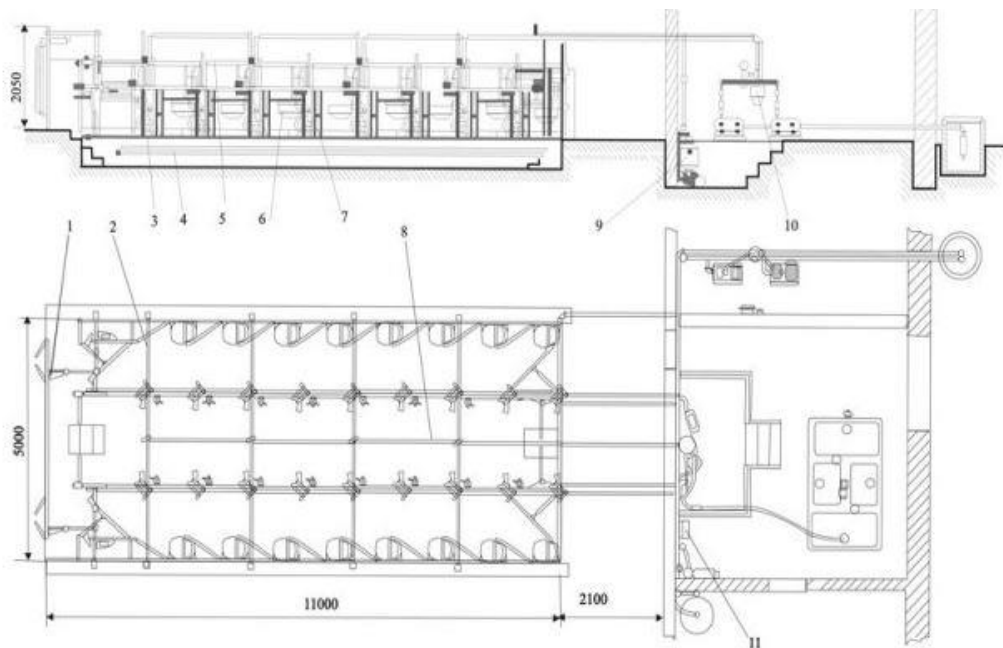
У такій системі використовуються чітко сплановані приміщення: зона для відпочинку – з боксами, зона для годівлі – з кормовими столами, і санітарні проходи з бетонованим покриттям. Гній переміщується до збірної ями транспортерами, звідки вивантажується насосом у ємності для подальшої утилізації.

У родильних залах доїння здійснюється тричі на день установками типу "Тандем" [2].

Інший варіант – безприв'язне утримання з фіксацією під час годівлі. У цьому випадку корів утримують у різних приміщеннях для харчування та відпочинку. Під час прийому корму тварини фіксуються автоматично, після чого знову стають вільними. Це дозволяє ефективно розподіляти корми між групами, але потребує точного дотримання режиму.

Грубі корми згодуюються без фіксації на вигульних майданчиках або в "їдальні", а влітку – під час випасу на прилеглих пасовищах. Доять корів двічі на добу, із подачею концентрованих кормів у доїльному приміщенні.

Гній з проходів видаляється за допомогою тракторної техніки, а переміщення тварин між зонами здійснюється персоналом згідно з графіком. Це забезпечує ритмічність і стабільність виробничих процесів.



1 – ворота; 2 – верстати; 3 – маніпулятор доїння; 4 – технологічна лінія; 5 – лінія промивання; 6 – лінія годівниць; 7 – лічильник; 8 – лінія обмивання; 9 – обладнання молочної; 10 – вакуумна лінія; 11 – обладнання для промивання.

Таким чином, застосування сучасних технологій безприв'язного утримання дозволяє не лише підвищити продуктивність молочного скотарства, а й оптимізувати використання ресурсів, наблизивши ферму до рівня механізованого промислового комплексу.

3. Обґрунтування та розробка операційної технології виробництва молока

3.1. Розробка генерального плану і розрахунок показника використання площі ділянки тваринницької ферми.

Нормативна площа ділянки тваринницької ферми розраховується з урахуванням відповідних норм і правил [3-6].

1. Відповідно до санітарних, протипожежних та будівельних норм визначаємо нормативну площу тваринницької ферми по виробництву молока:

$$F_{норм} = f \cdot n, м \quad (3.1)$$

де n - 400 корів – потужність тваринницької ферми;

f - величина площі земельної ділянки на одну ВРХ ($f=200м^2$).

$$F_{норм} = 400 \cdot 200 = 80000м^2$$

2. Відповідно до нормативної площі приймемо відповідний генплан

$$F_{\phi} = 4,76га \quad (3.2)$$

3. Розрахунок коефіцієнту використання нормативної площі комплексу

$$K_{в.норм} = \frac{F_{\phi}}{F_n};$$

$$K_{в.норм} = \frac{4,72}{8} = 0,62$$

4. Розраховуємо коефіцієнт забудови тваринницької ферми:

$$K_{заб} = \frac{F_3}{F_{\phi}}; \quad (3.3)$$

$$K_{заб} = \frac{0,87}{4,72} = 0,19$$

де F_3 — площа ділянки під будівлями і спорудами.

5. Розраховуємо коефіцієнт використання площі комплексу:

$$K_{вик} = \frac{F_c}{F_\phi}; \quad (3.4)$$

$$K_{вик} = \frac{2,9}{4,72} = 0,62$$

де F_c – відповідна площа ділянки під будівельними спорудами, шляхами і майданчиком ферми.

6. Розраховуємо потребу в основних приміщеннях для утримання корів за формулою:

$$n = \frac{\sum M_i}{m_i}, \quad (3.5)$$

де M_i – поголів'я корів i -ого технологічного класу тварин на тваринницькій фермі, гол;

m_i – відповідна кількість тварин i -тої технологічної групи корів, що утримується в одному тваринницькому приміщенні, гол.

Для утримання дійних корів на фермі приймемо типовий корівник місткістю 200 корів та розраховуємо їх необхідну кількість [3-6]:

$$n_1 = \frac{318}{200} = 1,6 \quad (3.6)$$

Приймаємо 2 корівники

Для тримання сухостійних корів, нетелів приймемо корівник на 200 та розраховуємо їх потребу

$$n_2 = \frac{40 + 40}{200} = 0,5$$

Отже, для утримання дійних та сухостійних корів і нетелів на тваринницькому комплексі приймаємо 2 корівники по 200 корів.

При розміщенні глибокостільних та розтелених корів прийmemo родовe відділення місткістю 44 місць та визначаємо їх потребу

$$n_3 = \frac{44}{44} = 1 \quad (3.7)$$

Отже, приймаємо одне родовe відділення.

При утриманні молодняку на вирощуванні терміном до 6 місяців прийmemo телятник на 150 гол. та визначаємо їх загальну кількість:

$$n_4 = \frac{300}{150} = 2 \quad (3.8)$$

Приймаємо всього два телятника.

При розміщенні ремтелиць до одного року, ремтелиць старше одного року та молодняку на дорощуванні і відгодівлі, прийmemo телятник місткістю на 340 голів та визначаємо їх потребу для всього поголів'я

$$n_4 = \frac{260 + 40 + 40}{340} = 1$$

Отже, приймаємо один телятник.

Приведені результати розрахунків вказують, що існуючі приміщення тваринницької ферми для утримання корів можна використовувати для здійснення інтенсивної технології виробництва молока.

Генеральне планування комплексу виконується з урахуванням функціонального зонування території, яке охоплює такі основні ділянки:

1. Адміністративно-господарська зона – включає санітарно-пропускний пункт, розрахований на 30 осіб, з дезінфекційним майданчиком для транспортних засобів і блоком службових приміщень.
2. Виробнича частина – передбачає розміщення корівників на 200 голів, телятників на 150 та 340 голів відповідно, а також родильного відділення з кількістю місць - 44.
3. Ветеринарно-санітарний сектор – містить ветеринарний пункт, ізолятор на 5 тварин і майданчик для санітарної обробки шкіри великої рогатої худоби.

4. Кормова зона – призначена для зберігання і підготовки кормів: передбачено траншеї для силосу та спеціальний відкритий майданчик для розміщення грубих кормів.
5. Зона допоміжних об'єктів – включає котельню, трансформаторну підстанцію, протипожежний резервуар та молочний блок.
6. Сектор зберігання та утилізації гною – охоплює гноєсховище, резервуари для сечі та відстійники для осаду.

Відповідно до проведених розрахунків необхідної кількості споруд і технологічних обґрунтувань, формується номенклатура об'єктів, які відображаються на генеральному плані комплексу [3-6] (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Номенклатура приміщень і споруд комплексу по виробництву молока

Назва приміщень та споруд комплексу	Кількість приміщень, шт.
1	2
Корівник для ВРХ на 200 корів	2
Молочний блок (продуктивність 6 т мол./доб.)	1
Родове відділення ВРХ місткістю на 44 місця	1
Ветеринарний пункт для тварин	1
Ізолятор на 5 місць	1
Ветсанпропускник місткістю на 30 осіб	1
Котельня для опалення тварин	1
Родове відділення ВРХ місткістю на 44 місця	1
Ветеринарний пункт для тварин	1
Ізолятор на 5 місць	1
Ветсанпропускник місткістю на 30 осіб	1
Котельня для опалення тварин	1
Вагова тварин	1
Приміщення для збереження тракторів	1
Трансформаторна електропідстанція	1
Траншея для зберігання силосу та сінажу	2
Гноєсховище	1
Пожежний резервуар	1

Майданчик для обробки шкіряного покриву тварин	3
Брудовідстійники	1
Сечозбірники	3
Телятник місткістю на 340 голів	1
Телятник місткістю на 150 голів	2

3.2. Розробка та обґрунтування технологічної схеми виробництва молока та технології утримання тварин.

Висока рентабельність молочного виробництва зумовлена перш за все високими надоями, дотриманням усіх технологічних процесів, якістю виробленої продукції та зниженими витратами на її виробництво. Досягнення низької собівартості молока пояснюється тим, що в господарстві забезпечено стабільне вирощування більшості кормових культур при мінімальних затратах.

При впровадженні потоково-цехової системи організації молочної ферми береться до уваги фізіологічний стан та вік тварин. З урахуванням біологічного циклу великої рогатої худоби визначаються такі основні технологічні групи [3-6]:

1. Корови у сухостійний період;
2. Глибокотільні та щойно отелені корови з телятами до 20 днів віку;
3. Корови в період лактації;
4. Молодняк до 6 місяців;
5. Ремонтні телиці віком до одного року;
6. Ремонтні телиці старші одного року;
7. Нетелі;
8. Молодняк на дорощуванні чи відгодівлі у віці від 6–12 до 16–18 місяців.

На основі внутрішньої спеціалізації ферми та чинних нормативів потоково-цехової організації розроблено структуру проектних цехів і секцій, зокрема:

- цех для утримання сухостійних корів, нетелів і ремонтного молодняка;
- родильне відділення з профілакторієм, де розміщують глибокотільних, новотільних корів і телят віком до 20 днів;
- цех для дійного стада;
- цех утримання молодняка у віці від 20 днів до 6 місяців;
- цех дорощування молодняка віком від 6 до 18 місяців;
- цех для ремонтних телиць до одного року;
- цех утримання ремонтного молодняка старше одного року.

Запропонована інтенсивна технологія виробництва молока передбачає цілорічне рівномірне отелення корів та систематичний перехід тварин через усі етапи виробничого процесу — від однієї технологічної групи до іншої, від цеху до цеху, що дозволяє досягати продуктивності до 4000 кг молока на одну корову на рік (див. рис. 3.1).

3.2.1. Обґрунтування і розрахунок структури стада та поголів'я технологічних груп тварин на комплексі.

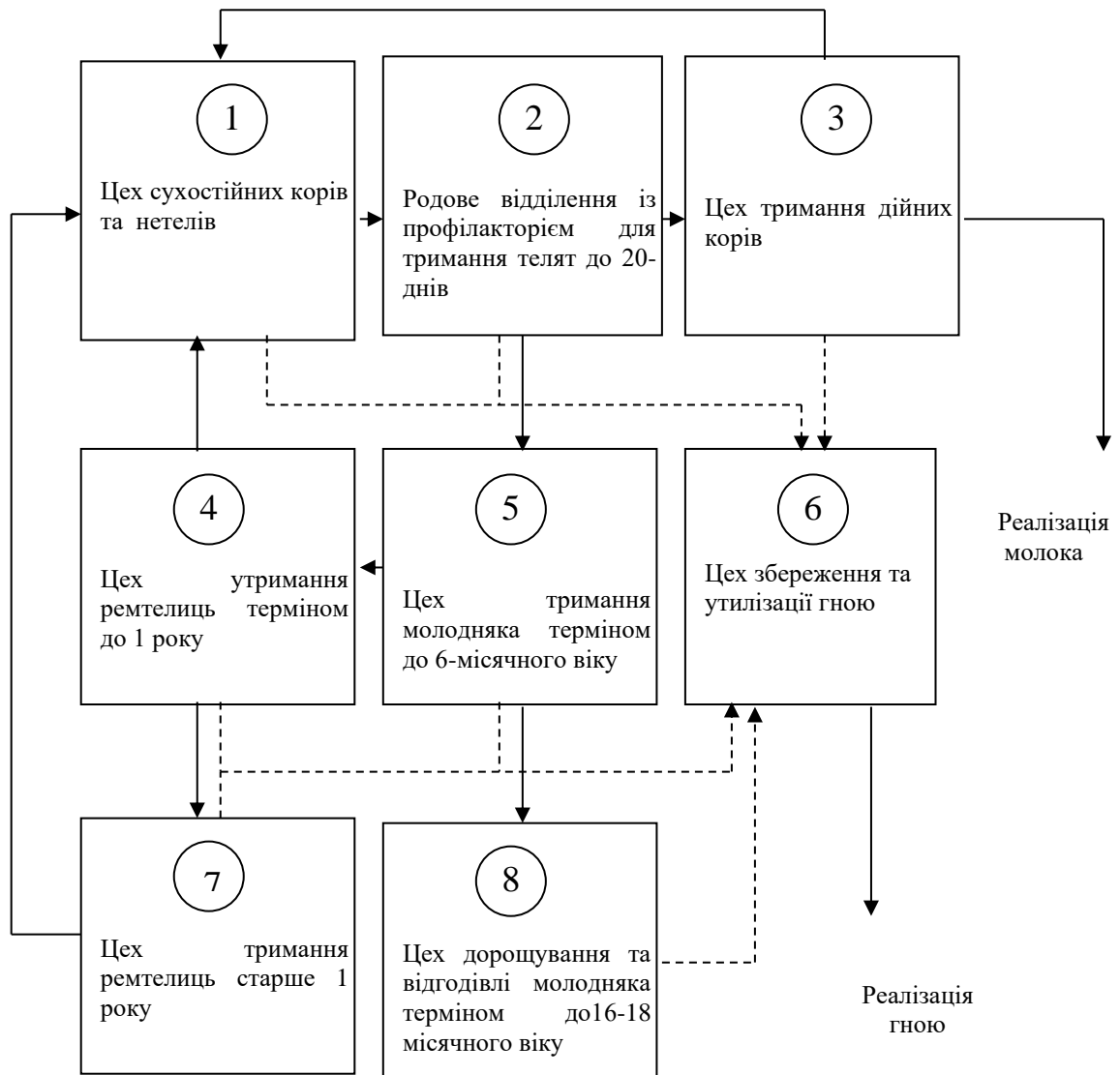
За розробленою технологічною схемою виробництва молока на фермі та розрахованими організаційними режимами виробництва визначаємо поголів'я технологічних груп, їх загальну кількість тварин та структури стада (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

№ п/п	Технологічні групи тварин	Середньорічне поголів'я тварин, гол.	Структура стада тварин, %
1	Корови, всього	400	36
	в тому числі сухостійні корови	40	3,6
	глибокостільні та розтелені корови	44	4
	дійні корови	318	29,2
2	Нетелі	40	3,6
3	Молодняк для вирощування до 6 місяців	300	26,8
4	Ремтелиці терміном до 1 року	40	3,6
5	Ремтелиці старші 1 року	40	3,6
6	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	260	24,1
	Всього	1080	100

Відповідна структура стада ферми з виробництва молока міскістю на 400 корів із утриманням понадремонтного молодняка.

За розробленою нами структурою стада маточне поголів'я корів має складати 36%, при цьому, загальне поголів'я тварин ферми – 1080 гол., нетелів – 3,6%.



3.3. Визначення потреби кормів і потокових ліній кормоцеху

Визначення потреби кормів проводимо за формулою:

$$Q_{i_{дог}} = \sum_1^j q_i \cdot m_j,$$

де q_i – величина добової норми витрати i -го корму в розрахунку на 1 голову в j -ій групі тварин;

m_j – загальна кількість голів у j -ій групі тварин.

За запланованою продуктивністю складаємо добовий раціон по технологічних групах і зводимо в таблицю (Додаток А)

На підставі отриманих даних по раціонам складаємо бланк розрахунку добової необхідності у кормах та зводимо до таблиці (Додаток Б)

Розробка та обґрунтування технологічної схеми приготування кормів тваринам комплексу.

З урахуванням набору кормів в раціон для приготування вологої кормосуміші розробляємо відповідну технологічну схему для приготування кормів в кормоцеху

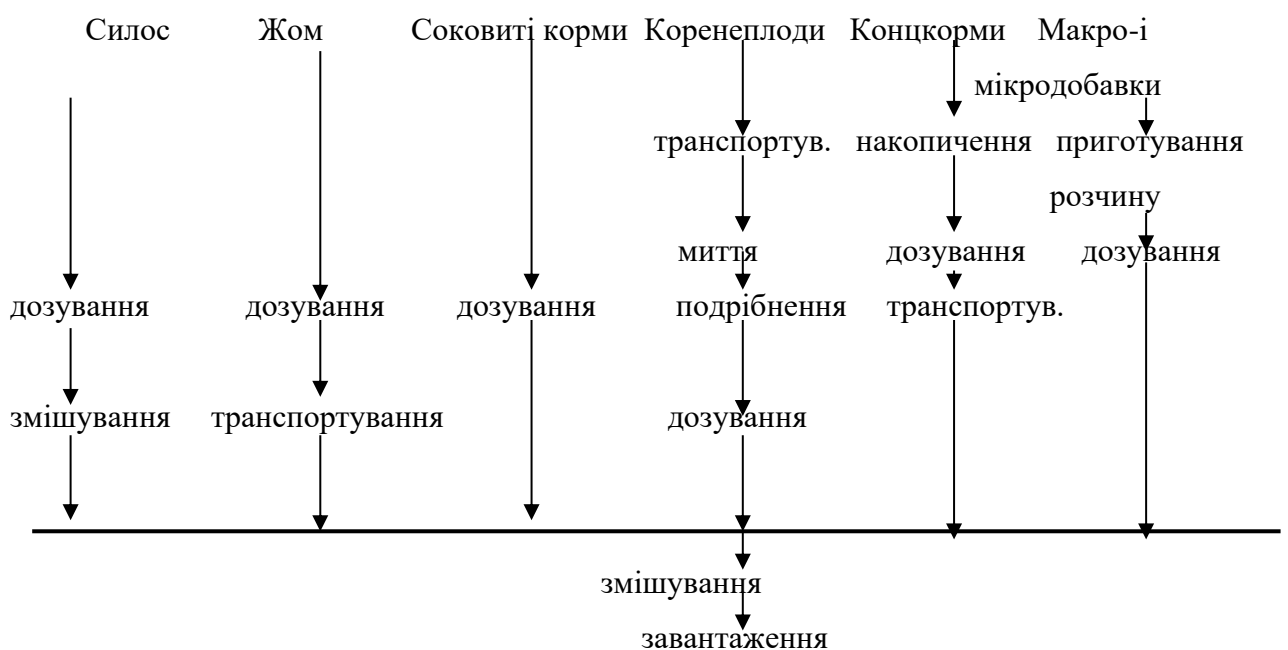


Рис. 3.2. Схема приготування кормів в кормоцеху за удосконаленою технологією.

На основі приведеної технологічної схеми визначаємо наступні потокові лінії кормоцеху

- Лінія приготування грубого корму;
- Лінія приготування соковитого корму;
- Лінія для приготування коренеплодів;
- Лінія для приготування жому;
- Лінія з приготуванням концентрованих кормів;
- Лінія з приготування розчину макро- мікродобавок та меляси.

Розрахунок лінії для приготування грубих кормів.

Потокова лінія для приготування грубих кормів включає в себе дозування та змішування кормів [3-6].

У вдосконаленій технології відгодівлі ми пропонуємо змінити систему годівлі грубих кормів. А саме, відмовитись від використання свіжих зелених кормів на користь використання силосу та сінажу круглий рік.

Для завантаження кормороздавача силосом приймаємо ківш із фрезою для силосу - А.ТОМ 2,0 м³ (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Ківш із фрезою для силосу - А.ТОМ 2,0 м³

Розраховуємо годинну продуктивність потокової лінії грубого корму

$$Q_{Гр} = \frac{\sigma_{Гр}}{T \cdot \tau},$$

де $\sigma_{Гр}$ – добова потреба в грубих кормах;

$T = 7$ год. – відповідна тривалість зміни роботи кормоцеху комплексу;

τ – показник використання часу зміни ($\tau = 0,8$)

$$Q_{Гр} = \frac{2060}{7 \cdot 0,8} = 364,5 \text{ кг/год.}$$

Дозування та змішування та роздавання грубого корму відбувається за допомогою мобільного змішувача-кормороздавача Solomix 1 ZK (рис. 3.3.)



Рис. 3.3. Мобільний кормороздавач змішувач-кормороздавач Solomix 1 ZK

Визначення продуктивності потокової лінії для приготування соковитого корму.

Така лінія приготування соковитого корму включає дозування, транспортування та змішування [3-6].

Розраховуємо годинну продуктивність потокової лінії кормоцеху

$$Q_c = \frac{\sigma_{\text{сок}}}{T \cdot \tau},$$

де σ_c – потреба в соковитих кормах за добу,

$T=7$ год. – відповідно, тривалість зміни роботи кормоцеху;

τ – показник використання часу зміни ($\tau=0,8$)

$$Q_c = \frac{9060 + 2652}{7 \cdot 0,8} = 2056 \text{ кг/год.}$$

Для відповідного дозування соковитого корму можемо прийняти бункер-дозатор БДК-Ф-70 із продуктивністю 5 т/год.

Відповідна потокова лінія для приготування коренеплодів включає в себе транспортування, миття, подрібнення і дозування.

Розраховуємо годинну продуктивність потокової лінії приготування коренеплодів:

$$Q_{\kappa} = \frac{\sigma_{\text{доб}}}{T \cdot \tau},$$

де $\sigma_{\text{доб}}$ – потреба коренеплодів на добу;

T – відповідна тривалість зміни роботи кормоцеху ($T=7$ год);

τ – показник використання часу зміни ($\tau=0,8$)

$$Q_{\text{кор}} = \frac{3764}{7 \cdot 0,8} = 668,6 \text{ кг / год.}$$

Для транспортування необхідної маси коренеплодів приймемо один транспортер коренеплоду ТК-5 із продуктивністю 6–7 т/год.

Для миття та подрібнення розрахованих коренеплодів приймемо один подрібнювач ИКМ-5 із продуктивністю 6–7 т/год. Для процесу дозування коренеплодів приймемо один бункер-дозатор корму ДС-15 із продуктивністю близько 15–20 т/год.

Лінія для приготування концентрованого корму.

Потокова лінія з приготування концентрованого корму включає в себе подрібнення накопичення, дозування та транспортування такого корму [3-6].

Розраховуємо годинну продуктивність потокової лінії для приготування концентрованого корму

$$Q_{\text{кон}} = \frac{\sigma_{\text{доб}}}{T \cdot \tau},$$

де $Q_{\text{доб}}$ – необхідна потреба концентратів на добу;

$T=7$ год – загальна тривалість зміни роботи кормоцеху комплексу;

τ – показник використання часу зміни ($\tau=0,8$);

$$Q_{\text{кон}} = \frac{1926}{7 \cdot 0,8} = 342,6 \text{ кг/год.}$$

Для накопичення необхідного концентрованого корму приймемо бункер для сухих кормів БСК-10 з місткістю 10 м³. Приймемо 1 бункер БСК-10.

Для заданого транспортування сухого корму приймаємо транспортер ТУУ-2-4 із продуктивністю 1,9 т/год.

Прийmemo 1 транспортер ТУУ-2-4. Для необхідного дозування концентрованого корму прийmemo один дозатор концентрованих кормів ДК-10 із продуктивністю 600 кг/год.

Лінія із приготування розчину макро- та мікродобавок й меляси.

Потокова лінія для приготування макро- та мікродобавок й меляси включає в себе приготування розчину та дозування.

Розраховуємо годинну продуктивність потокової лінії із приготування розчину макро- та мікродобавок й меляси

$$Q_{\text{мак}} = \frac{\sigma_{\text{доб}}}{T \cdot \tau},$$

де $Q_{\text{мак}}$ – потреба макро- та мікродобавок на добу;

$T=7$ год. – загальна тривалість зміни роботи кормоцеху;

τ – показник використання часу зміни ($\tau = 0,8$);

$$Q_{\text{макро}} = \frac{1336,2}{7 \cdot 0,8} = 238,1 \text{ кг/год.}$$

Для приготування необхідної кількості розчину макро- та мікродобавок, меляси і дозування прийmemo змішувач меляси СМ-1,7 із продуктивністю 0,7 т/год. Прийmemo 1 змішувач меляси СМ-1,7.

Лінія для приготування жому.

Потокова лінія з приготування жому включає в себе дозування та транспортування жому.

Розраховуємо годинну продуктивність потокової лінії для приготування жому

$$Q_{\text{жом}} = \frac{\sigma_{\text{доб}}}{T \cdot \tau},$$

де $\sigma_{\text{доб}}$ – потреба жому на добу;

$T=7$ год. – загальна тривалість зміни роботи кормоцеху;

τ – показник використання часу зміни ($\tau = 0,8$);

$$Q_{\text{жс}} = \frac{1274}{7 \cdot 0,8} = 226,2 \text{ кг/год.}$$

Для необхідного дозування жому приймаємо бункер-дозатор БДЖ-Ф-12.
Для його транспортування приймемо транспортер ТС-65.

Для операції змішування кормів приймаємо один змішувач С-30 із продуктивністю 15-28 т/год.

3.6. Розрахунок потреби кормороздавачів

Розраховуємо годинну продуктивність кормороздавача за одне роздавання корму

$$Q_{год} = \frac{Q_{доб}}{K \cdot t},$$

де $Q_{доб}$ – потреба у кормах за добу, т;

K – кратність згодування (2 рази);

t – загальна тривалість годування (2 год.).

$$Q_{год} = \frac{22780}{2 \cdot 2,0} = 5467 \text{ кг} = 5,5 \text{ т}.$$

Розраховуємо продуктивність мобільного кормороздавача

$$W_{м.корм} = \frac{V \cdot \rho \cdot K_{\phi} \cdot \phi}{t_{ц}},$$

де V – загальна місткість бункера; ρ – щільність кормів; k_{ϕ} – коефіцієнт застосування робочого часу зміни ($k_{\phi} = 0,8$); ϕ – коефіцієнт завантаження бункеру ($\phi = 0,8$); $t_{ц}$ – відповідний час циклу,

$$t_{цик} = t_{зав} + t_{роз} + \frac{l}{V_a} + \frac{l}{V_X};$$

$$t_{цик} = 10 + 5 + \frac{250}{46} + \frac{250}{460} = 20,8 \text{ хв} = 0,34 \text{ год}.$$

$$W_{м.корм} = \frac{9 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,8}{0,35} = 11,6 \text{ т/год}.$$

Розраховуємо необхідно потребу у кормороздавачах:

$$n = \frac{Q_{г}}{W_{мк}}$$

$$n = \frac{5,7}{11,5} = 0,5.$$

Приймаємо один кормороздавач змішувач-кормороздавач Solomix 1 ZK

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Огляд конструкцій жаток для збирання та заготівлі кормів.

У сільському господарстві України питання ефективного скошування зеленої маси для заготівлі силосу є особливо актуальним, оскільки якість кормової бази безпосередньо впливає на продуктивність тваринницьких ферм.

Одним з основних механізмів для виконання цього завдання є трав'яні жатки, серед яких жатка КПП-2,4 є типовим представником агрегатів середнього класу.

Щоб краще зрозуміти її переваги та можливості модернізації, доцільно провести порівняльний аналіз конструкцій як вітчизняних, так і зарубіжних машин аналогічного призначення.

Класичний підхід до заготівлі сіна й сінажу із трав передбачає послідовне виконання ряду операцій: спочатку здійснюється скошування і плющення, далі йде підбирання, подрібнення чи пресування, транспортування та укладання сіна у скирти або спеціальні сховища (вежі, башти). Така технологія вирізняється високою трудомісткістю, енерго- та металоємністю. Відповідно до результатів досліджень, проведених Українським науково-дослідним центром випробувань і технологій ім. Л. Погорілого, втрати кормів при дотриманні всіх технологічних вимог становлять від 20% до 25%, а за умови експлуатації у господарствах - можуть бути ще вищими [9-12].

Для заготівлі сіна зазвичай використовують три основні групи техніки: валкові ротаційні косарки, граблі-ворушилки та прес-підбирачі. Також залучається транспорт для перевезення скошеної маси до місця зберігання. Важливу роль у забезпеченні якісного сіна відіграють своєчасне скошування, ворущіння трави, правильний вибір технічних засобів і дотримання термінів збирання. Оскільки всі ці процеси трудомісткі та мають технологічні особливості, ефективність залежить від правильно підібраної техніки.

Виробництвом косарок займаються як вітчизняні підприємства, так і провідні іноземні компанії, зокрема - Claas, Krone, Deutz-Fahr, Pottinger, Case та

інші. Конструктивно ці машини мають багато спільного, хоча й можуть відрізнитись рівнем автоматизації, надійністю вузлів чи продуктивністю.

Вибір конкретного обладнання для заготівлі сіна залежить від ряду факторів: типу ґрунтів, кліматичних умов регіону, фази розвитку рослин, особливостей вирощуваної культури, агротехнічних прийомів, технології збирання та тривалості зберігання кормів.

Серед косарок, які отримали найбільше поширення на українських сільгосп підприємствах, можна виділити такі моделі: КС-2,1, КН-2,1, СКП-0,2, КРВ-2,1, КРБ-2,2, ЖБТ-2,1 тощо [9]. Ці агрегати ефективно застосовуються в умовах різного рельєфу та мають добрі експлуатаційні характеристики.

Модель КДН-210 (рис. 4.1) призначена для скошування як природних, так і культурних трав, включаючи полегли або високоврожайні [9].



Рис. 4.1 Косарка дискова начіпна КДН-210

Конструкція машини дозволяє автоматично адаптуватися до умов рельєфу, забезпечуючи ефективну роботу навіть на полях зі значними нерівностями.

Причіпна косарка-плющилка моделі КПП-3,1 білоруського виробництва призначена для скошування як природних, так і культурних трав на великих площах із подальшим укладанням маси у валки або рівномірного прокошування [9] (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Косарка - плющилка причіпна КПП-3,1

Агрегат дискового типу дозволяє суттєво скоротити тривалість сушіння заготовленої маси завдяки руйнуванню воскового покриву стебел, що сприяє формуванню пухкого, добре провітрюваного валка.

Особливістю конструкції косарки є встановлення гідравлічної системи та приводу безпосередньо в колесах, що дозволило істотно знизити центр ваги машини. Підвищена маневреність досягається за допомогою технології «turn around», яка забезпечує розворот машини: одне колесо рухається вперед, а інше - у протилежному напрямку.

Ще одним ефективним засобом для збирання кормових культур є причіпна ротаційна косарка "Berkut" [9] (рис. 4.3).

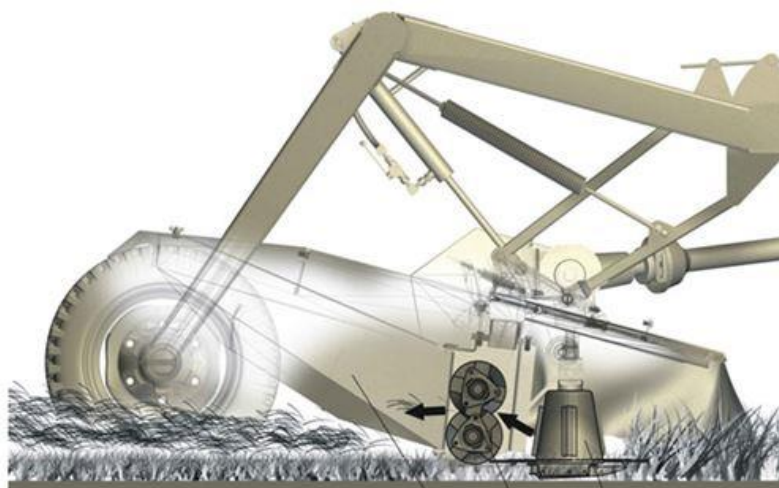


Рис. 4.3 Загальний вигляд косарки «Беркут»

Вона призначена для роботи з полеглими та високоврожайними травами (врожайність понад 150 ц/га), дозволяючи проводити скошування на підвищених робочих швидкостях у межах 9–18 км/год. Конструкція передбачає

одночасне плющення скошеної маси та її укладання у валок. Косарка сумісна з тракторами тягового класу 1,4 т.

Висока швидкість обертання роторів (до 3180 об/хв) дозволяє косарці ефективно здійснювати скошування трав'яної маси без пошкодження кореневої системи рослин, навіть при русі з робочою швидкістю до 15 км/год. Це, своєю чергою, позитивно впливає на наступну урожайність.

Наявність плющильного пристрою у конструкції косарки дозволяє зберегти цінні поживні речовини у зеленій масі, прискорюючи процес сушіння і підвищуючи якість корму.

Конструкція різального вузла косарки, зокрема спеціальні тарілки роторів та вигнуті ножі забезпечує оперативне виведення скошеної маси із зони зрізу. Це не лише сприяє зниженню енергоспоживання, а й дозволяє працювати на підвищених швидкостях без втрати якості скошування.

Навісна дискова косарка Claas Disco 2750 (Німеччина) (рис. 4.4) широко використовується в країнах ЄС для заготівлі кормових культур. Claas Disco оснащена системою Active Float, яка дозволяє регулювати тиск косарки на ґрунт, що знижує пошкодження дернини та втрати кормової маси. Ширина захвату – 2,6 м. Робочі диски мають високий ресурс і забезпечують якісний зріз навіть на складних ділянках. У порівнянні з КП-2,4, ця машина більш технологічна, але має вищу вартість і потребує кваліфікованого обслуговування.



Рис. 4.4. Косарка Claas Disco 2750 (Німеччина).

Ще один представник сучасних дискових жаток Krone EasyCut 280 (Німеччина) (ри. 4.7). Машина має робочу ширину 2,8 м та гідропневматичну підвіску косаркового бруса, що забезпечує плавне копіювання рельєфу. Основна перевага – висока швидкість роботи та універсальність. Диски з двома ножами обертаються назустріч один одному, що сприяє акуратному і швидкому скошуванню навіть на перезволожених полях. У порівнянні з КПП-2,4, EasyCut має складнішу конструкцію, але значно вищу продуктивність .

Косарка-плющилка Pottinger Novacat 302 (Австрія) (рис. 4.5) використовується на фермах з високим рівнем механізації. Вона обладнана плющильним пристроєм з гумовими або сталевими вальцями, що інтенсивно розминають стебла скошених рослин.



Рис. 4.5. Косарка Pottinger Novacat 302 (Австрія)

Це дозволяє суттєво зменшити час на пров'ялення та забезпечити більш якісну силосну масу. В порівнянні з КПП-2,4 дана модель значно виграє за технічною досконалістю, однак має суттєво вищу ціну та енергоспоживання.

Аналізуючи характеристики як вітчизняних, так і зарубіжних зразків жаток, можна зробити кілька важливих висновків:

- Продуктивність: іноземні зразки переважно мають більшу ширину захвату і високу швидкість роботи, що дозволяє підвищити ефективність скошування.

- Якість роботи: сучасні зарубіжні моделі мають системи копіювання рельєфу та плющильні пристрої, які покращують якість корму.
- Простота обслуговування: вітчизняні моделі, зокрема КПП-2,4, мають просту конструкцію, що робить їх доступними для ремонту і ТО.
- Адаптованість до умов України: машини українського виробництва краще пристосовані до місцевих кліматичних і агротехнічних умов.

Жатка КПП-2,4, незважаючи на свою базову конструкцію, продовжує залишатися актуальним агрегатом для скошування кормових культур у фермерських господарствах завдяки своїй надійності, простоті обслуговування та доступності.

У подальшому при модернізації жатки КПП-2,4 доцільно враховувати напрацювання сучасних моделей, зокрема елементи дискових ріжучих систем, плющильні вальці, механізми копіювання рельєфу, а також ергономічні рішення щодо налаштування і обслуговування машини.

4.2. Опис конструкції жатки КПП-2,4 та пропозиції до вдосконалення.

Кормозбиральний комбайн КПП-2,4 (рис. 4.6) причіпного типу включає в себе дві основні складові частини: подрібнювальний блок і жатку, призначену для збирання високостеблових кормових культур, таких як кукурудза, соняшник та інші рослини висотою до 4 метрів [10-12].

Конструкція жатки охоплює раму, транспортер, шнековий механізм, ріжучий вузол, мотовило, контрпривід, активний подільник, ножовий барабан з редуктором, а також привідний механізм.

Рама виконує функцію основи та платформеної частини жатки, має бокові обмежувачі, на які кріпляться основні елементи. Спереду розміщено ріжучий апарат, що складається з пальцевого бруса зі знімною конструкцією, сталевих подвійних пальців, ножів, притискних пластин і фрикційних елементів.

На платформі закріплений ланцюгово-планчастий транспортер, що має ланцюги з кроком 38 мм і поперечні металеві планки з дерев'яними вставками. Шнек, який встановлено на амортизованих опорах, транспортує і централізує

масу для її подачі в живильну зону, регулюючи подачу залежно від товщини шару.

Мотовило жатки п'ятипланчасте, розташоване над ріжучим блоком. Для подрібнення кукурудзяних стебел передбачено ножовий барабан з протиріжучою пластиною, розташований над шнеком. Ширина захвату жатки складає 1,8 метра.

Причипний подрібнювальний блок включає основну раму, сам подрібнювач, силосопровід, механізм його повороту, сницю з карданною передачею, гідросистему, розподільну коробку, конічний редуктор, колеса, механізм вивішування, та інші допоміжні елементи. На передньому лонжероні розташовані кронштейни для навішування робочих органів.

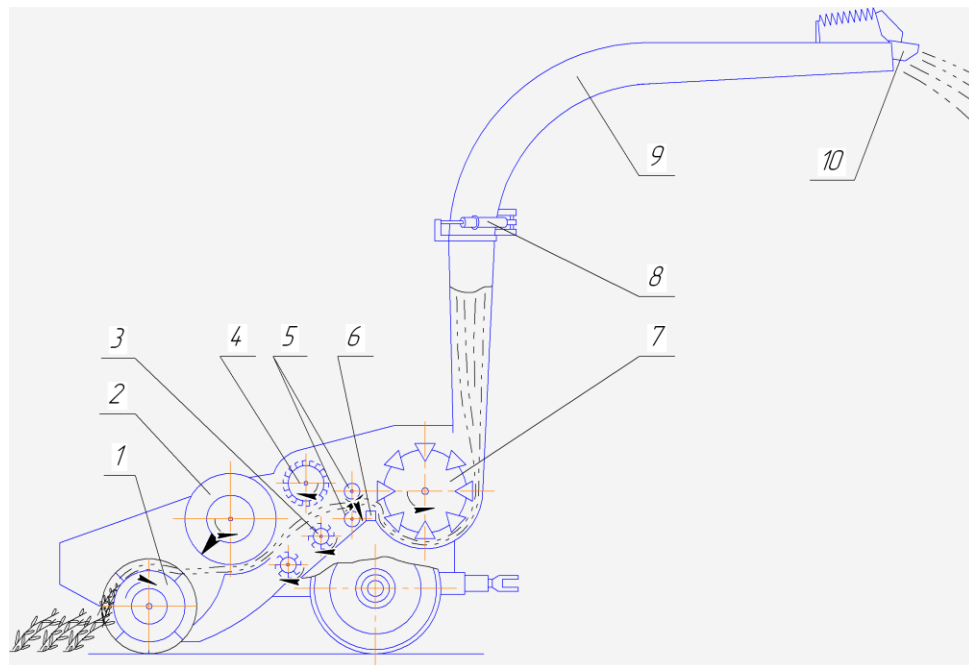


Рис. 4.6. Схема технологічного процесу жатки КПШ-2,4

- 1-Підбирач з барабаном; 2- Шнек; 3- Нижній вальцевий механізм;
4-Верхні вальці; 5- Гладкі вальці; 6- Контрріжучий брус; 7-
подрібнювальний барабан; 8 -Гідроциліндр повороту; 9- Силосопровід;
10- направляючий козирок.

На сниці розміщено вал передачі обертання, маслопроводи, домкрат і кріплення для силосопроводу. Механізм вивішування зменшує навантаження на копіювальні полозки, що важливо при роботі на нерівному полі.

Живильний апарат має п'ять рифлених вальців, що ущільнюють та подають масу до камери подрібнення, яка містить барабан, протиріжучу пластину, підбарабання, заточувальний вузол, чистик і відсік.

Гідравлічна система відповідає за: регулювання положення жатки та мотовила, керування реверсом, поворот силосопроводу, переведення агрегату з робочого в транспортне положення.

Силосопровід направляє подрібнений матеріал у транспортний засіб. Під час роботи жатка зрізає масу, яку мотовило кладе на платформу. Далі транспортер подає її до шнека, який спрямовує потік у живильну камеру. Після ущільнення між вальцями, маса надходить до подрібнювального барабана, який її роздрібнює та транспортує у кузов. Козирок дозволяє рівномірно розподілити масу у транспортному засобі.

Основні регулювання агрегату:

- Продуктивність – змінюється шляхом регулювання швидкості руху.
- Довжина подрібнення – залежить від швидкості подачі та кількості ножів.
- Висота зрізу – змінюється за допомогою копіювальних полозків.
- Положення мотовила – регулюється відповідно до висоти культури.
- Тиск на ґрунт – налаштовується через натяг пружин і підйом жатки вручну. Для підбирача він становить 160–320 Н, для жатки – 350–450 Н.

Органи управління подаються з кабіни трактора.

Важіль перемикачів дає змогу обрати режим подрібнення: «дрібно» або «довго».

Для безпечної експлуатації на дорогах комбайн обладнано світловідбивачами, які кріпляться як на жатці, так і на подрібнювачі.

Економічно-технічні характеристики комбайна КПІ-2,4 відповідають сучасним вимогам щодо ефективності, продуктивності та якості заготівлі кормів

Аналіз недоліків, виявлених під час експлуатації кормозбирального комбайна КПШ-2,4.

У процесі експлуатації кормозбирального комбайна КПШ-2,4 було зафіксовано низку конструктивно-технологічних недоліків, які знайшли відображення у відповідних протоколах:

1. Запобіжна муфта мотовила - мотовило втрачає здатність до обертання через заклинювання штока та наявність забруднень (загусениць).

2. Телескопічна секція карданного вала - труднощі при стикуванні карданної вилки з ВВП трактора, що зумовлено заклинюванням пружини фіксатора та наявністю загусениць.

3. Привід ножового апарата жатки - спостерігалось руйнування кришки шатуна коливального механізму та підшипника, а також виявлено неправильне (неперпендикулярне) зварювання пальця коливального пристрою до втулки.

4. Ланцюгова муфта барабана - зафіксовано передчасне зношення зубів через недостатньо якісну термічну обробку.

5. Транспорт жатки - вигинання планок поперечного перерізу, нестабільна подача кормової маси та її прослизання по поверхні.

6. Ножовий барабан - надмірне ускладнення технологічного процесу виготовлення і висока маса конструкції.

7. Конструкція подрібнювача та живильного вузла - надто ускладнена будова, що у процесі роботи викликає труднощі із забезпеченням стабільного і безперервного потоку маси, а також призводить до частого забивання.

8. Привід живильних вальців - відзначено високу металомісткість конструкції та значні витрати на виготовлення.

9. Коливальний механізм жатки - ненадійна робота через самовільне відкручування гайок.

4.2.1. Технічні пропозиції з удосконалення жатки

Після аналізу виявлених проблемних моментів у конструкції комбайна КПП-2,4, зокрема в частині ножового барабана, шнекового вузла та транспортера, у межах дипломного проєкту пропонуються наступні заходи модернізації:

1. Оптимізація конструкції ножового барабана-розробити барабан трубчастого типу з покращеним та надійним кріпленням ножів. Це дозволить зменшити масу вузла, покращити якість зрізу та знизити собівартість виробництва.

2. Раціоналізація втулок шнека - замінити складні ліву та праву маточини на цільні, коротші за довжиною. Така зміна конструкції дозволить скоротити витрати матеріалів, спростити виготовлення, підвищити експлуатаційну надійність та зменшити кількість деталей.

3. Модернізація транспортера жатки - передбачається впровадження нової конструкції поперечних планок із зубчастими елементами, виконаних із металу, що надійно фіксуються на ланцюгах. Крім того, пропонується змінити розташування планок відносно базового варіанту. Це сприятиме покращенню стабільності технологічного процесу, забезпечить рівномірну подачу маси та зменшить витрати на обслуговування і ремонт.

4.3. Технологічні розрахунки.

4.3.1. Визначення продуктивності комбайна КПП-2,1

Загальна продуктивність F_z (га/год) комбайну по площі визначаємо виходячи з ширини захвату B (м) жатки та коефіцієнта її використання η для даної ширини міжряддя [10-12].

Загальну продуктивність(га/год) комбайна КПП-2,4 по площі за годину роботи визначаємо за формулою:

$$F_{zag} = 0,1Bv_k \cdot \eta \cdot k \quad (4.1)$$

де B – загальна ширина захвату жатки КПП-2,4, м ;

Приймаємо $B=2,6$ м відповідно до технічної характеристики; [1]

v_k – швидкість руху комбайна КПП-2,4 км/год;

η - коефіцієнт використання жатки КПП-2,4 для відповідної ширини міжряддя. Оскільки в нашому випадку відбувається суцільний зріз, а не рядковий, то приймаємо $\eta=1$;

k – коефіцієнт використання загального робочого часу

$$k_{вук} = T / (T + T_0)$$

де (T – час, що витрачається на роботу в загоні);

T_0 – час, який витрачається на невиробничі операції (повороти комбайна, T_1 ; технологічні простой, T_2 , технічне обслуговування, T_3 , ремонт комбайна T_4 ; $T_0 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$)

У нашому випадку коефіцієнт k визначаємо із нормативних таблиць та приймаємо $k_{вук}=1,17$ [2]

$$F_{заг} = 0,1 \cdot 2,6 \cdot 8 \cdot 1,0 \cdot 7 = 1,6 \text{ га/год.}$$

Продуктивність (га/год) комбайна КПП-2,4 (безперервна робота комбайна по площі).

$$F_{пл} = 0,1 \cdot B \cdot v_k \cdot \eta \quad (4.2)$$

$$F_{пл} = 0,1 \cdot 2,6 \cdot 8 = 2,1 \text{ га/год.}$$

Продуктивність комбайна КПП-2,4 за кількістю рослинної маси за годину чистої роботи розраховуємо за формулою

$$G_q = 0,1 B v_k \eta Q \xi, \quad (4.3)$$

де Q – урожайність рослинної маси, т/га (прийmemo урожайність 35 т/га)

ξ - коефіцієнт, який враховує втрати врожаю

$$G_q = 0,1 \cdot 2,6 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 1 = 83,6 \text{ т/год.}$$

Продуктивність жатки за час роботи в загонці:

$$G_{заг} = 0,1 \cdot B \cdot v_k \cdot k \cdot \eta \cdot Q \cdot \xi \quad (4.4)$$

$$G_{заг} = 0,1 \cdot 2,6 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 1 = 61,8 \text{ т/год}$$

Розраховуємо секундну продуктивність жатки:

$$W = \frac{G_q}{3600} = \frac{61,8 \cdot 1000}{3600} = 16,9 \text{ кг/с}$$

4.3.2. Визначення пропускної спроможності горловини комбайну КПШ-2,4 та його параметрів.

Пропускна можливість горловини W_2 (т/год) комбайна КПШ-2,4 суттєво залежить від її живого перерізу (площі перерізу й швидкості v_n подачі зеленої маси живильними вальцями) [10-12]

$$W_2 = h \cdot b \cdot v_n \cdot \rho, \quad (4.5)$$

де h та b – висота й ширина горловини комбайну;

ρ - щільність зеленої спресованої маси живильними вальцями т/м³ (прийmemo $\rho=0,2$ т/м³);

Для роботоздатності комбайна КПШ-2,4 необхідно, щоб виконувалась умова:

$$G_4 < W_2$$

Інакше горловина комбайна буде забиватись.

Отже, розрахована ширина горловини в барабанних подрібнюючих апаратах відповідає довжині барабану: $h=l_6$

$$W_2 = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 2,2 \cdot 0,2 \cdot 1000 = 24 \text{ кг/с}$$

На основі отриманих результатів робимо висновок що умова $G_4 < W_2$ виконується $16,9 < 24$

4.3.3. Визначення основних параметрів шнека жатки.

До основних характеристик шнека належать його геометричні параметри - діаметр гвинта D та його крок P , між якими встановлено співвідношення $Kp = P/D = 1$ [10-12]. Також враховують діаметр привідного вала $d_в$.

До кінематичних показників відносять частоту обертання n і кутову швидкість ω , а до експлуатаційних показників - коефіцієнт продуктивності $Kп$ (диференційного типу) і коефіцієнт тертя μ , при збільшенні якого спостерігається спад продуктивності шнека. Як занадто великі, так і надто малі значення відношення Kp призводять до зниження ефективності подачі матеріалу.

Розрахунок діаметра гвинта здійснюють виходячи з необхідної масової продуктивності пристрою [10-12].

$$Q = K_n \cdot K_p \cdot \rho \cdot \omega \cdot D^3 / 8 \quad (4.6)$$

Звідки

$$D_{зб} = \sqrt[3]{Q / (450 K_{np} \cdot K_p \cdot \rho \cdot \omega)},$$

де Q – годинна продуктивність шнека жатки, т/год

K_{np} – коефіцієнт продуктивності шнека, приймаємо $K_{np} = 0,4$

K_p – відносний крок до діаметру шнека, приймаємо $K_p = 1$ так як

$$K = P/D = \frac{500}{500} = 1$$

ρ - густина зеленої скошеної маси, $\rho = 0,2$ т/м³

ω - кутова швидкість обертів шнека жатки рад/с, $\omega = 17,8$ рад/с

$$D_{зб} = \sqrt[3]{30 / (450 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 17,8)} = 0,45 \text{ м}$$

приймаємо діаметр гвинта $D = 0,45$ м

Уточнюємо розмір діаметра D відповідно до співвідношення

$$D^1 = \sqrt{D^2 + d_8^2}$$

$$D^1 = \sqrt{450^2 + 40^2} = 0,451 \text{ м.}$$

4.4. Кінематичний розрахунок.

4.4.1. Кінематичні розрахунки контрпривода шнеку.

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи комбайна й його основних механізмів необхідно визначити частоту обертання валів контрприводу, що передають рух до шнека та мотовила.

У зв'язку з модернізацією конструкції жатки, де замість конічного редуктора було встановлено коливач, а також змінено вал контрприводу, слід обчислити нову частоту обертання цього вала.

Оскільки передаточне число конічного редуктора в конструкції подрібнювача становить одиницю, то швидкість обертання на його вихідному валу дорівнює $n = 1010$ об/хв [14-15].

Наступним етапом є розрахунок частоти обертання на вхідному валу циліндричного редуктора, що бере участь у передаванні обертового моменту.

Оскільки

$$U_{\text{лоп}} = \frac{Z_2}{Z_1}, \text{ а } n_{\text{вв}} = n_{\text{вом}} \cdot U_{\text{лоп}}$$

Тоді $\frac{n_{\text{гом}}}{n_{\text{гг}}} = \frac{Z_2}{Z_1}$, звідси отримуємо

$$n_{\text{вх.в}} = \frac{n_{\text{гом}} \cdot Z_1}{Z_2} \quad n_{\text{вх.в}} = \frac{1010 \cdot 16}{23} = 706 \text{ хв}^{-1}.$$

Розраховуємо передаточне відношення циліндричного редуктора для визначення частоти обертання на вихідному валу редуктора.

$$U_{\text{цил.р.}} = \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot Z_2}$$

$$U_{\text{цил.р.}} = \frac{Z_3}{Z_1}$$

Відношення частоти обертання буде наступне:

$$\frac{n_{\text{ш}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{Z_3}{Z_1}$$

$$n_{\text{вих}} = \frac{n_{\text{гг}} \cdot Z_1}{Z_3},$$

$$n_{\text{вих}} = \frac{706 \cdot 23}{43} = 374 \text{ хв}^{-1}.$$

Розраховуємо частоту обертання на валу контр приводу жатки:

$$\frac{n_{\text{вих}}}{n_{\text{кон}}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Розраховуємо частоту обертання вала мотовила жатки:

$$\frac{n_{\text{мн}}}{n_{\text{м}}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$n_{\text{мот}} = \frac{n_{\text{мн}} \cdot Z_1}{Z_2} \quad n_{\text{мот}} = \frac{170 \cdot 9}{25} = 62 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо кутову швидкість вала шнека:

$$\omega_{\text{шн}} = \frac{\pi n_{\text{ш}}}{30} \quad \omega_{\text{шн}} = \frac{3,14 \cdot 170}{30} = 18,2 \text{ рад/с}$$

Отримуємо кутову швидкість вала мотовила:

$$\omega_{\text{мот}} = \frac{\pi n_{\text{м}}}{30} \quad \omega_{\text{мот}} = \frac{61 \cdot 3,14}{30} = 6,4 \text{ рад/с}$$

4.5. Силовий аналіз механізмів жатки КП-2,4.

4.5.1. Розрахунок клинопасової передачі.

Для розрахунку вибираємо пасову передачу приводу коливача.

Визначаємо крутний момент на валу контрпривода

$$T_{кр} = 9550 \frac{N_1}{n_1} \quad (4.7)$$

де N_1 – загальна потужність на валу контрпривода

$$N_1 = 13,6 \text{ кВт}$$

n_1 – частота обертів вала контрпривода

$$T_1 = 9550 \frac{13,6}{404} = 324 \text{ Н·м}$$

При такому крутному моменті [14-15] приймаємо переріз клинового пасу “В” із розмірами $b_p=19,0$ мм, $h=14$ мм, $b_0=24$ мм, $y_0=4,6$ мм, $F_1=2,2$ см

Розраховуємо діаметр ведучого шківa передачі:

$$d_1 = 56 \sqrt[3]{T_1} \quad d_1 = 58 \sqrt[3]{328} \approx 397 \text{ мм}$$

Відповідно до ГОСТ 383-73 приймаємо діаметр ведучого шківa

$$d_1 = 400 \text{ мм}$$

Розраховуємо діаметр веденого шківa

$$d_2 = d_1 \cdot U_{mn}$$

де U_{mn} - величина передаточного відношення пасової передачі $U_{mn} = 0,55$

$$d_2 = 400 \cdot 0,55 = 220 \text{ мм}$$

Відповідно до ГОСТ 383-73 приймемо

$$d_2 = 220 \text{ мм}$$

Фактичне передаточне відношення:

$$U_{\text{факт}} = \frac{220}{400 \cdot (1 - 0,02)} = 0,54$$

$$\Delta = \frac{(0,51 - 0,5) \cdot 0,51}{2} \cdot 100 = 1,8 \%$$

Величина є менше допустимого 5%

Швидкість клинового пасу:

$$v = \frac{\pi d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (4.8)$$

де d_1 – діаметр ведучого шківу

$$v = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 402}{60 \cdot 1000} = 8,4 \text{ м/с}$$

Частота обертів веденого вала:

$$n_2 = \frac{d_1 \cdot n_1 (1 - \varepsilon)}{d_2} \quad (4.9)$$

$$n_2 = \frac{400 \cdot 402 (1 - 0,02)}{200} = 794 \text{ хв}^{-1}$$

Розраховуємо міжосьову відстань:

$$a = 0,94 \cdot d_1$$

$$a = 0,95 \cdot 400 = 382 \text{ мм}$$

Визначаємо довжину пасу:

$$L = \pi a + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \quad (4.10)$$

де a – величина міжосьової відстані

$$L = 2 \cdot 382 + \frac{3,14}{2} (400 + 200) + \frac{(200 - 400)^2}{4 \cdot 380} = 1726 \text{ мм}$$

Згідно зі стандартною довжиною L уточнюємо міжосьову відстань

Стандартна довжина паса рівна – 1800 мм, отже:

$$a = \frac{2L - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[2L - \pi(d_1 + d_2)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8},$$

$$a = \frac{2 \cdot 1726 - 3,14(400 + 220) + \sqrt{[2 \cdot 1726 - 3,14(400 + 220)]^2 - 8(200 - 400)^2}}{8} =$$
$$= \frac{1516 + \sqrt{2298256 - 320000}}{8} = 368 \text{ мм}$$

Величина мінімальної міжосьової відстані для зручності монтажу і зняття ременів:

$$a_{min} = a - 0,01L \quad a_{min} = 365 - 0,01 \cdot 365 = 362 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальну міжосьову відстань для створення натягу й підтягування ременя при розтягу:

$$a_{\max} = a + 0,02L = 365 + 0,025 \cdot 1706 = 408 \text{ мм}$$

Розраховуємо кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_1 = 180 - 60 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}; \quad (4.11)$$

$$\alpha_1 = 180 - 60 \cdot \frac{220 - 400}{365} = 147^\circ [\alpha_1] = 112$$

Визначаємо силу початкового натягу пасу:

$$S_{01} = \frac{780V}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot 2} + qv^2 \quad (4.12)$$

$$S_{01} = \frac{780 \cdot 13,9}{8,5 \cdot 0,79 \cdot 1 \cdot 1} + 0,3 \cdot 8,5^2 = 1614 + 21 = 1636 \text{ Н}$$

Зусилля, яке діє на вали клинопасової передачі:

$$Q \approx 2S_{01} \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}; \quad (4.13)$$

$$Q \approx 2 \cdot 1636 \cdot 1 \cdot \sin \frac{147}{2} = 3134 \text{ Н}$$

Максимальне зусилля, яке діє при навантаженні:

$$Q_{\max} = Q \cdot 1,5$$

$$Q_{\max} = 3134 \cdot 1,5 = 4702 \text{ Н.}$$

Висновки по розділу:

1. Виконаний огляд жаток на основі якого визначено переваги і недоліки їх роботи, а також основні напрямки удосконалення .
2. На основі запропонованої модернізації та агротехнічних вимог до кормозбирального агрегату КП-2,4 визначено його робочу продуктивність, пропускну здатність, а також ключові параметри удосконаленого робочого вузла і рівня якості подрібнення зеленої маси.
3. Виконано розрахунки кінематичних характеристик та силових навантажень контрприводу шнека , проведено відповідні енергетичні й силові обґрунтування, а також аналіз міцності елементів конструкції.

Проведені інженерні розрахунки підтверджують, що впроваджені технічні зміни забезпечують суттєве покращення якісних параметрів функціонування вузлів різання та подрібнення кормової сировини.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів під час експлуатації модернізованої трав'яної жатки КПШ-2,4

У процесі експлуатації силосозбирального агрегату КПШ-2,4 можуть виникати різноманітні фактори, що становлять загрозу для здоров'я та життя працівників [16-17]. Серед основних можна виокремити:

- Небезпека від рухомих частин механізму, зокрема: пересування самої машини, її повороти, транспортування та приведення до робочого/транспортного положення;
- Обертальні елементи, на прикладі ріжучого механізму, привід до нього, а також мотовило;
- Шумове навантаження підвищеного рівня, яке створюється двигуном та ріжучим апаратом;
- Вібраційне навантаження, що виникає під час функціонування двигуна і ріжучих елементів;
- Запилення повітря робочої зони через подрібнення зеленої маси;
- Вплив паливно-мастильних матеріалів, таких як мастило М-10Г2К;
- Підвищене розташування робочого місця механізатора, що створює ризик падіння;
- Коливання мікроклімату залежно від погоди (температура, вологість, швидкість повітря);
- Контакт із розігрітими частинами (двигун, елементи системи охолодження);
- Недостатнє природне освітлення, особливо в ранкові та вечірні години;
- Пожежонебезпека, що може виникнути через витік ПММ, перегрів деталей або коротке замикання електропроводки;
- Електричні ризики, особливо при русі агрегату під ЛЕП або накопиченні статичної електрики.

5.2. Заходи з покращення умов праці та усунення виробничих небезпек

5.2.1. Покращення санітарно-гігієнічних умов експлуатації агрегату

Рівень шуму в кабіні становить близько 75 дБ на частоті 1000 Гц, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.003 і ГОСТ 12.2.009. Для зниження шуму та вібрацій передбачено [16-17]:

- застосування ефективного глушника на вихлопній трубі;
- обладнання сидіння оператора амортизатором;
- шумоізоляція внутрішньої частини кабіни спеціальними пористими матеріалами;
- підлога устелена вібропоглинаючими килимками, які також забезпечують електроізоляцію;
- використання густих мастил для зменшення ударного навантаження в точках контакту деталей.

Мікроклімат кабіни контролюється: температура – в межах 13–22 °С, вологість – 40–60 %, рух повітря–0,2–0,5 м/с, теплове випромінювання – до 174 Вт/м². Встановлення кондиціонера забезпечує відповідність ГОСТ 12.1.005.

Освітлення в кабіні реалізоване за допомогою плафона для загального світла та окремих ламп для індикації приладів.

5.2.2. Організація безпечної роботи з жаткою КПП-2,4

Внаслідок впливу небезпечних факторів при роботі можуть траплятися інциденти, серед яких [16-17]:

- термічні ураження при ремонті системи охолодження;
- займання агрегату;
- ураження струмом під лініями електропередач;
- перевертання машини на схилах;
- травмування через дотик до гострих чи рухомих деталей.

Щоб уникнути вищезазначених ситуацій, передбачено такі заходи:

- Огородження небезпечних зон, відповідно до ГОСТ 12.2.042 – зручні у знятті, фіксації, оснащені пружинними заклепками;
- Заземлення агрегату для уникнення накопичення статичного заряду – місце кріплення позначено згідно з ГОСТ 12.2.026;
- Герметична металева кабіна забезпечує комфортні умови роботи, незалежно від клімату;
- Зручне розташування органів керування, що дозволяє запуск та управління без виходу з кабіни;
- Аварійне гальмування – за допомогою бортових гальм, що активуються лише в критичних ситуаціях;
- Регульоване сидіння під вагу тракториста в межах 60–120 кг, із ресорною амортизацією;
- Гідравлічна система, яка працює плавно і без шуму;
- Блокування запуску при включеній передачі – електроланцюг пускового пристрою відключається автоматично;
- Світлотехніка: фари, габарити, поворотні сигнали, освітлення кабіни, стоп-сигнали, ліхтар для номерного знаку.

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виконаний аналіз виробництва молока та розроблені пропозиції з вдосконалення механізації технологічних процесів на комплексі. Розраховані структура стада, цехи та секції, розроблена технологічна схема потоково-цехової організації праці з виробництва молока.

2. Визначена необхідна потреба машин і обладнання для комплексної механізації технологічних процесів та розроблена технологічна карта виробництва молока, що забезпечує зменшення затрат ручної праці і підвищує продуктивність надоїв.

3. У вдосконаленій технології відгодівлі ми пропонуємо змінити систему годівлі грубих кормів. А саме, відмовитись від використання свіжих зелених кормів на користь використання силосу та сінажу круглий рік.

Для завантаження кормороздавача силосом запропоновано ківш із фрезою для силосу - А.ТОМ 2,0 м³, для дозування, змішування і роздавання грубого корму мобільний змішувач-кормороздавач Solomix 1 ZK.

4. В конструкції ножового барабана жатки КПП-2,4 запропоновано розробити барабан трубчастого типу з покращеним та надійним кріпленням ножів. Це дозволить зменшити масу вузла, покращити якість зрізу та знизити собівартість виробництва. А також замінити ліву та праву маточини на цільні, коротші за довжиною. Така зміна конструкції дозволить скоротити витрати матеріалів, спростити виготовлення, підвищити експлуатаційну надійність та зменшити кількість деталей.

5. На основі запропонованого вдосконалення трав'яної жатки КПП-2,4, проведені технологічні, кінематичні і енергетичні розрахунки, а також обґрунтовані геометричні і конструктивні параметри різального барабана.

6. В розділі «Охорона праці» запропоновані заходи для забезпечення безпечних умов праці з жаткою КПП-2,4, а також заходи по зменшенню впливу шкідливих факторів на працівників ферми.

Список використаної літератури

1. Машини та обладнання для тваринництва : Підручник / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.С. Хмельовський та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 567 с.
2. Технологія виробництва продукції тваринництва : підруч. / О.Т. Бусенко, В.Є. Скопик, М.І. Маценко та ін.; за ред. О.Т. Бусенка. Київ : Агроосвіта, 2013. 492 с.
3. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / Б.П. Шабельник, М.М. Троянов, І.Г. Бойко та ін.; За ред. І.Г. Бойка. Харків: ХДТУСГ, 2002. 216 с.
4. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М (авт. Науменко О.А., Бойко І.Г., Гріласов В.І., Дзюба А.І. та інші) Харків ХНТУСГ, 2009. – 429 с.
5. Проектування технологічних процесів у тваринництві: Підручник. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 292 с.
6. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / І. І. Ібатуллін, М. І. Башенко, О.М. Жуکورський та ін. ; НААН України, Ін-т тваринництва НААН, М-во аграрної політики України ; ред. І.І. Ібатуллін, О.М. Жуکورський. Київ : Аграрна наука, 2016. 300 с.
7. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
8. Зайка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 2 (Ч. 1). Машини для заготівлі кормів. Харків : Око, 2003. 360 с.
9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Сучасні сільськогосподарські машини та знаряддя» для студентів напрямків: 6.050503 «Машинобудування»; 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / Укл.: С.І. Шмат, В.А. Дейкун, О.В. Нестеренко. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – 78с.
10. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. // Суми. Університетська книга – 2008. – 450 С.

11. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
12. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
13. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / [уклад. : В. М. Сало, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, О. М. Васильковський] ; М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 58 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9197>.
14. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студ. машинобуд. спец. усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.
15. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
16. Войналович О.В., Білько Т.О., Марчишина Є.І. Охорона праці у сільському господарстві : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 424 с.
17. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

ДОДАТКИ