

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний
Кафедра «Механізації тваринництва»

Допущено до захисту:

Завідувача кафедри,

доцент, к.т.н.,

Хмельовський В.С.

“ ” 2026 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему **Проект механізації молочно-товарної ферми з
удосконаленням технологічного процесу змішування преміксів**

освітня ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Керівник дипломного проєкту бакалавр

доцент, к.т.н.

Ачкевич О.М.

Виконав:

Туранський П.С.

КИЇВ - 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет механіко-технологічний

Кафедра «Механізації тваринництва»

Затверджую

Завідувач кафедри МТ

_____. Хмельовський В.С.
“ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Туранському Петру Сергійовичу

Спеціальність 208«Агроінженерія»:

Тема проєкту _____ Проєкт механізації молочно-товарної ферми з удосконаленням
технологічного процесу змішування преміксів

Затверджена наказом ректора НУБіП України від
« 16 » лютого _____ 20 26 року № 510 «С» № п/п 9

Термін подання завершеного
проєкту на кафедру _____ 28.05.2026р.

Вихідні дані до проєкту _____ Характеристика господарства, нормативні
документи, державні стандарти, довідникова література

Перелік питань які потрібно розробити

Вступ

1. Аналіз виробничої характеристики господарства

2. Технологічна частина

3. Розробка змішувача

4. Охорона праці та довкілля

5. Економічна частина

Перелік графічного матеріалу

Схема обладнання

Класифікація агрегатів

Загальний вигляд

Деталювання

Охорона праці

Економічна ефективність

Дата видачі завдання _____ 16.02.2026р.

Керівники дипломного проєкту бакалавр _____ О. Ачкевич

Завдання прийняв до виконання _____ П. Туранський

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 86 сторінок, в тому числі 8 ілюстрацій, 26 таблиць, 30 літературних джерел.

У дипломному проекті зроблено розрахунок, який дозволяє підібрати обладнання для здійснення механізації деяких виробничих процесів даної молочно-товарної ферми господарства. Це дозволяє покращити роботу, зробити її більш якісною.

Підібране технологічне обладнання, розрахунок основних показників дозволяють покращити механізацію молочної ферми, здійснити комплексну механізацію.

Можуть бути використані заходи, розроблені в проекті, для пожежної безпеки та охорони праці.

Окупність запропонованого проекту становить 0,14 років.

Рекомендовано результати проекту впровадити в ТОВ Агрофірми «Колос» Білоцерківського району Київської області.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ Агрофірми «Колос».....	7
1.1. Загальні відомості про господарство.....	7
1.2. Ґрунтово-природні умови.....	7
1.3. Ґрунтово-кліматичні умови.....	8
1.4. Спеціалізація господарства.....	10
1.5. Основні показники виробничої діяльності ТОВ «Колос».....	11
1.6. Аналіз стану тваринництва і механізації виробничих процесів у тваринництві.....	14
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	19
2.1. Вимоги до ділянки і визначення розміру території ферми.....	19
2.2. Механізація приготування кормів.....	20
2.2.1. Розрахунок кількості кормів.....	20
2.2.2. Технології обробки кормів.....	24
2.3. Механізація робіт по роздачі кормів.....	25
2.3.1. Роботи по вантаженню-розвантаженню	25
2.3.2. Механізація роздачі кормів.....	27
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІШУВАЧА-ДОЗАТОРА ПРЕМІКСІВ.....	30
3.1. Необхідність дозування та змішування кормів.....	30
3.2. Аналіз конструкцій змішувачів преміксів та комбікормів.....	30
3.3. Опис пропонованого змішувача-дозатора вібраційної дії.....	35
3.4. Визначення основних параметрів змішувача.....	36
3.4.1. Розрахунки ємності змішувача.....	36
3.4.2. Визначення в камері змішування сили ваги матеріалу	37
3.4.3. Розрахунок динамічних навантажень на шатун.....	39
3.4.4. Розрахунок шатуна.....	38
3.4.5. Клинопасова передача.....	48
3.4.6. Розрахунок вала змішувача.....	52
3.4.7. Розрахунок підшипників.....	57

3.4.8. Розрахунок шпонки.....	59
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	61
4.1. Аналіз стану безпеки праці та проведення робіт, спрямованих на захист робітників від нещасних ситуацій у ТОВ АФ «Колос».....	61
4.2. Організація протипожежної безпеки.....	69
4.3. Заходи електробезпеки.....	69
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОБГРУНТОВАНІСТЬ ПРОЄКТУ.....	71
5.1. Розрахунок капіталовкладень.....	71
5.2. Розрахунок економічної ефективності.....	75
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82

ВСТУП

Основне завдання сільського господарства – забезпечити країну продуктами харчування, постачати сировину для промисловості. А також велике значення має створення ринку сільсько-господарської продукції для експорту та залучення інвестицій.

Рослинництво та тваринництво, як основні галузі, потребують впровадження нових наукових розробок, технологій для забезпечення ефективності виробництва.

Виробництво продукції скотарства в Україні на 2025 рік відновлюється після падіння через воєнні дії. Зменшувалось виробництво м'яса ВРХ, бо поголів'я скорочувалось. Але 2025 р. намітилось зростання виробництва продукції тваринництва. Основна діяльність зосереджена на молочному скотарстві та розведенні великої рогатої худоби.

Незважаючи на зменшення поголів'я корів, виробництво молока на рівні 2024 року залишається.

Механізація, впровадження наукових розробок на агротоварні ферми сприятиме збільшенню виробництва м'яса та молока.

В цьому і полягає задача нашого проєкту.

РОЗДІЛ 1
ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ
«КОЛОС»

Виробнича характеристика ТОВ Агрофірми «Колос» Київської області
Білоцерківського району, села Пустоварівка, пл. Перемоги, буд. 18^а.

1.1. Загальні відомості про господарство

В таблиці 1.1 наведено відомості про розташування ТОВ Агрофірми «Колос».

Таблиця 1.1. Розташування ТОВ агрофірми «Колос»

Місто	Віддаленість	Значення
Київ	121 км	Столиця
Тетіїв	56,7 км	Райцентр
Біла Церква	37,4 км	<u>Районний</u>
Тараща	78,8 км	Район. центр
Узин	65 км	Район. Центр
Фастів	58,3 км	Залізн. станція
Сквира	18,9 км	Райцентр

З даних табл. 1.1 бачимо, що господарство має можливість реалізувати свою продукцію, співпраця налагоджена, також і завдяки тому, що здійснює агрофірма постійно ремонт доріг.

1.2. Ґрунтово-природні умови

Білоцерківський район розташований у межах Правобережного Лісостепу України. Переважають родючі чорноземи, зокрема глибокі

малогумусні чорноземи, що є типовим для лісостепової зони. Цей район характеризується рівнинним рельєфом, високою родючістю ґрунтів. Це створює прекрасні умови для сільського господарства. Також зустрічаються суглинки та піщані відкладення. Чорноземи типові – малогумусні та середньогумусні. Вони займають найбільшу площу, мають високий вміст гумусу, високу продуктивність. Чорноземи опідзолені зустрічаються у перехідних зонах, мають дещо менший вміст гумусу, порівняно з типовими чорноземами. Іноді зустрічаються сірі лісові ґрунти поблизу лісових масивів.

Найбільшим пріоритетом фірми є збереження і відновлення родючості ґрунтів.

Вміст гумусу у верхньому родючому шарі – 2,1-3,8%. На орних площах переважають кислі ґрунти. Приріст гумусу з 3,15-4,22. Отже, в господарстві найбільш ґрунтів, що сприяють розвитку високих врожаїв?

1.3. Ґрунтово-кліматичні умови

Господарство розміщено в лісостеповій зоні. Клімат помірно-континентальний, м'який, з достатньою кількістю вологи. Переважають вітри західних і південно-західних напрямків. Середня багаторічна температура повітря становить у січні – -6°C , у липні – $+19,5^{\circ}\text{C}$. Середня річна кількість опадів – 500-600 мм. Коефіцієнт зволоження – 1,3. Природно-кліматичні умови сприятливі для життя людини і господарської діяльності. Водночас, протягом останніх десятиріч спостерігаються суттєві зміни клімату, постійний ріст середньорічної температури. Зміна температур супроводжується тенденцією зменшення середньої річної кількості опадів.

Переважають вітри західних і південно-західних напрямків. Середня багаторічна температура повітря становить у січні – -6°C , у липні – $+19,5^{\circ}\text{C}$. Середня річна кількість опадів – 500-600 мм. Коефіцієнт зволоження – 1,3. Природно-кліматичні умови сприятливі для життя людини і господарської діяльності. Водночас, протягом останніх десятиріч спостерігаються суттєві

зміни клімату, постійний ріст середньорічної температури. Зміна температур супроводжується тенденцією зменшення середньої річної кількості опадів.

Період без морозів триває приблизно 197 днів, але в окремі роки, як-от 2023, він може значно перевищувати це значення досягаючи 232 днів.

Тривалість вегетаційного періоду 198-204 дні. Сума активних температур поступово збільшується. Уже третій рік поспіль не фіксують кліматичної зими, коли середньодобова температура повітря стабільно опускається нижче 0° С. (2022 р, 2023, 2024 р. середня температура повітря вища за 0° С). Сьогодні для зим характерні коливання від +5 ° С до -5 ° С.

Сніг захищає рослини від морозу, тварини, птахи використовують його як сховок. Дефіцит снігу впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Він є важливим джерелом вологи в ґрунті.

Характеристику землі в ТОВ «Колос» Білоцерківського району Київської області представимо в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Розмір і структура земельних угідь господарства ТОВ «Колос»

Площа господарства – 3476 га		
Оренда – 3405га	га	%
Разом – 6881 га		
Загальна земельна площа	6881	100
в тому числі с.-г. угідь	4000	58,13
із них ріллі	3800	55,22
в тому числі посіви	3000	43,6
Пари	200	2,9
Сінокоси	500	7,23
Пасовища	300	4,36
Багаторічні насадження	1500	—
Ліси	450	6,54
Ставки, водосховища	484	7,03
Господарські двори	137	1,99
Дослідницькі ділянки	150	2,18
Інші угіддя	1560	22,67

Рілля в % до сільськогосподарських угідь	—	95
Посівів в % до ріллі	—	78,95
Пари в % до ріллі	—	5,26

З табл. 1.2 бачимо, що на першому місці рілля – 55% до всієї площі господарства. Щодо с.-г. угідь, то займає 95%. Велику площу займають посіви – 3000 га.

1.4. Спеціалізація господарства

Дані щодо спеціалізації господарства ТОВ «Колос» представлені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. Спеціалізація господарства ТОВ «Колос»

Вид продукції	Виручка					
	2020	%	2021	%	2022	%
Рослинництво, всього, млн. грн.	171,92	70	285,04	69	315	71
Зернові і зернобобові культури	170	69,2	280	68,76	305	67,78
Інша продукція рослинництва	1,92	0,78	5,04	1,2	10	2,2
Тваринництво, всього	75,7	30	122,16	31	135	29
ВРХ	15	6,1	20	4,9	12	2,67
Вівці	0,8	0,3	1,8	0,44	1,9	0,4
Коні	0,6	0,2	3,4	0,8	3,6	0,8
Перепілки	0,4	0,16	4,3	1,1	5,3	1,18
Виробництво яєць	1	0,4	5,6	1,4	8,4	1,87
Виробництво молока	55	22,4	75	18,4	90	20
Мед	2,4	0,98	6	1,5	8,5	1,89

Інша продукція	0,5	0,2	6,06	1,5	5,3	1,18
Всього по господарству	245,6	100	407,2	100	450	1000

З таблиці 1.3 робимо висновок, що озима пшениця – основна культура господарства. Виробнича врожайність – 7,0 – 9,5 т/га, а за сприятливих умов деякі сорти – 10 т/га. Середня врожайність зерна – 9,0-11 т/га (при середній по Україні ~ 6,7 т/га).

Силос вирощується на корм – до 40,0 – 60,0 т/га зеленої маси.

Соняшник – 3,5 – 4,2 т/га, соя стабільно дає 3,0-3,8 т/га, озимий ріпак – 3,5-4,5 т/га.

Таку високу врожайність забезпечують такі фактори:

– власна біолабораторія, що виготовляє біопрепарати для захисту рослин, відновлення ґрунту.

– сівоzmіна 10 пільна, застосування сидератів.

– точне землеробство: застосування добрив, спостереження за вологістю ґрунтів.

Підприємство є науково-практичним центром.

1.5. Основні показники виробничої діяльності ТОВ «Колос»

Для оцінки господарської діяльності ТОВ «Колос» наведемо в таблиці 1.4 основні економічні показники.

Таблиця 1.4. Стан руху основних засобів (О. З.) виробництва ТОВ «Колос»

Показники	2020р.	2021р.	2022р.	2022 р. до 2020р. (ріст, %)
Вартість О. З., тис. грн.	148200	162450	175300	18,3
Коефіцієнт оновлення, %	12,5	13	11,7	0,8
Коефіцієнт зносу	0,28	0,3	0,32	4

Коефіцієнт придатності, %	0,72	0,7	0,68	4
Автоматизація, млн. грн./особу	771	732,5	947,6	23
Окупність	За 3 – 3,5 років			

З таблиці 1.4 робимо висновки.

Агрофірма «Колос» відома своїм інноваційним підходом до оновлення фондів.

Так у тваринництві впровадження доїльних залів прохідного типу дозволило збільшити продуктивність стада до 9000-10000 кг молока на корову в рік.

А наявність власного насіннєвого заводу потужністю понад 10 т/год значно підвищує показники забезпеченості. Парк техніки включає понад 30 одиниць сучасних тракторів та комбайнів, що збільшує вартість техніки на одного працівника.

Ріст рентабельності реалізації дозволив активно інвестувати в модернізацію молочних ферм. Підприємство підтримує стратегію інтенсивного оновлення. Навіть в умовах 2022 року агрофірма була лідером.

Отже, господарство переходить на капіталомістку модель розвитку, де висока вартість фондів компенсує потребу у великій кількості робочої сили та підвищує продуктивність праці. Незважаючи на знос, рівень придатності фондів (68%) значно вищий за середній по Україні (50-60%).

В табл. 1.5 наведені показники забезпечення основними виробничими фондами ТОВ «Колос».

Таблиця 1.5. Показники забезпечення основними фондами ТОВ «Колос»

Найменування	2020р.	2021р.	2022р.	2022 р. до 2020р., %
Фондозабезпеченість, грн.	153221	161200	175300	114,4

Фондоозброєність, грн/особу	771,9	864,5	947,6	122,7
Фондовіддача на 1 грн.	1,8	2,2	1,96	108,9
Фондомісткість, грн.	0,53	0,51	0,51	96,2

Висновки до таблиці 1.5

У період 2020 – 2022 рр. показник фондовіддачі коливався в межах 1,8 – 2,2 гривні (виручка на 1 грн. вартості основних засобів). Це свідчить про високу ефективність, оскільки підприємство виробляє продукцію з високою доданою вартістю (насіння та елітне тваринництво).

За три роки фондоозброєність зросла на 22,7%. Це означає, що на кожного працівника тепер припадає майже на 175 тис. грн. більше сучасної техніки, ніж у 2020 році.

Показник фондомісткості має тенденцію до зниження, що є дуже позитивним сигналом. Це означає, що для отримання 1 грн. виручки підприємству треба залучити лише 51 копійку вартості основних засобів.

Важливе значення мають основні економічні показники ТОВ «Колос», представлені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6. Основні економічні показники виробництва ТОВ «Колос »

Показники	2020 р	2021 р	2022 р	2022 р. до 2020, р., %
Кількість працівників	295	192	188	63,7
Собівартість реалізації (млн. грн.)	172,4	233,6	432,8	251
Чистий прибуток (млн. грн.)	59,3	150,1	200	337,2
Рентабельність основних засобів	28,7	31,6	35,4	6,7
Виручка від реалізації (млн. грн.)	245,6	407,2	450	183,2

Залишкова вартість основних засобів (тис. грн.)	~245000	~286000	~310000	126,5
Продуктивність праці, тис. грн. на 1 працівника	1,46 млн грн	1,677	1,85 млн грн	127
Фінансовий результат після витрат (тис. грн.)	6220	18833	23619	379,7
Вартість валової продукції (млн. грн.)	111,14	161,28	178,4	160,5
Вартість основних фондів (млн. грн.)	220 млн грн	356 млн грн	340 млн грн	154,5

Висновок до таблиці 1.6

Спостерігаємо стрімке зростання продуктивності. Виробіток на одного працівника за три роки зріс на 27% (з 1,46 млн грн. до 1,85 млн грн). Це свідчить про те, що кожен працівник став приносити фірмі значно більше доходу. Продуктивність праці (+27%) зростає швидше, ніж фондоозброєність (+22,7%). Це ідеальна економічна ситуація. Це свідчить, що нова техніка використовується максимально ефективно. Підприємство фактично повністю оновлює свій парк техніки кожні 8-10 років.

Рентабельність (35,4%) – це високий показник. Кожна гривня, вкладена в основні фонди фірми «Колос» приносить ~35 копійок чистого прибутку щорічно. При такій рентабельності інвестиції в техніку та обладнання повністю окупаються (3 – 3,5 роки).

1.6. Аналіз стану тваринництва і механізації виробничих процесів у тваринництві

Агрофірма славиться тим, що не тільки займається переробкою продукції та продажем її. Але й науковою діяльністю. Агрофірма була створена ще у 2000 році. Як зазначає керівник господарства – Леонід Центило, надій молока

тоді становив десь 3 тисячі літрів на корову за рік. А зараз фірма має 600 дійних корів. Корови доять у молокопровод DeLaval. Середній добовий надій на фуражну корову – 22 кг на добу, а дійну – 28 кг на добу.

На фермі працює головний зоотехнік, є ветлікар, зоотехнік – селекціонер. Переважно розводять чорно-рябу, це українська молочна порода. Її удосконалюють і не завозять інших порід. Є зараз такі корови, що дають 16 тис молока за період лактації. Середній надій – 8 тис. літрів на рік. Молоко високої якості, жирність 3,8%, а вміст білку десь 3,4%.

Для збільшення прибутковості на фермі запроваджуються високі технології, планується будівництво роботизованої, європейської ферми.

Але для цього треба вдвічі збільшити кількість дійних корів. Особливо ретельно ставляться до кормів, науковці аналізують та працюють над підбором найкращих, найефективніших кормів.

Загальна структура поголів'я великої рогатої худоби ТОВ «Колос» зображена в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7. Структура поголів'я ТОВ «Колос»

Групи тварин	Кількість, гол.	Перспектива розвитку, гол
ВРХ	1500	
В т.ч. корів	600	700
Нетелі	110	200
Молодняк	210	260
Коней	75	
Овець	545	

На фермі застосовується безприв'язний метод, прив'язується лише дійне стадо. Це дає можливість постійно спостерігати за станом корів, вчасно лікувати. Немає проблем з теличками. Коли стає коровою, швидко адаптується до нових умов. В перспективі планується збільшення стада до 700 голів.

Розпорядок дня на фермі для утримання великої рогатої худоби приведений у табл. 1.8.

Таблиця 1.8. Розпорядок робочого дня

№	Операція	Початок	Закінчення	Тривалість
1.	Очищення годівниць, стійл, видалення гною	5 ³⁰	6 ⁰⁰	30 хв.
2.	Доїння корів	6 ⁰⁰	8 ⁰⁰	2,00 год.
3.	Роздача кормів	8 ⁰⁰	9 ⁰⁰	1 год.
4.	Вигул	8 ⁴⁵	10 ⁰⁰	1 год. 15 хв.
5.	Відпочинок	10 ⁰⁰	11 ³⁰	1 год. 30 хв.
	Заміна підстилки, видалення гною	11 ³⁰	12 ³⁰	1 год.
	Прибирання робочого місця	12 ³⁰	13 ⁰⁰	30 хв.
	Доїння корів	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	2 год.
	Вигул	15 ⁰⁰	16 ⁰⁰	1 год.
	Відпочинок	16 ⁰⁰	17 ⁰⁰	1 год.
	Видалення гною, очищення стійл, зооветеринарні заходи	17 ⁰⁰	18 ⁰⁰	1 год.
	Роздача кормів	18 ⁰⁰	19 ⁰⁰	1 год.
	Доїння корів	19 ⁰⁰	21 ⁰⁰	2 год.
	Відпочинок (нічний), передача зміни нічному сторожу	21 ⁰⁰	5 ³⁰	8 год. 30 хв.

Висновок до таблиці 1.8

На фермі запроваджене безприв'язне утримання тварин. Застосовується тип доїльної установки «Ялинка» 2x16 (32 доїльні місця). За годину видноється 130 корів. Витрати енергії на корову (разове доїння) – 0,10 кВт/год. Використовуються індивідуальні бокси для відпочинку корів. Прив'язне утримування зберігається переважно для дійного стада в окремих

секціях. Безприв'язно-боксове – для решти поголів'я. Є приміщення з вільною площею для пересування. Доїльні зали прохідного типу забезпечують високу швидкість та гігієну. Приміщення мають високі стелі. Площа на одну корову становить 2,5 – 3 м² (тільки затінена зона). Структура корівника передбачає спеціалізовані секції для вирощування молодняку та геномного прогнозування (статус племінного заводу).

Приміщення розділене на функціональні зони: секції для відпочинку, кормовий стіл (прохід для техніки) та зону активного руху. У стійлах використовують доїльні зали прохідного типу (доїльна установка «Ялинка»), що інтегровані в загальну схему руху тварин для автоматизації процесу. У даху обладнана конструкція (світлоераційний коник) для природного витягування повітря та покращення освітленості.

На фермі бетоновані проходи з автоматичними системами гноєвидалення ведуть до зовнішніх гноєсховищ («інжиніринг + геномне передбачення»). Така конфігурація приміщення забезпечує максимальний прояв генетичного потенціалу української чорно-рябої молочної породи. Схема корівника – модель реконструкції старих типових приміщень у сучасні високотехнологічні комплекси.

Приміщення розділене перегородками на 3 рівні секції. Кожна секція розрахована на 200 тварин, що дозволяє формувати групи за продуктивністю.

Для 600 корів загальна площа основного корпусу – 6000 м² (десь 36 м x 160 м). Загальна площа боксів 600 голів x 3 м² = 1800 м².

Добовий раціон годівлі корів ТОВ «Колос» зображений в табл. 1.9.

Таблиця 1.9. Добовий раціон годівлі корів ТОВ «Колос» на голову за добу

Основна база	Кількість корму, кг/гол.
Сінаж (люцерна, злакові суміші)	2,5
Сіно	6,5
Силос	25
Коренеплоди	9
Концентрати	8

Спеціальні добавки	3
--------------------	---

Господарство практикує систему повнозмішаного раціону (TMR), де всі компоненти перемішуються до однорідного стану, що унеможливорює вибіркове поїдання окремих кормів. Корм роздається 2-3 рази на добу, а протягом дня автоматизовані або механічні пристрої здійснюють підгортання корму, стимулюючи тварин до частішого споживання. Використовуються причіпні агрегати з електронною системою зважування компонентів, що дозволяє точно дотримуватись рецептури. Кормовий стіл з полімерним покриттям для легкої дезінфекції та кращого поїдання. Використовуються групові напувалки з підігрівом у зимовий період. Висота напувалок ~ 60 см, що забезпечує вільний доступ тварин до води.

Ефективність годівлі показує конверсія корму, що складає 1,3, тобто на 1 кг приросту витрачено 1,3 кг корму. Вміст жиру – 3,68%, а вміст білку – 3,30%. Доїння – в молокопровід «Ялинка», а для новотільних корів – доїльне відро. Надій на корову за рік (річна продуктивність 1 корови) складає 9647 кг.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вимоги до ділянки і визначення розміру території ферми

Ділянка повинна бути розташований в сухому незатоплюваними місці і мати ухил, що забезпечує стік поверхневих вод. Повинен бути поблизу джерел електропостачання та природних водойм, які забезпечують достатньої кількості води.

Ферма повинна розміщуватись на відстані не ближче 300 м від житлового району. Уздовж кордонів ферми слід створити зелену зону. До обраної ділянки необхідний зручний під'їзд.

Розмір території ферми визначаємо як суму площ, зайнятих виробничими будівлями, санітарними розривами між ними, дорогами та захисними зонами. Площа ферми або комплексу визначаємо за заданим числом голів худоби t і питомої площі на 1 голову (200 м^2):

$$F = t \cdot f, \text{ м}^2 \quad (2.1)$$
$$F = 200 \cdot 600 = 120000 \text{ м}^2$$

При розрахунку розмірів сторін ділянки слід виходити зі співвідношення ширини b і довжини, а не більш як 1: 1,5:

$$b = 1,5 \cdot a; a = \sqrt{F/1,5}, \text{ м} \quad (2.2)$$
$$a = \sqrt{120000/1,5} = 230,9 \text{ м} \approx 231 \text{ м}$$
$$b = 1,5 \cdot 230,9 \approx 346,4 \approx 346 \text{ м}$$

Існують норми площі (на 1 корову).

Якщо прив'язне утримування – $2,4 \text{ м}^2$

Вигульний майданчик – 40 м^2

Навіс над вигульним майданчиком – 4 м^2

Фронт годівлі – $0,7 \text{ м}$

Для ферми 600 корів (дійне стадо) загальна земельна ділянка 800 га (1,5 га на корову).

Санітарно-захисна зона від ферми до житлової забудови складає не менше 250 м.

2.2. Механізація приготування кормів

Для годівлі корів фірма застосовує силос та сінаж власного виробництва. Це основа енергії та клітковини. Важливим для споживання є й концентровані корми, як то: дерть кукурудзи, ячменю, пшениці. Додаються до них білкові компоненти (соєвий шрот, макуха). Агрофірма активно впроваджує власні розробки – штами мікроорганізмів для бактеризації ґрунту та заготівлі кормів, що підвищує їхню поживність.

2.2.1. Розрахунок кількості кормів

Добова витрата на стійловий період

Потреба на добу для стада:

$$K = q_i \cdot P_C \cdot m_i \quad (2.3)$$

q_i – норма витрати кормів на одиницю продукції (1,2 корм. од./кг молока)

P_C – добова продуктивність однієї тварини (кг)

m_i – поголів'я тварин стада

$$K = 1,3 \cdot 29,5 \cdot 500 = 19175 \text{ корм. од./кг}$$

Добова продуктивність корови:

$$P_C = P_P / D_L \quad (2.4)$$

$$P_C = 9000 / 305 = 29,5 \text{ кг/добу}$$

P_P – річна продуктивність однієї корови

D_L – період лактації

Продуктивність P_{CT} – 200 днів приймається 54,8% річної.

Період пасовища 165 днів (45,2%) від P_P :

$$P_{CT} = 9000 \cdot 0,54 = 4860 \text{ кг/год}$$

$$P_{II} = 9000 \cdot 0,45 = 4050 \text{ кг/год}$$

Раціон на 1 корову, кількість корму:

$$K_i = 0,01 \cdot q_i \cdot \varphi_i \cdot P_C \quad (2.5)$$

φ – вміст корму у відсотках

В табл. 2.1 наведено відомості щодо кількості кормів.

Таблица 2.1. Розрахунок кількості кормів

Вид корму	K_i , корм. од.	гол. корм. Π_i , (од/кг)	A_i ДОБ, кг/ГОЛ	A т ДОБ,	A т СП,	φ , %
Сінаж, силос	3,85	0,87	4,43	2,66	532	2
Сіно	2,05	0,35	5,86	3,52	704	1
Солома	1,45	0,28	5,18	3,1	620	1
Концентрати	3,90	1,00	3,90	2,34	468	2
Спец. добавки	2,80	0,61	4,59	2,75	550	2
Коренеплоди	3,28	0,20	16,4	1,98	396	1

Всього:	17,33	3,31	40,36	16,35	3270	9
---------	-------	------	-------	-------	------	---

Добовий раціон $A_{i\text{ДОБ}}$ (кг) визначаємо за кількістю кожного компонента (графа 5) по формулі:

$$A_{i\text{ДОБ}} = K_i / \Pi_i \quad (2.6)$$

Графа 4 – поживна цінність корму на од/кг – Π_i

Графа 6 – добова потреба $A_{\text{ДОБ}}$ (т) на все поголів'я:

$$A_{\text{ДОБ}} = 0,001 \cdot A_{i\text{ДОБ}} \cdot m \quad (2.7)$$

де m – число голів на фермі.

Загальна кількість кормів $A_{\text{С.П}}$ (т) за стійловий період (D_3) (графа 7) за формулою:

$$A_{\text{С.П.}} = D_3 \cdot A_{\text{ДОБ}} \quad (2.8)$$

D_3 – 200 днів.

Добову кількість корму слід розподілити по видачах.

У ТОВ «Колос» прийнято дворазове годування: 1-е годування з 7 до 8 годин (ранкове), 2-е годування з 19 до 20 годин (вечірнє).

Розподіл добового раціону представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Розподіл кормів

Харчуван ня	Корма													
	Сінаж		Сіно		Солома		Концентрат		Спец. добавки		Коренеплоди		Всього	
	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
Ранкове з 7 до 8	50	1108	50	1465	50	1295	50	975	50	1148	50	4100	50	11471

Всього	Вечірнє з 19 до 20
100	50
2216	1108
100	50
2930	1465
100	50
2590	1295
100	50
1950	975
100	50
2296	1148
100	50
8200	4100
100	50
22945	11471

При дворазовому годуванні маса суміші на одне годування:

$$A_{PA3} = \sum A_{ДОБ} / 2 \quad (2.9)$$

$$A_{PA3} = 16,35 / 2 = 8,175 \text{ т}$$

Годинну продуктивність кормоцеху визначаємо виходячи з маси корму на одну видачу і тривалості його переробки Т (2 год):

$$Q_K = A_{PA3} / T \quad (2.10)$$

$$Q_K = 8,175 / 2 = 4,08 \text{ т/год}$$

Час годування при суміщенні з приготуванням має бути приблизно однаковим. Переробка не має бути більшою за час перерви між годуваннями.

Ми використовували кормоцех КОРК-15. Його продуктивність $Q_{П} = 15$ т/год. Отже, час роботи реально визначаємо за формулою:

$$T_{П} = A_{PA3} / Q_{П} \quad (2.11)$$

$$T_{П} = 8,175 / 5 = 1,635 \text{ год}$$

Годинна продуктивність потокових технологічних ліній (ПТЛ) кормоцеху визначаємо за формулою:

$$Q_{ПТЛ} = A_{PA3} / T \quad (2.12)$$

Для зернових:

$$Q_{ПТЛ} = 1,108/1,6 = 0,69 \text{ т/год}$$

Для грубих кормів:

$$Q_{ПТЛ} = (1,465+1,554)/1,6 = 1,89 \text{ т/год}$$

Для концентратів:

$$Q_{ПТЛ} = (0,975)/1,6 = 0,6 \text{ т/год}$$

Для спеціальних добавок:

$$Q_{ПТЛ} = (1,148)/1,6 = 0,72 \text{ т/год}$$

Для коренеплодів:

$$Q_{ПТЛ} = 4,100/1,6 = 2,56 \text{ т/год}$$

2.2.2. Технології обробки кормів

Обробка кормів проводиться для підвищення їхньої поживності, кращого засвоєння тваринами та знезараження від шкідливих мікроорганізмів. Ці методи поділяються на механічні, теплові, біологічні.

Зернові корми. Необхідно зруйнувати тверду оболонку. Дертть, плющення, екструзія (обробка високим тиском і температурою).

Грубі корми (сіно, солома) містять багато важкої клітковини, тому їх треба зробити м'якшими. Застосовують подрібнення, запарювання, хімічну обробку.

Соковиті корми (силос, сінаж, коренеплоди). Застосовують миття, подрібнення, консервування.

Концентрати (макуха, шрот, висівки). Рідко додають окремо. Це продукти з високим вмістом білка та енергії. Застосовують змішування, гранулювання.

Спеціальні добавки (премікси, мінерали, вітаміни). Ці речовини додаються в мікродозах, тому важливою є їх точність. Ступеневе змішування (спочатку з невеликою кількістю зерна); розчинення (додають у воду).

2.3. Механізація робіт по роздачі кормів

2.3.1. Роботи по вантаженню, розвантаженню

Вибираємо навантажувачі: навантажувач телескопічний (2021) Euro 3 (продуктивність 4650 м/год). Потужність 136,05 к.с. (100 кВт). Вантажопідйомність 4100 кг. Колісна формула 4x4. Паливо: дизель. Швидкість пересування: 40 км/год. Тип щогли: телескопічна. Об'єм ковша: 3 м³. Висота навантаження – 6,93 м. Ширина захвату – 2-2,5 м. Місткість бункера – 2-3 м³.

Технічні характеристики навантажувача наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Технічна характеристика телескопічного навантажувача Claas Scorpion 741

Параметри	Дані характеристики
Потужність	136,05 к.с. (100 кВт)
Продуктивність	4650 м/год – 40 т/год
Вантажопідйомність	4100 кг
Колісна формула	4x4
Тип щогли	телескопічна

Об'єм ковша	3 м ³
Швидкість пересування	40 км/год
Висота навантаження	6,93 м
Ширина захвату	2,5 м
Паливо	дизель

Кількість навантажувачів визначаємо виходячи з їх продуктивності, добової кількості вантажів, а також продуктивності і числа змін роботи.

За формулою визначаємо загальний час роботи навантажувача:

$$T_{\Pi} = \sum A_i / Q_i \quad (2.13)$$

добова кількість вантажу (виду) A_i (т)

Q_i – продуктивність машини (т/год)

Зернові: $T_{\Pi} = 1,108/40 = 0,0277$ год

Грубі: $T_{\Pi} = 3,019/40 = 0,075$ год

Соковиті: $T_{\Pi} = 0,975/40 = 0,02$ год

Концентровані і спец. добавки: $T_{\Pi} = 1,148/40 = 0,0287$ год

Загальний час роботи навантажувача:

$$\sum T_{\Pi} = 0,0277 + 0,075 + 0,02 + 0,0287 = 0,15 \text{ год}$$

Кількість навантажувачів, необхідна для навантаження одного або декількох видів вантажу, визначається за виразом:

$$n_{\Pi} = T_{\Pi} / n_C \cdot T_C \cdot \tau \quad (2.14)$$

де n_C – число змін

T_C – тривалість зміни, год

τ – коефіцієнт використання часу зміни (0,8 - 0,9)

Кількість навантажувачів:

$$n_{\Pi} = 0,15/1 \cdot 7 \cdot 0,8 = 0,027 \text{ (1 навантажувач)}$$

2.3.2. Механізація роздачі кормів

Вибираємо кормороздавач мобільний КТУ-10А (кормороздавач тракторний Універсальний). Він розрахований на 500 голів.

Кількість кормороздавачів визначається виходячи із загальної кількості і числа голів, що обслуговуються одним кормороздавачем:

$$n_p = m/m_i \quad (2.15)$$

де m_i – норма навантаження на один кормороздавач.

$$n_p = 500/500 = 1 \text{ (кормороздавач)}$$

Технічні характеристики кормороздавача наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Технічна характеристика кормороздавача КТУ-10А

Об'єм	10 м ³
Вантажопідйомність	До 4 тонн
Транспортна швидкість	до 30 км/год
Ширина проїзду	2200 мм
Продуктивність при видачі, кг/пог. м:	
на одну сторону	5,2...72
на дві сторони	2.6...36
Колія	1600 мм
Місткість кузова	10 м ³
Габаритні розміри	6670×2300×2500 мм
Ширина захвату	2000 мм
Швидкість роздачі корму	5 – 30 м ³ /год
Дорожній просвіт	300 – 400 мм
Маса агрегату	2250 кг
Тяговий клас трактора (МТЗ-80/82)	1,4
Продуктивність	7,2 – 48 м ³ /год

Розрахунок корму для одного ряду корів:

$$\Phi = m_P \cdot l_K \quad (2.16)$$

m_P – кількість тварин в ряду

l_K – довжина годівниці – 1,2 м (прив'язне утримання)

$$\Phi = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{ м}$$

Визначаємо, скільки корів можна обслужити за одну роздачу кормороздавача:

$$m_{\text{Ц}} = V_K \cdot \gamma \cdot \beta / q_1 \quad (2.17)$$

γ – маса корму, кг/м³ (410 кг/м³)

β – коефіцієнт ємності кузова (0,85)

V_K – об'єм кузова (10 м³)

q_1 – середня кількість корму за 1 видачу, кг/гол (24,5)

$$m_{\text{Ц}} = 10 \cdot 410 \cdot 0,85 / 24,5 = 142 \text{ гол.}$$

При цьому питомі витрати кормів визначаємо за формулою:

$$q_{\text{нум}} = q_{\text{max}} / l_K \quad (2.18)$$

q_{max} – максимальне годування за 1 раз, кг (24,5)

$$q_{\text{нум}} = 24,5 / 1,2 = 20,4 \text{ кг/м}$$

Визначаємо швидкість транспортера:

$$V_{\text{ПП}} = q_{\text{нум}} \cdot V_A / 3,6 \cdot B \cdot H \cdot \gamma \quad (2.19)$$

H – висота кузова (2,5 м)

γ – об'ємна маса корму (силос 400 кг/м³)

B – ширина кузова (2,3 м)

V_A – швидкість руху (1,3-3 км/год)

$$V_{\text{ПР}} = 20,4 \cdot 3/3,6 \cdot 2,3 \cdot 2,5 \cdot 400 = 0,007 \text{ м/с}$$

Визначаємо, скільки часу йде на один цикл роздачі за формулою:

$$T_{\text{Ц}} = S \cdot (1/V_A + 1/V_{\text{XX}}) + G/Q_{\text{ТР}} + L/V \quad (2.20)$$

S – відстань до місця роздачі – 0,5 км

V_A – швидкість навантажувача в дорозі – 8 км/год

V_{XX} – швидкість порожнього роздавача – 20 км/год

G – вантажопідйомність агрегату (3800 кг)

$Q_{\text{ТР}}$ – одна подача при вивантаженні – 20000 кг/год

L – довжина шляху видачі – 0,018 км

V – швидкість вивантаження – 3 км/год

$$T_{\text{Ц}} = 0,5 \cdot (1/8 + 1/20) + 3800/20000 + 0,18/3 = 0,34 \text{ год (20 хв)}$$

Загальну продуктивність визначаємо за формулою:

$$Q_K = V_K \cdot \gamma / T_{\text{Ц}} \quad (2.21)$$

$$Q_K = 10 \cdot 0,4 / 0,34 = 11,76 \text{ т/год}$$

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІШУВАЧА-ДОЗАТОРА ПРЕМІКСІВ

3.1. Необхідність дозування та змішування кормів

Змішування та дозування кормів – це основа ефективного тваринництва.

1. Тварина має збалансований раціон, тобто отримує всі необхідні вітаміни, мінерали в кожній порції.
2. Це сприяє економії ресурсів, тобто точне дозування запобігає перевитратам дорогих добавок і концентратів.
3. Однорідний корм краще засвоюється, а це впливає на здоров'я та продуктивність, прискорює ріст, збільшує надої та приріст ваги.
4. Автоматизоване змішування суттєво економить час і трудовитрати персоналу.

Важливі переваги має отримання таких сумішей в господарстві:

- суміші готуються прямо в господарстві в міру необхідності;
- значно менша вартість таких сумішей.

Змішувачі-дозатори мають забезпечити однорідність, мати швидкий час змішування, повністю спорожнювати бункер, не нагрівати суміш при змішуванні, мати можливість додати рідини, бути економічними в експлуатації. Змішувач-дозатор преміксів, що є в господарстві, не всім умовам відповідає, тому є потреба вдосконалення його.

3.2. Аналіз конструкцій змішувачів преміксів та комбікормів

Горизонтальний шнековий змішувач СГШ-1500 (рис. 3.1) призначений для приготування концентрованих сумішей, комбікормів, білково-мінеральних добавок (БМВС) та інших сумішей, де потрібне якісне змішування.



Рис. 3.1. Горизонтальний змішувач шнековий СГШ-1500

Технічні характеристики змішувача горизонтального шнекового СГШ-1500 наведено в табл. 3.1.

Табл. 3.1. Технічні характеристики змішувача СГШ-1500

Обсяг, л	1500
Тип змішувача	Шнековий
Робоче положення	Горизонтальне
Потужність, кВт	7,5
Максимальна швидкість обертання, об/хв	75
Напруга живлення, В/Гц	380/50
Товщина бункера, мм	3
Товщина спіралі, мм	4
Довжина змішувача, мм	2500
Ширина змішувача, мм	1000
Висота змішувача, мм	1680
Вага, кг	380

Шнекові змішувачі застосовуються в основному для змішування важких, що важко змішуються і схильних до комкування продуктів, а також для змішування комбікормів з рідкими компонентами.

Горизонтальний змішувач виготовляється із високоякісного металу. Основою механізму змішувача є вал із навитою спіралеподібною стрічкою. Змішування компонентів у змішувачі здійснюється за рахунок хаотичного переміщення сипучого продукту спіральними стрічками в робочому обсязі змішувача, після змішування відкривається заслінка.

Горизонтальний змішувач забезпечує мінімальний час перемішування до потрібної однорідності суміші. Гомогенність змішування 95-98%.

Переваги горизонтального шнекового змішувача СГШ-1500:

- Об'єм сировини, що завантажується, 1000 літрів
- Час змішування 1-4 хв
- Ефективне змішування
- Виробляються із спеціального зносостійкого матеріалу

Детальніше: https://hydrolider.com.ua/ua/p1999055771-gorizontalnyj-shnekovyj-smesitel.html?srsId=AfmBOord33OGzVD3JROqP2GjtJXZyve0J_qllfmZzMh_y2oOkCLMXAqB

Змішувач горизонтальний порційний Р6-СДП МПМЗ (рис. 3.2) призначений для змішування компонентів, що входять до складу комбікормів, преміксів, кормових сумішей, у тому числі, з різною об'ємною масою і структурою.



Рис. 3.2. Змішувач горизонтальний порційний Р6-СДП МПМЗ.

Технічні характеристики змішувача горизонтального порційного Р6-СДП МПМЗ наведено в табл. 3.2.

Табл. 3.2. Технічні характеристики змішувача Р6-СДП МПМЗ

Найменування	Р6-СДП-450	Р6-СДП-700	Р6-СДП-1500	Р6-СДП-2000
Технічна продуктивність, т/год, не менше	2,5	4,0	5,0	12,6
Місткість змішувача, т	0,245	0,385	0,632	1,155
Час змішування, хв	2			
Цикл змішування, хв	5,5			
Ступінь однорідності змішування	0,95-0,98			
Щільність змішаного середовища, т/м ³	0,62			
Встановлена потужність приводу роторів, кВт	5,5	7,5 або 11	11	22
Встановлена потужність приводу розвантажувача, кВт	1,1			
Напруга живлення електроустаткування,	380			
Тиск повітря в пневматичній системі, не менше, МПа	6,0			
Габаритні розміри, мм, не більше:				
- довжина	3330	3056	3330	3600
- ширина	1600	1682	1600	2000
- висота	3240	4252	3384	4900
Маса, кг, не більше	1076	1800	1415	1950

Детальніше: https://hydromarket.com.ua/ua/p795555117-smesitel-gorizontalnyj-portionnyj.html?srsId=AfmBOorO4UeQAWckL4hF6ATG5lf9IZ6riKzVsOnBgC-H-IRXY_fhQdE

Переваги змішувача горизонтального порційного Р6-СДП МПМЗ:

- висока однорідність змішування;
- швидкість циклу;
- повне розвантаження;
- горизонтальний вал працює на оптимальних оборотах;
- універсальність (сухі компоненти, можливість введення рідких);
- надійність конструкції.

Детальніше: https://hydromarket.com.ua/ua/p795555117-smesitel-gorizontalnyj-portionnyj.html?srsId=AfmBOorky2Eis5nMQL_YbthAIX8O2gHBcae9jpTjVsybuZ3f2GvH0rzL

Загальний об'єм горизонтального шнекового кормозмішувача СГШ-400 (рис. 3.3) становить 400 л. Основою механізму змішувача є вал з навитою

спіралевидною стрічкою, який приводиться у дію мотором-редуктором потужністю 3 кВт.



Рис. 3.3. Горизонтальний шнековий змішувач СГШ-400.

Технічні характеристики змішувача горизонтального шнекового СГШ-400 наведено в табл. 3.3.

Табл. 3.3. Технічні характеристики змішувача СГШ-400

Обсяг, л	400
Тип змішувача	Шнековий
Робоче положення	Горизонтальне
Потужність, кВт	3
Максимальна швидкість обертання, об/хв	75
Напруга живлення, В/Гц	380/50
Товщина бункера, мм	3
Товщина спіралі, мм	4
Довжина змішувача, мм	1350
Ширина змішувача, мм	830
Висота змішувача, мм	1660
Вага, кг	152

Гомогенність змішування 95-98%.

Особливості установки:

- Об'єм завантаження сировини 400 літрів
- Час змішування 1-4 хв.
- Прекрасна відтворюваність сумішей

- У процесі змішування суміш не поділяється на фракції
- Допускається введення рідких компонентів об'ємом до 15%
- Виготовляються зі спеціального зносостійкого матеріалу

3.3. Опис пропонованого змішувача-дозатора вібраційної дії

Проаналізувавши змішувачі, бачимо, що вони не повністю можуть задовольнити господарство. Об'єми камер або великі витрати на енергоносії не можуть задовольнити повною мірою. Пропонується змішувач-дозатор вібраційний (рис. 3.4).

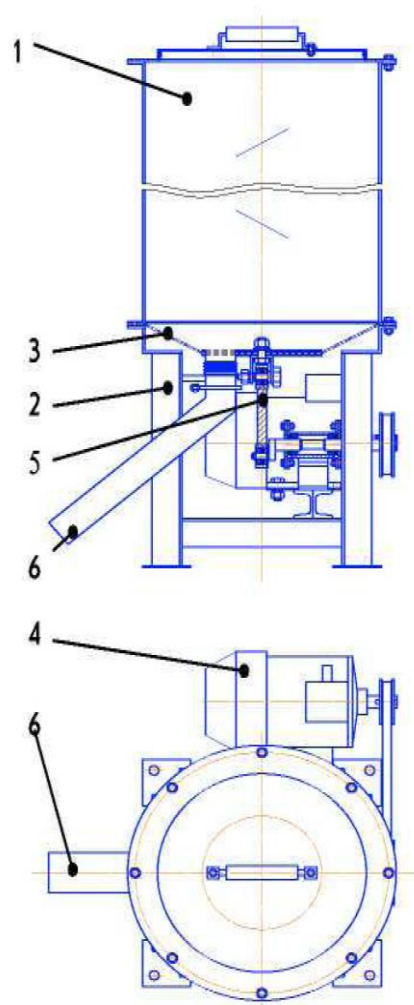


Рис. 3.4. Склад змішувача преміксів.

1. Ємність для завантаження.
2. Рама.

3. Мембрана, що передає імпульси від двигуна.
4. Електродвигун.
5. Привід ексцентриковий.
6. Патрубок.

Якість змішування підвищується завдяки утворенню знакозмінного повітряного потоку при роботі мембрани, яка і формує віброкиплячий шар, здійснюючи рухи зворотно-поступальні.

3.4. Визначення основних параметрів змішувача

3.4.1. Розрахунки ємності змішувача

Змішувач виконаний циліндричним (з міркувань конструкції).
Параметри (рис. 3.5): $D = 0,4$ м; $d = 0,2$ м; $H = 0,6$ м; $H_1 = 0,06$ м.

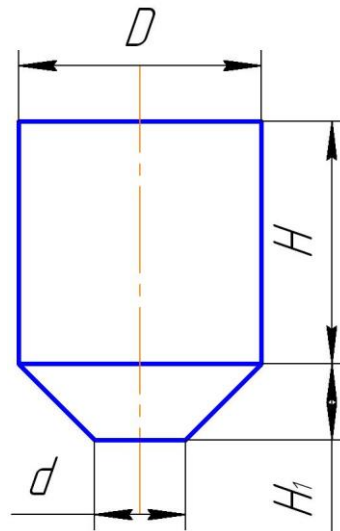


Рисунок 3.5. Визначення ємності. Схема змішувача.

Визначаємо ємність змішувача за формулою:

$$V_3 = V_1 + V_2, \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

V_1 – циліндрична частина

V_2 – конічна частина

$$V_{3M} = \frac{\pi D^2}{4} H + (r^2 + r_1^2 + rr_1) \frac{\pi H_1}{3}, \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

r, r_1 – радіуси усіченого конуса

r – верхній радіус підстави

r_1 – нижній радіус підстави

$$V_{3M} = \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} 0,6 + (0,2^2 + 0,1^2 + 0,2 \cdot 0,1) \frac{3,14 \cdot 0,06}{3} = 0,08 \text{ (м}^3\text{)}$$

3.4.2. Визначення в камері змішування сили ваги матеріалу

Визначаємо в камері змішування масу матеріалу:

$$m = \gamma V \quad (3.3)$$

γ – 7800 кг/м³ (щільність сталі)

$$m = 750 \cdot 0,08 = 60 \text{ (кг)}$$

Сила ваги матеріалу:

$$G = mg, \text{ Н} \quad (3.4)$$

g – 9,8 м/с² (прискорення вільного падіння)

$$G = 60 \cdot 9,8 = 588 \text{ (Н)}$$

3.4.3. Розрахунок динамічних навантажень на шатун

$$F = G + G_1 \text{ (Н)} \quad (3.5)$$

G_1 – сила ваги шатуна та групи деталей

$$G_1 = (m_1 + m_2)g, \text{ Н} \quad (3.6)$$

m_1, m_2 – маса шатуна та інших деталей

m_1 – маса шатуна

m_2 – інші деталі 4,15 кг

$$G_1 = (0,85 + 4,15) \cdot 9,8 = 49 \text{ (Н)}$$

$$F = 588 + 49 = 637 \text{ (Н)}$$

3.4.4. Розрахунок шатуна

Шатун під час роботи змішувача перетворює обертальний рух у зворотньо-поступальний. Двигун обертає кривошип, до якого приєднана одна сторона шатуна. Оскільки кривошип ходить по колу, шатун штовхає робочий елемент вперед і назад. Такий рух забезпечує інтенсивне збовтування або переміщення шарів матеріалу, що дозволяє отримати однорідну суміш.

В зв'язку з тим, що шатун піддається великому навантажуванню (стиснення, розтягування, згин), його роблять з матеріалів високої міцності (вуглецева або легована сталь, чавун, алюмінієві сплави рідше).

Приймаємо шатун самоскида ГАЗ-САЗ-3507.

Основні характеристики машини:

Вантажопідйомність 4250 кг

Маса: 7940 кг

Двигун: 112 к.с.

Витрата палива: 19,6 л/100 км при швидкості 60 км/год

Об'єм паливного бака: 90 л

Шатун оснащений восьмициліндровим V-підібним двигуном.

Виготовлений шатун зі сталі 40Г

Діаметр отвору під шатунну шийку: 60 мм. Під втулку – 30 мм.

Міжосьова відстань (довжина шатуна) – 156 мм (відстань між центрами отворів).

За формулою напруження в поперечному перерізі буде:

$$\sigma = \frac{G}{F_n} \text{ Па} \quad (3.7)$$

$$F_n = 0,02 \text{ м}^2$$

$$\sigma = \frac{588}{0,02} = 29400 \text{ (Па)}$$

Вихідні дані:

$P_{zd} = 29400 \text{ (Па)}$ на режимі $n = 1028 \text{ хв}^{-1}$, а $\varphi = 330^\circ$

$m_n = 60 + 4,15 = 64,15 \text{ кг}$ маса групи, що діє на шатун

$m_{ш}$ (маса шатуна) – 0,85 кг

$n_{xx \max} = 1028 \text{ хв}^{-1}$ максимальна частота обертання

$S = 0,1 \text{ м}$ хід нижньої основи змішувача

$R = 0,05 \text{ м}$ радіус кривошипа

$F_n = 0,02 \text{ м}^2$ площа нижньої основи

$\lambda = 0,3$

$d_n = 24 \text{ мм}$ діаметр пальця

$l_{ш} = 32 \text{ мм}$ довжина поршневої головки шатуна

$d_z = 34 \text{ мм}$ зовнішній діаметр головки

$d = 31 \text{ мм}$ внутрішній діаметр головки

$h_z = 3,6 \text{ мм}$ радіальна товщина стінки головки

σ_B – межа міцності – 900 МПа

Матеріал шатуна – сталь 40Г (вуглець 0,40%)

$E_{ш} = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$

$\alpha_T = 1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/К}$

межа міцності – 880–900 МПа

σ_{-1} – межа втоми 380–410 МПа (400)

межа текучості $\sigma_T > 735$ МПа (745)

Опір вигину – 0,4 – 0,5% від границі міцності

t ковки – 1250°C (початок) – 800 °C (кінець)

Матеріал втулки – бронза

$E_B = 1,15 \cdot 10^5$ Н/мм²

$\alpha_B = 1,8 \cdot 10^{-5}$ 1/К

Відрізняється високою корозостійкістю, добре витримує навантаження, має низьку усадку. Температура плавлення – 930° – 1140 °C

Межа міцності – до 900 МПа

Коефіцієнт тертя – 0,005 – 0,02 (зі змащенням)

Допоміжний питомий тиск – до 10 МПа

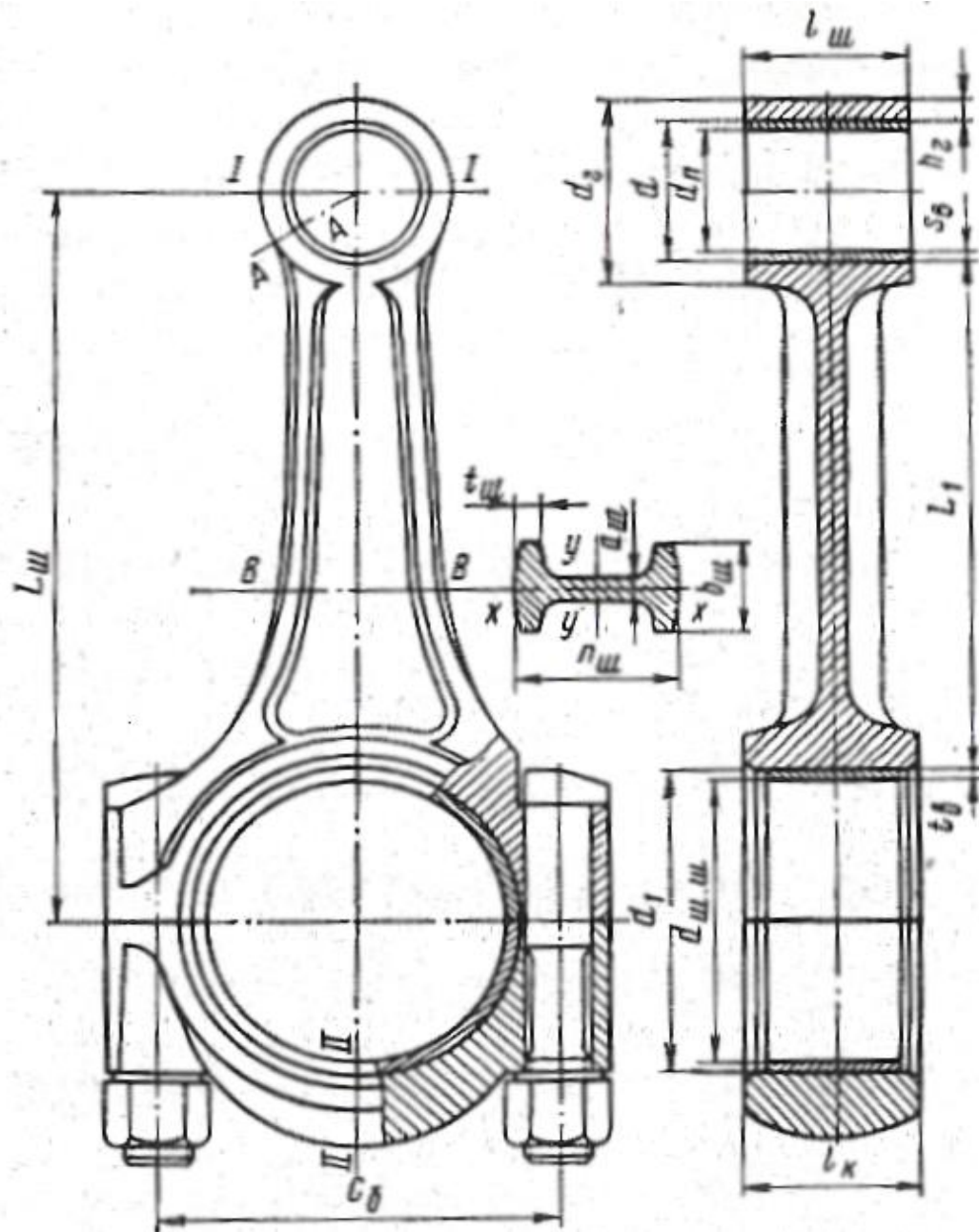


Рис. 3.6. Розрахункова схема шатунної групи

коефіцієнти приведення циклу при згині $\alpha_\sigma = 0,21$

при стисненні-розтягуванні $\alpha_\sigma = 0,13$

При згині:

$$\beta_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_m} = \frac{400}{800} = 0,5; \frac{\beta_\sigma - \alpha_\sigma}{1 - \beta_\sigma} = \frac{0,5 - 0,21}{1 - 0,5} = 0,58$$

При розтягуванні – стисканні:

$$\beta_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1p}}{\sigma_m} = \frac{315}{800} = 0,394; \frac{\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}}{1 - \beta_{\sigma}} = \frac{0,394 - 0,21}{1 - 0,394} = 0,3$$

Розрахунок перерізу I - II. Максимальна напруга:

$$\sigma_{\max} = \frac{(m_n + m_{\text{в.з.}})\omega_{xx\max}^2 R(1 + \lambda)}{2h_e l_{ii}}, \text{ Н/мм}^2 \quad (3.8)$$

$$m_n = 64,15 \text{ кг}$$

$$m_{\text{в.з.}} = 0,08m_{ii} = 0,08 \cdot 0,85 = 0,068 \text{ (кг)}$$

$$\omega_{xx\max} = \pi n_{xx\max} / 30 = \frac{3,14 \cdot 1028}{30} = 107,6 \text{ (с}^{-1}\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{(64,15 + 0,068) \cdot 107,6^2 \cdot 0,05(1 + 0,3) \cdot 10(-6)}{2 \cdot 0,0036 \cdot 0,031} = 216,52 \text{ МПа}$$

Середня напруга і амплітуда напружень:

$$\sigma_{m_0} = \sigma_{a_0} = \sigma_{\max} / 2 = 216,52 / 2 = 108,26 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{a\kappa_0} = \sigma_{a_0} k_{\sigma} / (\varepsilon_m \varepsilon_n) = 21 \cdot 1,2 / (0,82 \cdot 0,72) = 42,7 \text{ МПа}$$

Розраховуємо коефіцієнт концентрації напруг:

$$k_{\sigma} = 1,2 + 1,8 \cdot 10^{-4} (\sigma_{\text{с}} - 400) = 1,2 + 1,8 \cdot 10^{-4} (800 - 400) = 1,2$$

Масштабний коефіцієнт:

$$\varepsilon_m = 0,82$$

Коефіцієнт поверхневої чутливості:

$$\varepsilon_r = 0,72 \text{ (грубе обточування)}$$

Умови:

$$\text{якщо } \sigma_{a\kappa_0} / \sigma_{m_0} = 42,7 / 108,26 = 0,39 > \frac{\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}}{1 - \beta_{\sigma}} = 0,3,$$

тоді запас міцності проводиться за межею втоми:

$$n_{\sigma} = \sigma_{-1p} / (\sigma_{ak_0} + \alpha_{\sigma} \sigma_{m_0}) = 315 / (42,7 + 0,21 \cdot 108,26) = 4,8 > 4$$

Розрахунок кривошипної головки

Вихідні дані:

$d_{шш} = 50$ мм – діаметр шийки шатуна

$t_{\epsilon} = 2,5$ мм – ширина стінки вкладиша

$C_{\delta} = 36$ мм – відстань між болтами шатуна

$l_{\kappa} = 30$ мм – довжина головки шатуна

Максимальна сила інерції:

$$P_{jp} = -R\omega_{xx\max}^2 [(m_n + m_{ш.п.})(1 + \lambda) + (m_{ш.к.} - m_{кр})] \cdot 10^{-6}, \text{ Н} \quad (3.9)$$

$$P_{jp} = -0,05 \cdot 107,6^2 [(64,15 + 0,23)(1 + 0,3) + (0,62 - 0,2)] \cdot 10^{-6} = -0,048 \text{ Н}$$

$$m_{шп} = 0,275 \cdot m_{ш} = 0,275 \cdot 0,85 = 0,23 \text{ кг}$$

$$m_{шк} = 0,725 \cdot m_{ш} = 0,725 \cdot 0,85 = 0,62 \text{ кг}$$

$$m_{кр} = 0,23 \cdot m_{ш} = 0,23 \cdot 0,85 = 0,2 \text{ кг}$$

Розраховуємо момент опору в перерізі при вигині:

$$W_{из} = l_{\kappa} (0,5c_{\delta} - r_1)^2 / 6, \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

$$W_{из} = l_{\kappa} (0,5c_{\delta} - r_1)^2 / 6 = 30(0,5 \cdot 76 - 27,5)^2 \cdot 10^{-9} / 6 = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$r_1 = 0,5(d_{шш} + 2t_{\epsilon}) = 0,5(50 + 2 \cdot 2,5) = 27,5 \text{ (мм)}$$

r_1 – внутрішній радіус (мм)

Момент інерції вкладиша, кришки:

$$J_{\kappa} = l_{\kappa} t_{\kappa}^3 = 30 \cdot 2,5^3 \cdot 10^{-12} = 468,75 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4$$

$$J = l_{\kappa} (0,5c_{\bar{o}} - r_1)^3 \cdot 10^{-12} = 30 \cdot (0,5 \cdot 76 - 27,5)^3 \cdot 10^{-12} = 34728,75 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4$$

Напруження деформації (вигину) кришки, вкладиша в перетині II - II:

$$\sigma_{uz} = P_{jp} \left[\frac{0,023 \cdot c_{\bar{o}}}{(1 + J_{\kappa} / J) W_{uz}} + \frac{0,4}{F_z} \right] \quad (3.11)$$

$$\sigma_{uz} = 0,048 \left[\frac{0,023 \cdot 76}{(1 + 468,75 \cdot 10^{-12} / 34728,75 \cdot 10^{-12}) 5,5 \cdot 10^{-7}} + \frac{0,4}{0,00039} \right] = 49,2 < 300$$

$$F_z = l_{\kappa} 0,5(c_{\bar{o}} - d_{\text{шш}}) = 30 \cdot 0,5 \cdot (76 - 50) \cdot 10^{-6} = 0,00039 \text{ м}^2$$

Розрахунок стержня

Вихідні дані:

$L_{\text{ш}} = 165 \text{ мм}$ довжина шатуна

$h_{\text{шmin}} = 25 \text{ мм}$

$h_{\text{ш}} = 31 \text{ мм}$

$b_{\text{ш}} = 25 \text{ мм}$

$a_{\text{ш}} = 5 \text{ мм}$

$t_{\text{ш}} = 5 \text{ мм}$

$d = 58 \text{ мм}$ внутрішній діаметр головки

$d_1 = 53 \text{ мм}$

Стержень виготовляли зі сталі 40ХГ

Максимальне значення стискаючої сили шатуна на початку робочого

ходу:

при $\varphi = 370^\circ$

$$P_{cm} = P_z + P_j = 0,03 MN$$

Максимальне значення розтягуючої сили на початку ходу шатуна:

при $\varphi = 0^\circ$

$$P_p = P_z + P_j = -0,12 MN$$

З таблиці вибираємо значення тиску P_T і P_j при $\varphi = 0^\circ$ і $\varphi = 370^\circ$.

Розрахунок максимальних напружень від стискаючої сили в перетині В-В

Площа перетину В-В:

$$F_{cp} = h_{ш} b_{ш} - (b_{ш} - a_{ш}) \cdot (h_{ш} - 2t_{ш})$$

$$F_{cp} = (31 \cdot 25 - (25 - 5) \cdot (31 - 2 \cdot 5)) \cdot 10^{-5} = 35,5 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^2\text{)}$$

Розраховуємо момент інерції J_x у площі хитання шатуна перерізу розрахункового В-В щодо осі х-х:

$$J_x = [b_{ш} h_{ш}^3 - (b_{ш} - a_{ш}) \cdot (h_{ш} - 2t_{ш})^3] / 12 \quad (\text{м}^4)$$

$$J_x = [25 \cdot 31^3 - (25 - 5) \cdot (31 - 2 \cdot 5)^3] / 12 = 23482,7 \text{ мм}^4 \approx 23 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$$

Знаходимо коефіцієнт K_x – вплив в площині хитання повздовжнього вигину:

$$K_x = 1 + (\sigma_e \cdot L_{ш}^2 \cdot F_{cp} / (\pi^2 E_{ш} J_x)) = 1 + (980 \cdot 165^2 \cdot 355 / (3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^5 \cdot 23483)) = 1,86$$

Межа міцності матеріалу $\sigma_B = 900 \text{ МПа}$

У площині хитання шатуна напруга максимальна у перетині В-В:

$$\sigma_{\max x} = K_x P_{\text{ст}} / F_{\text{ср}} = 1,186 \cdot 0,03 / 35,5 \cdot 10^{-5} = 157,18 \text{ Н/мм}^2 \leq 200 \div 350 \text{ Н/мм}^2$$

Визначаємо моменти інерції J_y розрахункового перерізу у перпендикулярній площині хитання щодо осі у-у перерізу В-В:

$$J_y = [h_{\text{ш}} b_{\text{ш}}^3 - (h_{\text{ш}} - 2t_{\text{ш}}) \cdot (b_{\text{ш}} - a_{\text{ш}})^3] / 12$$

$$J_y = [31 \cdot 25^3 - (31 - 2 \cdot 5) \cdot (25 - 5)^3] / 12 = 26364,6 \text{ мм}^4 = 26 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$$

Вплив повздовжнього вигину шатуна в площині, що є перпендикулярною площині хитання шатуна враховує коефіцієнт K_y :

$$K_y = 1 + (\sigma_e \cdot L_1^2 \cdot F_{\text{ср}} / (\pi^2 E_{\text{ш}} \cdot 4J_y)) = 1 + (980 \cdot 113,38^2 \cdot 280 / (3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 13000)) = 1,78$$

L_1 – 113,38 мм (довжина стержня шатуна)

В перетині В-В максимальна напруга в площині, що є перпендикулярною до площини хитання шатуна від стискаючої сили,:

$$\sigma_{\max y} = K_y P_{\text{сж}} / F_{\text{ср}} = 1,78 \cdot 0,03 / 35,5 \cdot 10^{-5} = 150,42 \text{ Н/мм}^2 \leq 200 \div 350 \text{ Н/мм}^2$$

В перетині В-В знаходимо мінімальну напругу від розтягуючої сили:

$$\sigma_{\min} = P_{\text{р}} / F_{\text{ср}} = -0,012 / 35,5 \cdot 10^{-5} = -33,8 \text{ Н/мм}^2$$

Визначаємо середню напругу:

$$\sigma_{\text{mx}} = (\sigma_{\max x} + \sigma_{\min}) / 2 = (157,18 + 33,8) / 2 = 95,49 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{\text{my}} = (\sigma_{\max y} + \sigma_{\min}) / 2 = (150,42 + 33,8) / 2 = 92,11 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{ax} = (\sigma_{\max x} - \sigma_{\min})/2 = (157,18 - 33,8)/2 = 61,69 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{ay} = (\sigma_{\max y} - \sigma_{\min})/2 = (150,42 - 33,8)/2 = 58,31 \text{ Н/мм}^2$$

Враховуючи технологічний і масштабний фактори концентрації напруги, визначаємо амплітудне напруження:

$k_{\sigma} - 1,3$ концентрація напруження

$\varepsilon_M - 0,86$ масштабний коефіцієнт

$\varepsilon_{\Pi} - 1,3$ для азоту коефіцієнт чутливості поверхні

$$\sigma_{акх} = \sigma_{ax} k_{\sigma} / \varepsilon_M \varepsilon_{\Pi} = 61,69 \cdot 1,3 / (0,86 \cdot 1,3) = 71,73 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{аку} = \sigma_{ay} k_{\sigma} / \varepsilon_M \varepsilon_{\Pi} = 58,31 \cdot 1,3 / (0,86 \cdot 1,3) = 67,8 \text{ Н/мм}^2$$

Отже

$$(\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}) / (1 - \beta_{\sigma}) = 0,25$$

$$\sigma_{акх} / \sigma_{mx} = 71,72 / 95,49 = 0,75 > (\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}) / (1 - \beta_{\sigma})$$

$$\sigma_{аку} / \sigma_{my} = 67,8 / 92,11 = 0,73 > (\beta_{\sigma} - \alpha_{\sigma}) / (1 - \beta_{\sigma})$$

тоді за межею втоми визначаємо запаси міцності (переріз В-В):

$$n_{\sigma x} = \sigma_{-1p} / (\sigma_{акх} + \alpha_{\sigma} \sigma_{mx}) = 300 / (71,73 + 0,13 \cdot 95,49) = 3,56$$

$$3,56 > 1,5$$

$$n_{\sigma y} = \sigma_{-1p} / (\sigma_{аку} + \alpha_{\sigma} \sigma_{my}) = 300 / (67,8 + 0,13 \cdot 92,11) = 3,76 > 1,5$$

$$3,76 > 1,5$$

3.4.5. Клинопасова передача

Вихідні дані:

$N_{дв} = 0,50$; $D_1 = 90$ мм, $D_2 = 134$ мм, $n_{дв} = n_1 = 1490$ об/хв, $n_2 = 1028$ хв⁻¹

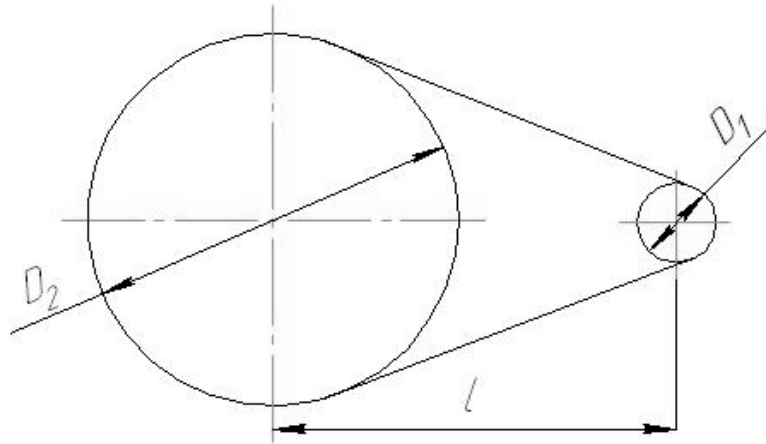


Рис. 3.7. Клинопасова передача (схема).

Знаходимо довжину ремня розрахункову:

$$L_{\delta} = 2l + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (3.12)$$

$L = 1060$ мм (ГОСТ 12843-80L)

$$L_{\delta} = 2 \cdot 1060 + (3,14/2) \cdot (90 + 134) = 2471,7$$

Діаметри шківів – D_1, D_2 , мм

$$\alpha_1 = 180 - \frac{(D_1 + D_2)60^\circ}{l}, \text{ град} \quad (3.13)$$

$$\alpha_1 = 180 - \frac{(90 + 134)60^\circ}{1060} = 167,32 \text{ (град)}$$

Кут, що знаходиться між гілками ремня визначаємо за формулою:

$$\gamma = 180 - \alpha_1, \text{ град} \quad (3.14)$$

$$\gamma = 180 - 167,32 = 12,68 \text{ (град)}$$

Знаходимо передаточне число:

$$i = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} = 0,67 \quad (3.15)$$

Визначаємо пробіг ремня:

$$U = \frac{v}{l}, \text{ шт.} \quad (3.16)$$

швидкість ремня – v , м/с

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60000}, \text{ м/с} \quad (3.17)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 1490}{60000} = 7 \text{ (м/с)}$$

Кількість пробігів:

$$U = \frac{7}{1,06} = 6,62 \text{ (шт)} < 15 \quad (\text{задовольняє})$$

Переріз ремня можемо вибрати, враховуючи потужність двигуна та обороти, враховуємо перетин

Б: $h = 10$ мм, $b_p = 15$ мм, $\varphi = 40^\circ$, $b = 14$ мм, $F = 1,4$ см²

Визначимо число перегинів ремня:

$$n = Um, \text{ шт.} \quad (3.18)$$

при включенні натяжних роликів в межах передачі визначаємо число шківів – m

$$n = 6,62 \cdot 2 = 13,24 \text{ (шт)}$$

Визначаємо потужність веденого валу:

$$N_2 = \eta N_1, \text{ Вт} \quad (3.19)$$

$\eta - 0,8 \dots 0,95$ (ККД)

$$N_2 = 0,95 \cdot 1 = 0,95 \text{ (кВт)}$$

Визначаємо крутні моменти ведучого (M_1) та веденого (M_2) валів:

$$M_1 = 9,55 \frac{1}{1490} = 0,006 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

$$M_2 = \eta M_1, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.20)$$

$$M_2 = 0,95 \cdot 0,67 \cdot 0,006 = 0,038 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

Враховуючи кут обхвату передачі (швидкості, режиму роботи), визначаємо робоче напруження за формулою:

$$\kappa = \kappa_o C_1 C_2 C_3, \text{ Н/м}^2 \quad (3.21)$$

C_1, C_2, C_3 – коефіцієнти, які враховують:

C_1 – вплив кута обхвату

C_2 – режим роботи передачі

C_3 – вплив швидкості ременя:

$$C_3 = 1,05 \dots 0,0005 v^2 \quad (3.22)$$

$$\kappa = 140 \cdot 0,91 \cdot 0,92 \cdot 1,2 = 140 \text{ (Н/м}^2\text{)}$$

Визначаємо колове зусилля за формулою:

$$P = \kappa \cdot F, \text{ Н} \quad (3.23)$$

$$P = 140 \cdot 1,38 = 193,2 \text{ (Н)}$$

Потужність робоча одного ременя:

$$N_1 = N_o C_1 C_2, \text{ кВт} \quad (3.24)$$

$$N_o = 2,18 \text{ кВт}$$

$$N_1 = 2,18 \cdot 0,92 \cdot 0,91 = 1,8 \text{ (кВт)}$$

Визначаємо кількість ременів, які беруть участь одночасно у передачі крутного моменту:

$$z = \frac{N}{N_o C_1 C_2}, \text{ шт.} \quad (3.25)$$

$$z = \frac{1}{2,18 \cdot 0,9 \cdot 0,92} = 0,55 \text{ (шт.)}, \text{ приймаємо } z = 1 \text{ шт.}$$

Визначаємо роботу ременя з позиції довговічності:

$$T = \frac{T_0}{n} \xi_i \xi_H \xi_K, \text{ год} \quad (3.26)$$

$$T = \frac{1400}{2} \cdot 1,95 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 1801,8$$

T_0 – довговічність ременя для передачі шківів

ξ_i, ξ_H, ξ_K – коефіцієнти, що враховують вплив на довговічність

ξ_i – передаточного числа

ξ_H – навантаження

ξ_k – конструкції ременя

3.4.6. Розрахунок вала змішувача

Для розрахунку необхідно визначити сили, які діють на вал, від шківа та шатуна. У горизонтальній та вертикальній площинах прикладаємо сили, що діють на вал, до осі валу.

Вихідні дані: $a = 0,03$ м; $b = 0,09$ м; $c = 0,07$ м; $F = 654,64$ Н; $T_{кр} = 40$ Н·м.

Від клинопасової передачі сила визначається за формулою:

$$F_B = 2F_0 \cos \frac{\beta}{2}, \text{ Н} \quad (3.27)$$

де S – площа перерізу у ременя, м^2 ($1,36 \text{ см}^2$)

σ_0 – напруга ременя початкова, Па ($1,6 \text{ Н/мм}^2$)

F_0 – сила натягу ременя попередньо, Н

β – кут, що знаходиться між гілками ременя, град

$$F_0 = \sigma_0 S, \text{ Н} \quad (3.28)$$

$$F_0 = 1,6 \cdot 10^6 \cdot 1,36 \cdot 10^{-4} = 217,6 \text{ (Н)}$$

$$F_B = 2 \cdot 217,6 \cdot \cos \frac{13,36}{2} = 400,38 \text{ (Н)}$$

Складаємо рівняння, щоб визначити діючі реакції у вертикальній площині:

$$\sum M_A = -F^B \cdot a + R_B^B \cdot b - F_B \cdot (b + c) = 0 \quad (3.29)$$

$$R_B^B = \frac{654,64 \cdot 0,03 + 400,38(0,09 + 0,07)}{0,09} = 930 \text{ (Н)}$$

$$\sum M_B = -F \cdot (a + b) + R_A^B \cdot b - F_B \cdot c = 0 \quad (3.30)$$

$$R_A^B = \frac{654,64(0,03 + 0,09) - 400,38 \cdot 0,07}{0,09} = 561,6 \text{ (Н)}$$

Перевіряємо правильність розрахунків.

По епюрі згинальних моментів складаємо рівняння і визначаємо, які реакції діють в горизонтальній площині. Реакції дорівнюють нулю, бо немає сил дії в горизонтальній площині.

Епюра сумарних моментів визначається:

$$M_{\sum C_{\min}} = \sqrt{(M_C^z)^2 + (M_C^y)^2} \quad (3.31)$$

Вона буде дорівнювати епюрі згинальних моментів:

$$M_{\sum C_{\text{екв}_{\min}}} = \sqrt{T_{\text{кр}}^2 + M_u^2} \quad (3.32)$$

Робим висновок з розрахунків, що в точці С перетин валу є найбільш небезпечним.

А в точці В – найбільше навантаження, яке діє на вал.

Діаметр валу приймаємо 20 мм. Сталь 45 $\sigma_B = 600 \text{ Н/мм}^2$ вибираємо.

σ_T дорівнює 360 Н/мм^2

При складному опорі перевіряємо на міцність вал для діаметру 20 мм.

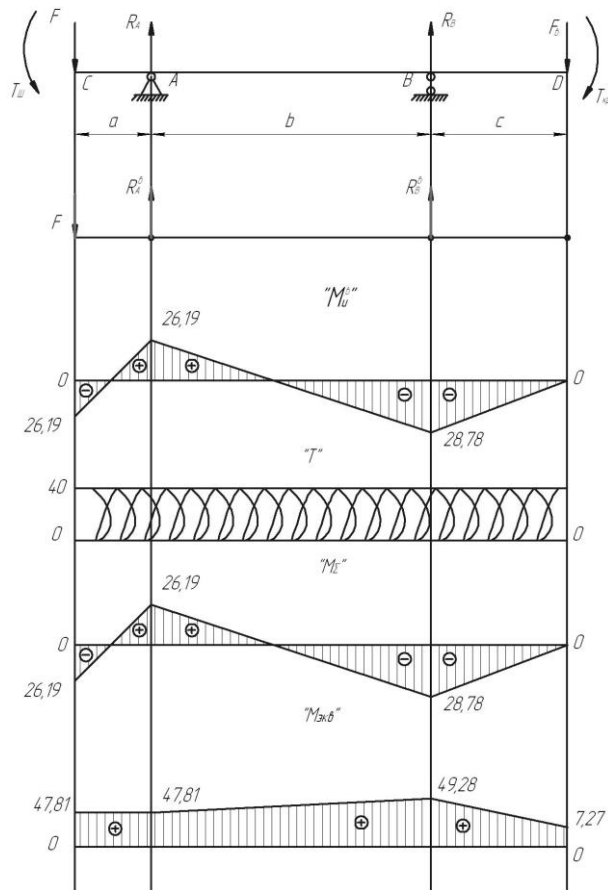


Рис. 3.8. Розрахункова схема і побудова епюр.

Нормальні напруження вигину будуть такі:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W, \text{ Н/мм}^2 \quad (3.33)$$

$$W = \pi d^3 / 32, \text{ мм}^3 \quad (3.34)$$

$$W = 3,14 \cdot 20^3 / 32 = 385 \text{ (мм}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = 49,28 / 385 = 0,06 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

Визначаємо дотичні напруження кручення:

$$\tau_{\max} = M_{\text{кр}} / W_p, \text{ Н/мм}^2 \quad (3.35)$$

$$W_p = \pi \cdot d^3 / 16, \text{ мм}^3 \quad (3.36)$$

$$W_p = 3,14 \cdot 20^3 / 16 = 1530 \text{ (мм}^3\text{)}$$

$$\tau_{\max} = 29,18 / 1530 = 0,02 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

Скористаємось теорією міцності IV, щоб перевірити міцність вала:

$$\sigma_{\text{KBIV}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \quad (3.37)$$

$$\sigma_{\text{KBIV}} = \sqrt{0,08^2 + 3 \cdot 0,02^2} = 0,087 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

$$[\sigma] = 0,8\sigma_T = 0,8 \cdot 3690 = 288 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

$$\sigma_{\text{KBIV}} = 0,087 \leq [\sigma] = 288 \text{ Н/мм}^2$$

Перевіримо опору втоми вала на міцність. Визначимо за формулою запас опору втоми:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_t}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_t^2}} \geq [S] = 1,5; \quad (3.38)$$

S_σ – запас опору втоми через напруження вигину

S_t – запас опору втоми через напруження кручення

$[S]$ – допустимий коефіцієнт запасу

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_a \cdot K_\sigma}{K_d \cdot K_f} + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} \quad (3.39)$$

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_a \cdot K_{\tau}}{K_d \cdot K_f} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}, \quad (3.40)$$

де σ_a, τ_a – амплітуди напруження (змінні складові)

σ_a, τ_a – постійні складові

$\psi_{\sigma}, \psi_{\tau}$ – коефіцієнти корекції

σ_{-1}, τ_{-1} – межі витривалості

K_d – масштабний коефіцієнт

K_f – коефіцієнт шорсткості

K_{σ}, K_{τ} – коефіцієнти напруження згину і кручення

Визначаємо амплітуди постійних і змінних складових циклу напружень:

а) $\sigma_m = 0$ (при згині відсутні розтягуючі зусилля):

$$\sigma_a = \sigma = 36,8 \text{ Н/мм}^2$$

б) при скручуванні визначаємо τ_m

$$\tau_m = \tau_a = 0,5 \cdot \tau = 0,5 \cdot 12,3 = 6,15 \text{ Н/мм}^2$$

Механічні характеристики матеріалу визначають ψ_{σ} і ψ_{τ} (середньовуглецеві сталі):

$$\psi_{\sigma} = 0,1, \psi_{\tau} = 0,05$$

Визначаємо межі витривалості:

$$\sigma_{-1} = 0,5 \cdot \sigma_B = 0,5 \cdot 600 = 300 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{-1} = 0,3 \cdot \sigma_B = 0,3 \cdot 600 = 180 \text{ Н/мм}^2$$

Є жолобник у небезпечному перерізі вала, отже

$$K_{\sigma} = 1,87 \quad d = 20 \text{ мм}$$

$$K_{\tau} = 1,6 \quad K_d = 0,96$$

$$K_f = 0,92 \quad (\text{для чистового обточування})$$

По вигину запас опору втомі можна визначити:

$$S_{\sigma} = \frac{300}{\frac{38,8 \cdot 1,87}{0,96 \cdot 0,92} + 0,1 \cdot 0} = 3,7 \approx 4$$

По крученню запас опору втомі можна визначити:

$$S_{\tau} = \frac{180}{\frac{6,15 \cdot 1,6}{0,96 \cdot 0,92} + 0,05 \cdot 6,15} = 21,6 \approx 22$$

Запас опору втомі визначаємо:

$$S = \frac{2 \cdot 22}{\sqrt{4^2 + 22^2}} = 1,97$$

$S > [S]$ – виконується умова запасу міцності

3.4.7. Розрахунок підшипників

Вихідні дані:

F_r – радіальне навантаження на підшипник, що навантажений найбільше (1021,95 Н)

n – частота обертання валу (1028 об/хв)

d – діаметр валу (20 мм)

L – час в годинах (500 год)

Вибираємо підшипник 204 (6204)

Статична навантаженість (C_0)

$\sim 6,55 - 6,7$ кН

Гранична частота обертання – 18000 – 2000 об/хв (рідке мастило)

Маса 0,106 – 0,11 кг

Виробляється із підшипникової сталі марок ШХ 15

$C_0 = 6500$ Н

$n_{\text{пред}} = 18000$ об/хв

Еквівалентне навантаження на підшипник:

$$P = (x \cdot v \cdot F_r + y \cdot F_a) \cdot K_\sigma \cdot K_m, \quad (3.41)$$

F_r, F_a – радіальна, осьова сила

Коефіцієнти:

x, y – радіальної, осрової сили

v – обертання (v_1 – внутрішнє кільце)

K_σ – безпеки, (1,3 – помірні поштовхи)

K_t – температурний (1, якщо $t < 100^\circ\text{C}$)

Можна визначити e

$$\frac{F_a}{C_0} = 0 \Rightarrow e = 0,19$$

Можемо визначити x, y

Можемо знайти відношення:

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = 0 < e \Rightarrow x = 1, y = 0,$$

Еквівалентне навантаження:

$$P = (1 \cdot 1 \cdot 1024,95 + 0) \cdot 1,3 \cdot 1 = 1332,44 \text{ Н}$$

Визначаємо за формулою радіус підшипника:

$$L_k = \left(\frac{C_0}{P} \right)^m \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}, \text{ год} \quad (3.42)$$

$t = 3$ (для шарикопідшипників)

$$L_k = \left(\frac{6500}{1332,44} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1028} = 7908,56 \text{ (ггд)}$$

$L_k > L$ (виконується умова довговічності)

3.4.8. Розрахунок шпонки

Шпонку підбираємо по діаметру вала.

Шпонка призматична ГОСТ 23360-78

Розміри за ГОСТом для шпонки 20 мм діаметра:

$T = 40 \text{ Н·м}$ (крутний момент)

$b = 6 \text{ мм}$ (ширина шпонки)

$h = 6 \text{ мм}$ (висота шпонки)

$t = 3,5 \text{ мм}$ (глибина паза валу)

$l = (6 \dots 500 \text{ мм})$

Приймаємо довжину 30 мм

Шпонку перевіримо на зминання:

$$\sigma_{\text{нi}} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t) \cdot l} \leq [\sigma]_{\text{ci}}, \quad (3.43)$$

$[\sigma]_{\text{зм}} = 100 \text{ Н/мм}^2$ (допустиме напруження через зминання)

$$\sigma_{зм} < \frac{2 \cdot 40}{0,02 \cdot (0,006 - 0,0035) \cdot 0,030} = 53 \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right)$$

$\sigma_{зм} < [\sigma]_{зм}$ – виконується умова міцності.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Охорона праці – це комплексна система заходів, які спрямовані на те, щоб кожен працівник повернувся додому живим і здоровим. Охорона праці регулюється Законом України «Про охорону праці» та іншими нормативними документами. Вона має кілька напрямків діяльності: правові заходи, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні.

Головне завдання кожного підприємства:

- створення служби охорони праці;
- проведення інструктажів;
- атестація робочих місць;
- забезпечення засобами індивідуального захисту;
- розслідування нещасних випадків.

4.1. Аналіз стану безпеки праці та проведення робіт, спрямованих на захист робітників від нещасних ситуацій у ТОВ АФ «Колос»

Відповідно до закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ АФ «Колос» гарантує кожному працівнику право на охорону праці під час укладання трудового договору. Працівника інформують про умови праці та про небезпечні та шкідливі моменти на робочому місці. Це первинний інструктаж, який фіксується в спеціальному журналі інструктажів.

Двічі на рік всі працівники «Колос» МП проходять повторний інструктаж на робочому місці з ТБ, що теж фіксується в журналі інструктажів.

В ТОВ АФ «Колос» проводять і позаплановий інструктаж, якщо виникає ситуація, що вимагає його негайно провести, а також цільовий інструктаж у випадках необхідності провести певні роботи, що можуть бути небезпечними. Працівників на АФ допускають до роботи тільки після інструктажу та стажування, перевірки теоретичних знань та набуття навичок безпечної роботи на місці. Обов’язково проводиться атестація робочих місць за умовами праці. Для цього створюється атестаційна комісія.

На підприємстві створена служба охорони праці, є відповідальні особи, ними розроблені спеціальні інструкції. Робітники їх отримують відповідно до свого робочого місця. Є також спеціальні куточки та кабінети з безпеки праці. Наприклад, в кабінеті інженера з ТБ є спеціальна література та плакати, інструкції.

Він і сам проводить роз’яснення та рекомендації як у своєму кабінеті, так і виїжджаючи на робочі місця. Інженер перевіряє, як робітники облаштували робочі місця, як вони забезпечені миючими, дезінфікуючими засобами, засобами індивідуального захисту. Добре, що робітники можуть відпочити в спеціально створених кімнатах відпочинку.

Протягом трудової діяльності працівники проходять медогляди, а на шкідливих роботах – щорічно. Це є обов’язковим для всіх робітників.

Відповідає за ТБ керівник АФ «Колос». Він також проводить організацію розслідування щодо нещасних випадків, аварій, ведення обліку.

За підсумками розслідування складається акт про нещасний випадок, а один примірник дається робітнику.

Інформація про результати розслідування та робочих місць надається працівникам.

Можна визначити за формулою показник частоти травматизму:

$$K_{\text{ч}} = T \cdot \frac{1000}{n_p}, \quad (4.1)$$

n_p – середня кількість працівників, чол.

T – кількість потерпілих, що втратили працездатність або померли, чол.

Показник тяжкості травматизму:

$$K_T = \frac{D_n}{T}, \quad (4.2)$$

D_n – число днів непрацездатності

T – число постраждалих, що втратили працездатність

Коефіцієнт непрацездатності:

$$K_H = \frac{D_n \cdot 1000}{n_p}, \quad (4.3)$$

n_p – кількість робітників

D_n – число днів непрацездатності

Стан виробничого травматизму проаналізуємо за табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Стан виробничого травматизму

Показники травматизму	Роки		
	2020	2021	2022
Середня кількість робітників за рік, чол.	295	192	188
Кількість нещасних випадків	3	1	0
Кількість днів непрацездатності,	42	21	–
Коефіцієнти:			
– частота травматизму	10,16	5,2	0
– тяжкість травматизму	14	21	0
– непрацездатності	142,4	109,4	0

2020 р.

$$K_{\text{ч}} = \frac{3 \cdot 1000}{295} = 10,16$$

$$K_{\text{т}} = \frac{42}{3} = 14$$

$$K_{\text{н}} = \frac{42 \cdot 1000}{295} = 142,4$$

2021 р.

$$K_{\text{ч}} = \frac{1 \cdot 1000}{192} = 5,2$$

$$K_{\text{т}} = \frac{21}{1} = 21$$

$$K_{\text{н}} = \frac{21 \cdot 1000}{192} = 109,4$$

З таблиці видно, що невелика кількість нещасних випадків. Їх кількість зменшилась, коефіцієнти знизились, а 2022 р. не спостерігалось нещасних випадків взагалі. Найбільша кількість травм і нещасних випадків відбулась в машино-ремонтній майстерні.

Комісія, яку очолив інженер з техніки безпеки, проводила розслідування нещасних випадків.

Вони ведуть облік кількості днів непрацездатності, нещасних випадків. Інженер складає звіт, враховуючи пояснювальні записки, що йому надають як відповідальні особи за ТБ на ділянці, де трапився нещасний випадок, так і самі постраждалі особи.

Не було в господарстві важких випадків, зі смертельним наслідком. (їх розслідують особливо). Також аналізують причини нещасних випадків. Вони трапляються найчастіше через низьку трудову дисципліну, недотримання техніки безпеки, несправність механізмів.

З таблиці 4.2 ми бачимо аналіз причин нещасних випадків.

Табл. 4.2. Причини нещасних випадків

Причини	Роки
---------	------

	2020	2021	2022
Недотримання вимог безпеки	1	1	
Несправність машин і обладнання	-	-	-
Порушення трудової дисципліни	2		
Всього:	3	1	

З цієї таблиці ми бачимо, що недотримання трудової дисципліни та недотримання вимог безпеки – головні причини травматизму на фермі. Це свідчить про те, що треба проводити більше заходів з охорони праці в господарстві.

Кошти, що вкладає фірма у фінансування охорони праці можемо спостерігати за таблицею 4.3.

Таблиця 4.3. Витрати на охорону праці

Матеріальні показники	Витрати , тис. грн.		
	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Виплати по лікарняним листам	27	18	-
Вартість пошкодженого обладнання	16	14	-
Вартість штрафних санкцій	3	-	-
Кількість засобів, що вклали в охорону праці	56	62	68

З таблиці видно, що кількість засобів, що вкладають в охорону праці, безпеку праці, зростають з кожним роком.

Але цього недостатньо. Треба ще створювати кращі умови праці, безпечніші, а також використовувати знаряддя, що більш безпечні.

В таблиці 4.4 відображені такі заходи.

Таблиця 4.4. Заходи щодо поліпшення безпеки праці

Заходи	Відповідальний	Терміни заходів
1	2	3
1. Для робітників усіх професій	Інженер з ОП	січень-

провести курсове навчання з охорони праці		березень
2. Забезпечити засобами індивідуального захисту всіх робітників	Зам. директора	лютий
3. Здійснювати регулярний контроль за впровадженням заходів з охорони праці у виробництво	Відповідальні особи, інженер з ТБ, директор	кожного кварталу
4. Перевіряти на робочих місцях інструкції з ТБ	Начальники дільниць	кожного місяця
5. Перевіряти наявність спецодягу, видавати за потреби	Начальники дільниць	кожного місяця
6. Здійснювати перевірку питної води	Заст. дир. по господ. частині	кожного місяця
7. Перевірити важкопідйомні засоби	Інженер з ОП, головний інженер	раз на квартал
8. Контроль здійснювати за поставками молока для категорії працівників, що мають шкідливі умови праці	Директор	Постійно
9. На ремонтному підприємстві створити кімнату для відпочинку	Інженер з ОП	січень
10. В місцях для куріння поставити засоби пожежогасіння	Головний інженер	березень
11. Забезпечити складські приміщення засобами пожежогасіння	Головний інженер	лютий

Продовження таблиці 4.4

1	2	3
12. Провести інструктаж робітників з пожежної безпеки	Інженер з ОП	травень
13. Перевірити всі запобіжні пристрої, обладнання	Начальники дільниць	квітень
14. Перевірити справність, придатність засобів пожежогасіння	Начальники дільниць	квітень, травень
15. Забезпечити проходження всіма працівниками фірми флюорографії.	Директор	травень
16. Перевірити вентиляційні канали та провести очищення їх	Начальники дільниць	травень
17. Відремонтувати старі та виготовити нові підставки металеві для автомобілів, тракторів	Майстер цеху	червень
18. Відремонтувати душову кабінку	Майстер цеху	червень
19. Провести заходи, спрямовані на підготовку до перевірки державного технічного огляду	Директор, інженер з ТБ	червень
20. Перевірити знання основних виробничих працівників з ТБ	Інженер з ОП	серпень
21. Перевірити всі опалювальні системи	Начальники дільниць	серпень
22. Всі робочі місця забезпечити аптечками	Заст. дир. по господ. частині	серпень
23. Всіх працівників робітничої сфери забезпечити новим спецодягом	Заст. дир. по господ. частині	вересень
24. Проводити інструктаж з ТБ робітників МРМ під час ремонтних робіт	Начальники дільниць	Раз на пів року
25. Сприяти проходженню	Директор,	жовтень-грудень

курсowego навчання працівників з ТБ	інженер з ОП	
-------------------------------------	--------------	--

Таким чином ми бачимо, що безпека життєдіяльності в задовільному стані. Проводяться інструктажі у господарстві з безпеки життєдіяльності, існує план евакуації для поведінки в надзвичайної ситуації. Однак ми можемо спостерігати, що з 2020-2022 років були аварії та нещасні випадки на виробництві.

На щастя, не було випадків зі смертельним результатом, проте були з важкими та легкими наслідками.

Тому можна зробити висновок, що більше уваги треба приділяти на інструктажі на робочому місці, безпечній праці. Самі працівники також повинні дбати про своє здоров'я, безпеку, а також про оточуючих людей при виконанні робіт, виконувати вимоги по ТБ, дотримуватись правил поведінки з устаткуванням, машинами.

Він також несе відповідальність за порушення вимог, як і адміністрація господарства.

Хотілося б зупинитись і на деяких негативних моментах щодо безпеки праці на фірмі.

- Так, неприємне враження справляє безпорядок у машинно-ремонтному цеху. Там в проходах навіть під час напружених робіт, можна побачити предмети, що заважають прохід (ганчір'я, сміття тощо)

- Температура в опалювальний сезон нижча допустимої (економія ресурсів опалення)

- Цех потребує більшої кількості умивальників, потрібна кімната для відпочинку

- Потребують огорожі агрегати, що мають обертові органи (компресори, карданні передачі тощо)

- Не вистачає обладнання та допоміжного інструменту

- Технічний огляд обладнання давно не проводився

4.2. Організація протипожежної безпеки

Створений спеціалізований підрозділ, який поєднує функції протипожежного захисту та охорони об'єкта. Він здійснює контроль за дотриманням протипожежного режиму, чергує на постах. У разі виникнення пожежі має рятувати людей та майно. Але є і недоліки. Так на збиральних роботах відсутні вогнегасники, без іскрогасників вихлопні системи в агрегатах використовуються; є тільки пісок, лопати, мітла на комбайнах як засоби пожежогасіння.

Очищення комбайнів щозмінні від залишків пожежонебезпечних не завжди виконуються. Інженер з ТБ, що здійснює контроль, не завжди записує в журнал про ці недоліки.

4.3. Заходи електробезпеки

Захист від електронебезпеки – це система технічних засобів та організаційних заходів, що запобігають впливу електричного струму на людей.

Заходи спрямовані на запобігання дотику до струмопровідних частин. Це захисне заземлення, тобто з'єднання металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою. Використовується також і захисне автоматичне вимкнення для швидкого (0,1...0,2 с) відключення установки при небезпеці. Використовується також занулення, ізоляція струмопровідних частин, мала напруга.

Електричні мережі 380/220 В напруги використовують в сільському господарстві. Нульовий провід через порушення ізоляції може бути під напругою. При короткому замиканні відключається аварійна ділянка, бо провід глухо заземлений, а запобіжник гарантує відключення. Необхідно перевіряти 1 р. на рік ланцюг між елементами заземлення.

Якщо ж установка 1000 В, перевіряти треба також 1 раз на рік.

Використовуючи спеціальні прилади, треба перевіряти опір пристроїв заземлення на електроустановках 1 раз на рік.

Загальний вимикач для всіх електроустановок встановлюють на електророзподільному щиті.

Застосовують електродвигуни сільськогосподарських типів, корозійностійкі, хіміостійкі, вологостійкі.

На робочих місцях мають бути встановлені пиловодонепроникні кнопки в необхідній кількості для включення та виключення. Розподільні щити із запобіжниками мають розташовані бути від будівлі до 3 метрів відстані.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОБГРУНТОВАНІСТЬ ПРОЄКТУ

Дипломний проєкт спрямований на підвищення рівня механізації молочної ферми, а саме – на приготування комбікормів. Даний проєкт пропонується для зниження витрат за рахунок використання сировини власного виробництва, скорочення витрат на транспортні перевезення.

Пропонується розробку цеху та механізацію проводити в тих господарствах, де ферма має 400-600 голів. Власні кошти господарства можуть бути долучені для капіталовкладення або зацікавлений у розвитку господарства інвестор.

5.1. Розрахунок капіталовкладень

Виконаємо розрахунок за формулою:

$$K = C_{об} + Z_{дост} + Z_{монт} + Z_{навч} \quad (5.1)$$

Витрати

$C_{об}$ – устаткування, грн

$Z_{дост}$ – доставки, грн

$Z_{монт}$ – монтаж, грн

$Z_{навч}$ – навчання персоналу, грн

До складу технологічної схеми входить устаткування, вказане в табл.

5.1.

Таблиця 5.1. Вартість обладнання (технологічна схема)

Найменування устаткування	Кількість	Вартість, грн.
1. Дробарка	1	12000
2. Бункер-дозатор	2	28000
3. Бункер-дозатор для мікродобавок	1	28000
4. Електродвигун	2	11000
5. Шнек горизонтальний	1	25000
6. Норії	2	25000
7. Бункер для готової продукції	1	28000
8. Всього		157000

Витрати на монтаж:

$$Z_{\text{монт}} = Z_{3/n} + H_B, \quad (5.2)$$

$Z_{3/n}$ – зар. плата, грн

H_B – витрати накладні (120% від $Z_{3/n}$), грн

Витрати на зарплату

$$Z_{3/n} = (T_{\phi} + D) \cdot K_p \cdot K_{\text{від}} \cdot K_{\text{соц}} \quad (5.3)$$

За формулою визначаємо тарифний фонд:

$$T_{\phi m} = K \cdot n \quad (5.4)$$

K – місячний посадовий оклад

n – кількість робітників

$T_{\phi p}$ – річний тарифний фонд, $T_{\phi m}$ – місячний тарифний фонд

D – преміальний фонд ($D = 10\%$ від T_{ϕ}), грн.

Коефіцієнти:

$K_p = 1,15$ – районний

$K_{від} = 1,67$ – відпускних відрахувань

$K_{соц} = 1,37$ – соціального страхування

T_c – тарифна ставка, грн

$K_{год}$ – кількість годин/рік

Годинна тарифна ставка визначається:

$n_{год}$ – кількість годин роботи

$$T_c = T_{фр} \cdot n_{год} \quad (5.5)$$

Тарифна ставка:

$$T_c = \frac{M_o \cdot K_{роз} \cdot K_B}{K_M} \quad (5.6)$$

$M_o = 3047$ грн/міс (мінімальний оклад)

Коефіцієнти:

$K_{роз}$ – розряду

$K_B = 1,5$ – складності

$K_M = 168$ (кількість робочих годин за місяць)

Податки в бюджет, що нараховує підприємство:

ЄСВ – єдиний соціальний внесок (22%)

ПДФО (18%)

Військовий збір (5%)

Визначення місячного посадового окладу:

$$K = M_o \cdot k \quad (5.7)$$

K – місячний посадовий оклад

M_o – розрядна тарифна ставка 1 розряду (мінімальний оклад)

$K_{роз}$ – коефіцієнт розряду

Розрахуємо оклад на 2025 рік:

начальник цеху (6 розряд) та

двох працівників (3 розряд).

Оклад 1-го тарифного розряду – 3195 грн

$$K = 3195 \cdot 1,18 = 3770,10 \text{ грн (3 розряд)}$$

$$K = 3195 \cdot 1,45 = 4632,75 \text{ грн (6 розряд)}$$

$$K_{роз} \text{ 3 розряду} = 1,18$$

$$K_{роз} \text{ 6 розряду} = 1,45$$

$$T_{фм} = K_{роз} \cdot n \quad (5.8)$$

$$3770,10 \cdot 2 = 7540,20 \text{ грн (для двох робітників)}$$

$$4632,75 \cdot 1 = 4632,75 \text{ грн (для одного робітника)}$$

Визначаємо річний тарифний фонд

$$T_{фр} = 7540,20 \cdot 12 = 90482,40 \text{ грн (для двох робітників 3 розряду)}$$

$$T_{фр} = 4632,75 \cdot 12 = 55593 \text{ грн (фонд начальника цеху)}$$

$$\text{Сумарні витрати: } 90482,40 + 55593 = 146075,40 \text{ грн}$$

Зауважуємо, що якщо оклад нижчий за мінімальну заробітну плату 2025 р. (8000 грн), фактичні виплати будуть вищими через доплату обов'язкову до мінімальної зарплати.

Розраховуємо годинну тарифну ставку:

$$T_c = 55593 / 2112 = 26,32 \text{ грн/год (начальника цеху)}$$

$$T_c = 90482,40 / 2112 = 42,84 \text{ грн/год (за двох робітників)}$$

$$42,84 / 2 = 21,42 \text{ грн/год (одного робітника)}$$

Сума виплат для підприємства буде вищою, бо треба врахувати ще податки.

ЄСВ за ставкою 22% (платить роботодавець)

$$146075,40 \cdot 0,22 = 32136,59 \text{ грн}$$

$$\underline{H_B} = 178212 \cdot 120 / 100 = 213854,4 \text{ грн}$$

$$\underline{З_{монт}} = 178212 + 213854,4 = 392066,4 \text{ грн}$$

$$K = 157000 + 392066,4 = 549066,4 \text{ грн}$$

Із зарплати робітників вираховується військовий збір (5%). Всього 7303,77 грн.

ПДФО (18%). Всього 36300,31 грн.

Розрахунок тарифного фонду наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2. Тарифний фонд

Посада робітника	Кількість	Розряд	Коефіцієнт розряду	Час роботи, год.	Тарифна ставка, грн/год	Тарифний фонд, грн
1. Начальник цеху	1	6	1,45	2112	26,32	55593
2. Допоміжний працівник	2	3	1,18	2112	21,42 21,42	90482,40
3. Всього	3					146075,40

ЄСВ (22%)

$146075,40 \cdot 0,22 = 32136,59$ грн

Сума виплат для підприємства

$146075,40 + 32136,59 = 178211,9$ грн

5.2. Розрахунок економічної ефективності

Розраховуємо за формулою проєктну технологію, яка підвищує якість кормів, але не збільшує обсяг виробництва:

$$E_{\phi} = C_{\phi} - C_n \quad (5.9)$$

C_{ϕ} – вартість комбікормів базова

C_n – вартість комбікормів за проєктною технологією

Вартість покупного корму за 1 т. – 15000 грн

Q – кількість річної продукції, т

Приймаємо річний обсяг продукції при повній завантаженості

$Q = 4000$ т (продуктивність 2 т/год)

Визначаємо суму на транспортування кормів:

$$З_{mp} = Q \cdot n_T \cdot C_{TKM}, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$З_{mp}$ – транспортування комбікормів, грн

n_T – відстань перевезення – 10 км

C_{TKM} – вартість тонно-кілометра – 10 грн

$$З_{mp} = 4000 \cdot 10 \cdot 1,0 = 40000 \text{ грн}$$

Базова вартість:

$$C_{\bar{o}} = C_m \cdot Q + З_{mp} \quad (5.11)$$

$$C_{\bar{o}} = 4000 \cdot 13000 + 40000 = 52040000 \text{ грн}$$

Вартість за новою технологією:

$$C_n = З_{з/н} + З_a + З_p + З_{сир} + З_E + З_{mp}, \quad (5.12)$$

Витрати:

$З_{з/н}$ – заробітна плата, грн

$З_a$ – амортизація, грн

$З_p$ – ремонт, грн

$З_{сир}$ – сировина, грн

$З_E$ – електроенергія, грн

$З_{mp}$ – транспорт, грн

Розрахуємо за формулою витрати на обладнання та амортизацію будівлі:

$$З_a = \frac{B \cdot H_a}{100} \quad (5.13)$$

B – балансова вартість устаткування, будівлі

H_a – норма відрахувань на амортизацію, на будівлю

Розрахуємо за формулою витрати на технічне обслуговування та ремонт:

$$Z_p = \frac{B \cdot H_{mp}}{100} \quad (5.14)$$

H_{mp} – норма відрахувань за рік на технічне обслуговування та ремонт будівлі і обладнання.

Дані наводимо в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Відрахування на ремонт та амортизацію

Найменування	Балансова вартість, грн	Норма відрахувань, %		Затрати, грн	
		H_a	H_{mp}	Z_a	Z_p
1. Обладнання	232730	14,6	16,0	33978,58	372368
2. Будівлі	284900	2,6	6,0	7407,4	17094
3. Всього	517630			41385,9	389462

Дані щодо витрат на сировину наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. Витрати на сировину

Найменування	Ціна, грн/т	Необхідна кількість сировини на 1 тону комбікормів, кг	Вартість, грн
1. Пшениця фуражна (15%)	10000	150	1500
2. Овес (20%)	9500	200	1900
3. Шрот/ макуха соняшникова (18%)	1300	180	2340
4. Висівки пшениці (12%)	10400	120	1248
5. Крейда кормова (1%)	4500	10	45
6. Сіль кухонна (1%)	8000	10	80
7. Премікс вітамінно-мінеральний (3%)	48000	30	1440
8. Ячмінь мелений (30%)	11000	300	3300
Всього		1000	11853

Рецепт комбікормів для корів НК-60 (базовий для дійних корів із середньою продуктивністю 15-20 л молока на добу).

$$Z_{cup} = Q \cdot C = 4000 \cdot 11853 = 47412000 \quad (5.15)$$

Q – кількість т/рік

C – ціна, грн/т

Витрати на транспортування:

$$Z_{mp} = S \cdot D \cdot K \cdot Q_n, \quad (5.16)$$

S – пройдений шлях за день автомобілем (км)

D – кількість днів роботи за рік (261 день)

K – оплата транспортних витрат (2,5 грн. за тонно-кілометр – норма оплати)

Q_n – кількість сировини, що перевозиться, т/добу (15,3)

$$Z_{mp} = 0,5 \cdot 261 \cdot 2,5 \cdot 15,3 = 4991,625 \text{ грн.}$$

За формулою визначаємо витрати на електроенергію:

$$Z_E = N_{ycm} \cdot D \cdot C_E \cdot K \quad (5.17)$$

N_{ycm} –установча змінна потужність, кВт

D – річна кількість робочих днів

C_E – вартість електроенергії

K – коефіцієнт завантаження (0,95)

Електродвигуни норії, вентилятора, електрообігрівача входять до схеми (табл. 5.5).

Таблиця 5.5. Електродвигуни, що входять до технологічної схеми (споживання кВт)

Електрообладнання	N, кВт	Кількість	Споживання, кВт
Електродвигун норії	0,8	2	12,6
Електродвигун вентилятора	5	2	82
Електрообігрівач	3,5	1	26,0
Всього			120,6

Електроенергія обладнання:

$$З_E = 120,6 \cdot 261 \cdot 4,32 \cdot 0,95 = 129180 \text{ грн}$$

Розраховуємо витрати на комбікорм за формулою:

$$C_n = Z_{з/н} + Z_a + Z_P + Z_{сир} + Z_E + Z_{тр}, \quad (5.18)$$

$$C_n = 178212 + 41386 + 389462 + 129180 + 4991 + 47412000 = 48155231 \text{ грн}$$

За формулою (5.7) розраховуємо економічний ефект:

$$E_\phi = C_o - C_n,$$

$$E_\phi = 5240000 - 48155231 = 3884769 \text{ грн}$$

Термін окупності розраховуємо за формулою:

$$T_0 = K/E_\phi, \text{ років} \quad (5.19)$$

K – капіталовкладення

E_ϕ – економічний ефект

$$T_0 = 549066,4/3884769 = 0,14 \text{ років}$$

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6. Техніко-економічні показники проєкту

Найменування показника	Значення
1	2
Капіталовкладення, всього грн	549066,4
– обладнання, грн	157000
Робочі дні (в рік)	261
Об'єм продукції за рік, т	4000
Годинна продуктивність, т/год	2
Виробничі затрати:	
– заробітна плата, грн	178212
– затрати на сировину, грн	47412000
– затрати на електроенергію, грн	129180
– затрати на амортизацію, грн	41386
– затрати на ТО і ремонт, грн	389462
– затрати на транспортні перевезення, грн	4991,625
Річна економія, грн	3884769
– ціна покупного корму, грн	13000
– вартість комбікорму за проєктом, грн/т	1278,56

ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті проаналізована господарська діяльність ТОВ Агрофірми «Колос» Білоцерківського району Київської області за 2020-2022 роки.

Друга частина проєкту містить розрахунок обладнання, яке необхідне для механізації деяких виробничих процесів молочної ферми Агрофірми «Колос».

У третій частині дипломного проєкту представлена конструкторська розробка для молочно-товарної ферми вібраційного змішувача-дозатора преміксів. Цей змішувач призначений для сипучих матеріалів. Він може використовуватися як в сільському господарстві, так і в інших галузях, як от: будівництво, медицина, харчова промисловість. Скрізь, де є необхідним одержання сипучих сумішей.

Завдяки інтенсифікації процесу змішування отримано позитивний результат від впровадження цього проєкту.

В четвертій частині проєкту проведено техніко-економічне обґрунтування. Результати розрахунків показують, що за показником собівартості запропонований проєкт кращий за вихідний.

Цей проєкт має економічний ефект за рік – 3884769 грн.

Вібраційний змішувач-дозатор преміксів має термін окупності 0,14 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Хмельовський В. С. та ін. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник. – К.: ЦП «Компринт», 2018. – 567 с.
2. Єгоров Б. В., Шаповаленко О. І., Макаринська А. В. Технологія виробництва преміксів: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 288 с.
3. Сироватко К. М., Зотько М. О. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 263 с.
4. Бойко І. Г., та ін. Машини та обладнання для тваринництва. Том 1. – Харків, 2006.
5. Дяченко Л. С., Сивик Т. Л., Бомко В. С. Основи технології виробництва комбікормів. Навчальний посібник. – Біла Церква, 2018.
6. Бусенко О. Т., Столюк В. Д., Штомпель М. В. Технологія виробництва продукції тваринництва: Підручник / За ред. О. Т. Бусенка. — К.: Аграрна освіта, 2001. (розділи про годівлю ВРХ).
7. Патрєва Л. С., Коваль О. А. Технологія виробництва продукції тваринництва : курс лекцій. — Миколаїв : МНАУ, 2017. — 277 с.
8. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. для студ. спец. 208 «Агроінженерія» / [уклад. Г. В. Поліон та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 100 с.
9. Сиротюк В. М. Машини та обладнання тваринництва: навч. посібник. – Львів: «Магнолія плюс», 2004.
10. Проектування генерального плану тваринницького підприємства : методичні вказівки. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2023.
11. Войцещук І. М. Механізація технологічних процесів молочнотоварної ферми з модернізацією змішувача дозатор преміксів : дипломний проект бакалавра : 208 Агроінженерія / Хмельницький нац. ун-т. – Хмельницький, 2023. – 105 с.

12. Шаповалов К. М. Удосконалення технологічної лінії приготування кормів на фермі великої рогатої худоби з розробкою змішувача-дозатора преміксів / Дипломний проєкт бакалавра. – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.
13. Білецький С.В. Удосконалення технологічного процесу приготування кормів на скотарській фермі з розробкою подрібнювача сіна / Дипломний проєкт. – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.
14. Василенко В. П. Механізація технологічних процесів приготування кормів на фермах ВРХ агрофірми «Гарантінвестагро» / Дипломний проєкт. – Вінницький НАУ, 2017.
15. Ефективність механізації приготування кормів на сімейній молочній фермі з використанням кормороздавачів-змішувачів // Машинознавство. – 2020.
16. Кулаковський І. В., Кірпи́чников Ф. С., Резник Є. І. Машини та обладнання для приготування кормів. Довідник. – М.: Росільгоспвидат, 1987.
17. Технічні каталоги сучасних змішувачів-дозаторів преміксів (DeLaval, Kuhn, Trioliet) за 2020–2025 рр.