

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення технологічного процесу видалення гною на
молочно-товарній фермі з розробкою штангового транспортера**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-2-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Кувшинов Максим Сергійович

Керівник: _____ Дудін Володимир Юрійович

Рецензент: _____ Леперда Володимир Юрійович

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем
Рівень вищої освіти: «Бакалавр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інжинірингу технічних систем
(назва кафедри)

ДОЦЕНТ
(вчене звання)

Дудін В.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кувшинов Максим Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою штангового транспортера

керівник проєкту Дудін Володимир Юрійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для видалення гною. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика господарства. 2. Удосконалення технологічного процесу видалення гною. 3. Розробка конструкції транспортера для видалення гною. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Транспортёр штанговий. 3. Штанга. 4. Штанга. 5. Упор. 6. 7. Вісь. 8. Заглушка. 9. Скребок лівий. 10. Провушина нижня. 11. Пластина. 12. Пластина бокова. 13. Провушина верхня. 14. Палець. 15. Економічні показники

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Дудін В.Ю., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2025 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2025 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2025 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2025 р.	
5	Економічний	до 22.05.2025р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2025 р.	

Здобувач

(підпис)

Кувшинов М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Дудін В.Ю.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

За-	Дудін			Відомість диплома	ДДАЕУ ДІ-2-
-----	-------	--	--	-------------------	-------------

АНОТАЦІЯ

Кувшинов М.С. Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою штангового транспортера / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У дипломному проєкті обґрунтовано доцільність удосконалення механізації лінії видалення гною на сімейній фермі великої рогатої худоби чисельністю 25 корів. Проведений аналіз матеріальних і виробничих можливостей господарства став підґрунтям для проєктування системи гноєвидалення на основі оригінального штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху, конструкцію якого розроблено та докладно опрацьовано в роботі. Запропоновано комплекс організаційно-технічних заходів з охорони праці, спрямованих на мінімізацію виробничих ризиків і запобігання травматизму працівників ферми. Економічні розрахунки підтвердили перевагу штангових транспортерів над традиційними скребковими системами типу ТСН за критеріями капіталовкладень і експлуатаційних витрат, що дозволяє рекомендувати їх упровадження на малих та середніх фермах. Для господарств, які планують самостійно розробляти подібні установки, у проєкті наведено алгоритм проєктно-конструкторських розрахунків і методику вибору основних параметрів.

Ключові слова: сімейна ферма великої рогатої худоби; підсобна ферма; технологічна лінія прибирання, транспортування, обробки, зберігання і використання гною, штанговий скребковий транспортер зворотно-поступальної дії, розрахунки на міцність, техніко-економічні показники.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Характеристика господарства	9
1.1 Загальні відомості	9
1.2 Природно-кліматичні умови	10
1.3 Перспективи розвитку тваринництва	13
1.4 Обґрунтування теми проєкту	14
1.5 Висновки	15
2 Удосконалення технологічного процесу видалення гною	17
2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги	17
2.2 Технічне завдання	18
2.3 Вибір технології	19
2.4 Продуктивність процесу	21
2.5 Вибір засобів механізації процесу	22
2.5.1 Внесення підстилки	24
2.5.2 Транспортування гною до гноєсховища, його знезараження та використання	25
2.5.3 Розрахунок кількості гноєсховищ	26
2.6 Технологічна схема процесу видалення гною	27
2.7 Висновки	29
3 Розробка конструкції транспортера для видалення гною	30
3.1 Вихідні дані	30
3.2 Конструктивна схема транспортера	31
3.3 Геометричні параметри транспортера	33
3.4 Тягові зусилля транспортера	36
3.5 Вибір привода	37
3.6 Розрахунки на міцність	39
3.6.1 Розрахунок гідро циліндра	39

3.6.2	Перевірка параметрів скребка на міцність	42
3.6.3	Перевірка діаметру вісі скребка	44
3.6.4	Перевірка на міцність параметрів штанги	45
3.7	Висновки	46
4	Охорона праці	48
4.1	Загальні вимоги	48
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора розробленого штангового транспортера	49
4.3	Висновки	52
5	Економічна оцінка	53
5.1	Вихідні дані	53
5.2	Розрахунок показників економічної ефективності	54
5.3	Висновки	55
	Висновки та пропозиції	56
	Бібліографія	58
	Додатки	61

ВСТУП

Раціональна організація технологічного процесу видалення гною є важливою умовою ефективного функціонування молочно-товарної ферми. Від своєчасного та якісного очищення тваринницьких приміщень залежить не лише санітарно-гігієнічний стан утримання тварин, а й загальний рівень продуктивності поголів'я, мікроклімат у корівниках, витрати на обслуговування ферми та екологічна безпека навколишнього середовища. Особливо актуальною ця проблема є для малих і середніх господарств, де обмеженість фінансових ресурсів та технічних можливостей не дозволяє впроваджувати дорогі або надто складні механізовані системи. На більшості молочно-товарних ферм України традиційно використовуються скребкові транспортери типу ТСН, які мають низку експлуатаційних обмежень: висока енергоємність, значні витрати на технічне обслуговування, залежність від кліматичних умов. У таких умовах виникає потреба у вдосконаленні технологічного процесу видалення гною шляхом використання простішого, економічно вигіднішого та надійного обладнання.

Метою даного дипломного проєкту є удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з чисельністю стада до 25 голів великої рогатої худоби шляхом розробки конструкції штангового скребкового транспортера зворотно-поступальної дії. Запропонована конструкція має забезпечити ефективне видалення гною за мінімальних витрат енергії, ресурсів та з урахуванням особливостей роботи на фермах невеликої потужності.

У процесі виконання роботи проведено аналіз існуючих технічних рішень, виявлено їх недоліки, обґрунтовано доцільність застосування штангового транспортера, розроблено його конструкцію, здійснено необхідні розрахунки та техніко-економічне обґрунтування проєкту. Також у роботі передбачено заходи з охорони праці під час експлуатації обладнання.

Запропоноване технічне рішення може бути рекомендоване для впровадження на малих і середніх молочно-товарних фермах, оскільки забезпечує надійність, простоту обслуговування, доступність виготовлення та експлуатаційну економічність.

1 Характеристика господарства

1.1 Загальні відомості

Сімейна ферма, яка буде розглянута в дипломному проєкті, знаходиться в с. Раївка Синельниківського району Дніпропетровської області. Голова родини на момент написання проєкту працює на одному з приватних підприємств. У 2022 році родиною було ухвалене рішення щодо створення власної ферми, орієнтованої на виробництво молока. Станом на початок 2024 року поголів'я дійних корів на фермі становило 15 голів.

Засновники ферми попередньо узгодили питання оренди земельних ділянок у селі Раївка, необхідних для організації кормової бази та будівництва фермерських приміщень. Домовленість досягнута з місцевими органами влади та керівництвом ВАТ «Друзівка», частину земель якого планується залучити в оренду.

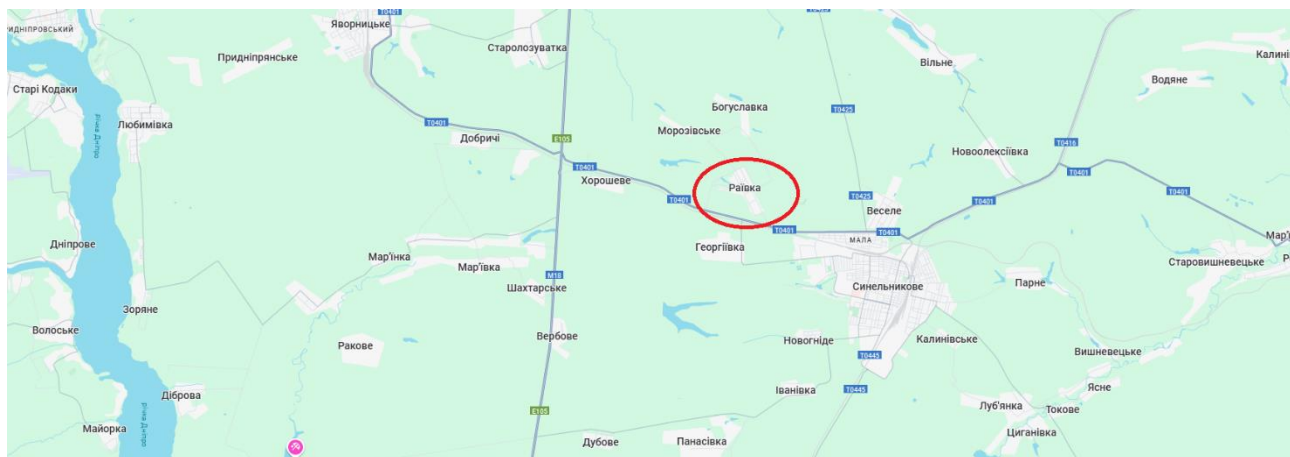


Рисунок 1 – Село Раївка на карті Синельниківського району

Село Раївка є адміністративним центром сільської ради, розташоване за 8 км на північний захід від Синельникового - районного центру. Населення села становить 1256 осіб. Вулиці села мають тверде дорожнє покриття, більшість із них заасфальтовані. Село повністю електрифіковане, газифіковане, забезпечене

централізованим водопостачанням. У Раївці функціонують середня школа, дошкільні навчальні заклади, магазинна мережа, будинок культури та побутове обслуговування. Проте демографічна ситуація в селі ускладнюється процесом старіння населення, що призводить до зменшення кількості школярів та зниження активності культурного життя.

На території села діє шість товариств з обмеженою відповідальністю, створених на базі колишніх колективних господарств. Загальна кількість працездатного населення становить 380 осіб, з яких 220 мають постійне місце роботи, інші ведуть господарську діяльність у власних домогосподарствах.

Близько 100 родин утримують велику рогату худобу, здебільшого - по одній-дві корови. Значна частина населення займається вирощуванням свиней, а також утримує птицю. Реалізація надлишкової продукції здійснюється як серед односельчан, так і в районному центрі.

У селі функціонують невеликі переробні підприємства: млин, олійниця, макаронний цех та пункт збору молока від населення.

Сім'я, яка є засновником ферми, має у власності базовий комплект сільськогосподарської техніки, зокрема колісний малогабаритний трактор Т-40 з одноосним причепом ПТ-2, легковий автомобіль і автомобільний причіп. Така матеріальна база створює передумови для подальшого розвитку фермерського господарства та впровадження нових технологічних рішень у тваринництві.

1.2 Природно-кліматичні умови

Земельні угіддя, що планується взяти в оренду для потреб майбутньої ферми, розташовані на північній околиці села Раївка Синельниківського району Дніпропетровської області. Ця територія належить до центральної частини України, знаходиться в зоні українського степу з недостатнім зволоженням. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами, з потужністю гумусового горизонту 300–350 мм, що забезпечує високу родючість і придатність для ведення сільськогосподарства.

Клімат регіону характеризується тривалим спекотним літом та короткою, малосніжною зимою. Опади протягом року розподіляються нерівномірно: у літній період випадає близько 336 мм, тоді як у холодний – 177 мм. Середньорічна кількість опадів становить приблизно 496 мм, з яких понад 60% припадає на вегетаційний період. Найменша кількість опадів спостерігається в лютому (23 мм), а найбільша – в червні (75 мм). У весняний та осінній періоди надмірні дощі можуть ускладнювати проведення польових робіт, зокрема сівби чи збирання врожаю.

Температурні умови сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Середньорічна температура повітря коливається в межах +7,3...+7,8 °С. Найтепліший місяць – липень із середньою температурою +20,2...+21,2 °С, максимальні показники можуть сягати +39 °С. Найхолоднішим є лютий, коли середня температура становить –5,7...–6,1 °С, із можливими зниженнями до –30 °С. Безморозний період триває 246–255 днів, вегетаційний – 207–215 днів, тривалість літа - 114–130 днів, зими - 110–119 днів.

Таблиця 1.1 - Середньомісячна кількість опадів, мм

Мі- сяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Опади	31	23	28	37	51	75	61	48	31	37	36	39

Стійкий сніговий покрив зазвичай формується наприкінці грудня та зберігається до початку березня, проте він нестійкий, часті відлиги та танення знижують його ефективність як захисного шару для озимих культур. Глибина промерзання ґрунту сягає в середньому 530 мм, у суворі зими - до 900–1000 мм. З метою захисту посівів рекомендується проводити снігозатримання.

Вітровий режим також є важливим чинником для аграрного виробництва. У зимові місяці переважають північні та північно-східні вітри, влітку - північні та північно-західні. Середньорічна швидкість вітру становить близько 3,9 м/с. У літні місяці можливі пориви вітру до 20 м/с і більше, що слід враховувати при проектуванні споруд і захисті посівів.

Відносна вологість повітря змінюється впродовж року: максимальна в зимовий період (84–86%), мінімальна – в серпні (43–48%). У період активної вегетації (квітень–жовтень) вологість може знижуватись до 30%, що в поєднанні з високими температурами сприяє інтенсивному випаровуванню вологи з ґрунту.

За результатами обстежень, проведених у 2014 році, встановлено, що більшість орендованих земель представлені чорноземами звичайними, малогумусними, незмитими. Вміст гумусу перевищує 6%, що свідчить про високу родючість ґрунтів та їх придатність до вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур. Ґрунти характеризуються сприятливими фізичними та агрохімічними властивостями.

Рельєф місцевості спокійний, з наявністю вододільних схилів і балок. У нижніх частинах балок поширені делювіальні відклади. Ці ділянки вкриті різнотрав'ям і є перспективними для організації пасовищ.

Ґрунтові води залягають на глибині 10–20 м, у понижених місцях - на глибині 1,5–2 м. У таких умовах на рівнинах водозабезпечення рослин відбувається в основному за рахунок атмосферних опадів, тоді як у зниженнях - також за рахунок підземних вод.

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити висновок, що природно-кліматичні умови майбутнього господарства характеризуються низькою відотною вологістю, жарким літом та помірно холодною зимою. Такі умови сприятливі для ведення як рослинництва, так і тваринництва. Якість ґрунтів, глибина залягання підземних вод, особливості рельєфу, а також наявна інфраструктура (електропостачання 220/380 В, водогін, газопровід, дороги з твердим покриттям) створюють усі необхідні передумови для успішного розвитку фермерського господарства.

1.3 Перспективи розвитку тваринництва

На сьогоднішній день поголів'я дійних корів на сімейній фермі становить 18 голів. У найближчій перспективі, зокрема до 2026 року, заплановано поступове нарощування продуктивного стада до 25 дійних корів. Основним напрямком спеціалізації ферми є виробництво молока з одночасним забезпеченням власного відтворення поголів'я.

У зв'язку з цим, у дипломному проєкті як базовий приймається варіант функціонування сімейної молочно-товарної ферми на 25 дійних корів. Запланований річний надій становить не менше 6000 літрів на одну корову. Окрім основного поголів'я, на фермі передбачено утримання всіх необхідних вікових і виробничих груп тварин, а саме:

дійні корови - 25 голів;

нетелі - 3 голови;

телята віком до 3 місяців - 8 голів;

телята віком від 3 до 6 місяців - 8 голів;

молодняк віком від 6 до 12 місяців - 15 голів;

молодняк віком від 12 до 18 місяців - 15 голів.

Частину молодняка, яка не потрібна для внутрішнього ремонту стада (зверхремонтний молодняк), планується реалізовувати у віці 20 діб. Загальна чисельність великої рогатої худоби, що утримується на фермі протягом року, становить 74 голови.

Годівля тварин здійснюється виключно за рахунок кормів власного виробництва. Для забезпечення кормової бази передбачено оренду необхідної кількості земельних угідь. Розрахунок площі посіву буде виконуватись з урахуванням потреб усіх вікових груп тварин та можливого вирощування технічних культур у сівозміні. Згідно з агротехнічними рекомендаціями, для повноцінного забезпечення кормами великої рогатої худоби потрібно передбачити 1–2 гектари кормових угідь на одну корову.

Рівень механізації виробничих процесів на фермі визначатиметься з урахуванням економічної доцільності та прагнення до мінімізації трудових витрат і собівартості продукції. Усі рішення щодо технічного оснащення базуються на принципах ефективності, простоти в обслуговуванні та адаптації до умов сімейного господарства.

Для реалізації механізованого обслуговування тварин передбачено використання комплексу обладнання, який дозволяє виконувати основні технологічні операції з видалення гною, транспортування та роздавання кормів, водопостачання, доїння тощо.

1.4 Обґрунтування теми проєкту

Беручи до уваги обставини та висновки, наведені в підрозділах 1.1–1.3, зокрема сучасний стан господарства, перспективи його розвитку, наявну матеріально-технічну базу та склад технологічних груп тварин, стає очевидною необхідність удосконалення окремих елементів виробничого процесу. Особливої актуальності набуває питання механізації лінії видалення гною, яке на даному етапі залишається не вирішеним - цей процес у господарстві здійснюється вручну, що вимагає значних затрат праці, ускладнює дотримання санітарно-гігієнічних норм, негативно впливає на мікроклімат у тваринницькому приміщенні та створює загрозу поширення інфекційних захворювань.

З огляду на це, основною метою даного дипломного проєкту є розробка проєкту удосконалення механізації лінії видалення гною на сімейній молочно-товарній фермі шляхом створення та впровадження ефективної, надійної та економічно обґрунтованої конструкції штангового скребкового транспортера зворотно-поступальної дії.

Для реалізації поставленої мети передбачено розв'язання таких основних задач:

1. Провести аналіз виробничих умов господарства, визначити вимоги до механізованої лінії гноєвидалення та окреслити технічне завдання на проєкування;
2. Розробити схему механізації процесу видалення гною з урахуванням обсягів та специфіки поголів'я, просторових параметрів приміщення і особливостей утримання тварин;
3. Розробити або вдосконалити конструкцію машини, що є ключовим елементом лінії, зокрема - штангового скребкового транспортера;
4. Запропонувати комплекс організаційно-технічних заходів з охорони праці, що забезпечуватимуть безпечні умови експлуатації обладнання;
5. Провести техніко-економічне обґрунтування впровадження нової технології, включаючи розрахунок окупності проєкту, питомих витрат, продуктивності системи та порівняння з існуючими аналогами.

Розв'язання зазначених задач виконується у відповідних розділах дипломного проєкту, де послідовно розглянуто конструктивно-технологічні, економічні та організаційні аспекти удосконалення системи гноєвидалення.

1.5 Висновки

У першому розділі дипломного проєкту розглянуто основні передумови для удосконалення технологічного процесу видалення гною на сімейній молочно-товарній фермі. Встановлено, що господарство розташоване в селі Раївка Синельниківського району Дніпропетровської області, має сприятливі природно-кліматичні умови для ведення тваринництва та достатній потенціал для розвитку.

На даний момент поголів'я великої рогатої худоби становить 74 голови, з яких 18 - дійні корови, а в перспективі планується розширення до 25 корів. Ферма забезпечується кормами власного виробництва, для чого орендуються відповідні площі сільськогосподарських угідь.

Аналіз рівня механізації господарства показав, що найбільш трудомістким та неавтоматизованим залишається процес видалення гною. З огляду на це, у проєкті обґрунтовано необхідність розробки ефективної системи механізації цього процесу.

Таким чином, тема дипломного проєкту є актуальною та практично значущою, а його реалізація сприятиме підвищенню продуктивності, санітарно-гігієнічного стану приміщень і загальної ефективності функціонування сімейної ферми.

2 Удосконалення технологічного процесу видалення гною

2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги

Проектування ефективної та безпечної лінії видалення гною на молочно-товарній фермі повинно здійснюватися з урахуванням вихідних параметрів господарства та встановлених нормативних вимог. Основними вихідними даними, що визначають конфігурацію, потужність та конструктивні особливості системи гноєвидалення, є:

- вид та кількість тварин, що утримуються на фермі (в даному випадку – велика рогата худоба, загальна чисельність поголів'я становить 74 голови, з яких 25 - дійні корови);
- система утримання тварин (прийнято стійлово-прив'язний спосіб);
- добовий вихід гною для кожної вікової і виробничої групи тварин;
- обсяг добових витрат підстилки (соломи чи тирси), які використовуються для покращення гігієни утримання.

Визначення добового обсягу гною для кожної категорії тварин ґрунтується на нормативних показниках, що враховують масу тіла, фізіологічний стан і раціон тварин. Ці дані є основою для розрахунку продуктивності транспортних і накопичувальних елементів гноєвидальної системи.

Крім кількісних показників, при проектуванні слід враховувати зоотехнічні вимоги, які регламентують умови видалення, зберігання, переробки та утилізації гною. Вони викладені в таких нормативно-технічних документах:

- ДСТУ та будівельні норми України щодо проектування тваринницьких об'єктів (наприклад, ДБН В.2.2-7:2018),
- ветеринарно-санітарні правила утримання ВРХ, затверджені Міністерством аграрної політики,

- гігієнічні вимоги до систем прибирання гною, що забезпечують запобігання його скупченню у стійлах, уникнення забруднення повітря, зменшення поширення збудників інфекцій та покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

Зокрема, гноєвидавальна система повинна забезпечувати:

- регулярне (щоденне) очищення гнойових каналів;
- мінімальний контакт гною з повітрям тваринницького приміщення;
- збереження мікроклімату в корівнику відповідно до зоогігієнічних норм;
- зручність та безпечність обслуговування;
- відповідність габаритам приміщення та розміщенню стійл.

Врахування вищезазначених даних і вимог є передумовою для технічно обґрунтованого вибору та проектування засобів механізації процесу видалення гною, що буде детально розглянуто в наступних підрозділах.

2.2 Технічне завдання

Виходячи з мети дипломного проєкту, особливостей запроєктованої сімейної молочно-товарної ферми, наведених у розділі 1, а також ураховуючи вибрані рішення щодо технології видалення гною та засобів механізації, формулюється технічне завдання на розробку механізованої лінії видалення гною. Проектування має здійснюватися з урахуванням зоотехнічних, технологічних, економічних та екологічних вимог. Зоотехнічні вимоги передбачають забезпечення чистоти та гігієнічності в зоні утримання тварин, мінімальний вплив на мікроклімат приміщення, а також дотримання ветеринарно-санітарних норм. Технологічні вимоги полягають у забезпеченні необхідної продуктивності обладнання відповідно до добового виходу гною, простоти в експлуатації та сумісності з іншими елементами виробничого середовища. Економічна доцільність полягає у досягненні мінімальних витрат на закупівлю, монтаж, обслуговування та енергоносії при високій ефективності системи. Екологічні аспекти полягають у запобіганні забрудненню навколишнього середовища, безпечному зберіганні та вивезенні

гною. Основним завданням цього розділу є розробка технологічної схеми видалення гною для умов конкретної ферми з використанням штангового скребкового транспортера зворотно-поступальної дії, визначення його основних параметрів, підбір необхідного обладнання, розрахунок кількості одиниць техніки, визначення продуктивності, енерговитрат та інших експлуатаційних характеристик. Проєктування має забезпечити ефективну, надійну та економічно обґрунтовану систему гноєвидалення, придатну для впровадження в умовах сімейного господарства.

2.3 Вибір технології

Вибір технологічної схеми видалення гною значною мірою залежить від системи утримання тварин, яка обумовлює фізичні характеристики отриманого гною, насамперед його вологість. При використанні підстилки формується твердий (підстилковий) гній із вологістю 60–80 %, характерний для прив'язного або безприв'язного боксового утримання ВРХ, а також підлогового утримання свиней і птиці. У разі безпідстилкового утримання гній має вищу вологість і поділяється на напіврідкий (80–92 %), рідкий (92–97 %) та гнойові стоки (понад 97 %). Вологість гною визначається не лише способом утримання, а й видом тварин, раціоном годівлі та обсягами використання підстилки. У проєктованому випадку маємо справу з прив'язним утриманням великої рогатої худоби з використанням підстилки, тому гній належить до підстилкового типу з порівняно низькою вологістю та щільною структурою.

На фермах ВРХ при прив'язному утриманні гній видаляється із стійл кілька разів на добу - як правило, від 2 до 5 разів. Він збирається в гнойові канали вручну або за допомогою механічних засобів і далі транспортується за межі тваринницького приміщення. У безприв'язних системах, зокрема при утриманні на глибокій підстилці, гній видаляють значно рідше - до кількох разів на рік, тоді як з вигульних майданчиків - щоденно або через день. При щільній

підлозі гній накопичується в підпідлогових каналах і видаляється в міру заповнення або в міжсезоння.

Типова структура процесу прибирання включає розподіл підстилки, видалення гною з приміщень, його транспортування до місця зберігання або переробки, обробку (знезараження або компостування) та подальше внесення добрива в ґрунт. Найбільш ефективними визнаються технології, що забезпечують мінімальні втрати вологості й збереження поживних речовин.

При використанні скребкових чи скреперних транспортерів гній із стійл збирають вручну та завантажують у систему видалення. Він транспортується за межі приміщення, де накопичується в гноєсховищі. Напіврідкий і рідкий гній зазвичай подається трубопроводами або насосами в резервуари, де відбувається його гомогенізація та знезараження. У деяких випадках гній також переробляється на біогаз.

Впровадження механізованих систем видалення гною суттєво знижує частку ручної праці, але повністю її не виключає, якщо не передбачено автоматичне очищення стійл. Для зниження трудомісткості часто використовують щілинну підлогу в зоні накопичення гною, однак її ефективність знижується при використанні підстилки, а також за умови прив'язного утримання тварин. Гідравлічні системи мають істотні недоліки, пов'язані з підвищенням вологості повітря в приміщенні, збільшенням об'ємів гною та ускладненням його зберігання, особливо в зимовий період.

З огляду на те, що на фермі використовується прив'язний спосіб утримання з підстилкою, приймаємо до реалізації технологію видалення твердого гною, за якою гній із приміщень механічними засобами подається в гнойовий канал, далі - транспортується за межі ферми до гноєсховища. Транспортування відбувається мобільним засобом (прицепом), а зберігання гною передбачається у двох буртах на спеціально облаштованому майданчику. Об'єм гноєсховища буде визначено з розрахунку накопичення гною за 180 діб, що відповідає нормативам тривалого зберігання без порушення санітарних вимог.

Таким чином, вибір варіанту технології базується на поєднанні простої, надійної та економічно виправданої схеми механізованого видалення гною, адаптованої до умов невеликої сімейної ферми. Детальний вибір засобів механізації буде виконано у подальших підрозділах після визначення продуктивності технологічної лінії.

2.4 Продуктивність процесу

Основний показник, за яким ведуть вибір обладнання – це продуктивність лінії та окремих її ланок.

Продуктивність технологічної лінії видалення гною розраховується за формулою:

$$Q_l = \frac{G_{гн}^{доб}}{KT_{ц}}, \quad (2.1)$$

де $G_{гн}^{доб}$ – добовий вихід гною на фермі, кг;

$K = 2$ кратність прибирання гною протягом доби;

$T_{ц}$ – максимально допустимий час циклу видалення гною на фермі, год.

Приймаємо за зоотехнічними вимогами $T_{ц} = 1,5$ год.

Добовий вихід гною на фермі розраховуємо за формулою

$$G_{гн}^{доб} = \sum n_i \cdot q_i, \quad (2.2)$$

де n_i – поголів'я тварин i -ї технологічної групи на фермі;

q_i – добовий вихід гною та витрат підстилки i -ї технологічної групи.

Середньодобовий вихід фракцій гною від тварин i -ої вікової групи та результати розрахунків за формулою 2.2 зводимо до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку добового виходу гною

Вікові групи тварин	Кількість тварин, гол.	Добовий вихід калу, кг/гол.	Добовий вихід сечі, кг/гол.	Добове внесення підстилки		Добовий вихід, кг
				кг/гол.	кг	
Корови	25	30	20	7	175	1425
Нетелі	3	24	10	5	15	117
Молодняк						
12-18 міс.	15	21	10	5	75	540
6-12 міс.	15	12	6	4	60	330
3-6 міс.	8	9	4	3,5	28	132
0-3 міс.	8	5	2,5	2,5	20	80
Всього, кг/добу					373	2625

Продуктивність лінії складе:

$$Q_k = \frac{2,625}{2 \cdot 1,5} = 0,875_{\text{т/год.}}$$

2.5 Вибір засобів механізації процесу

Прийнятий у підрозділі 2.2 технологічний процес видалення та обробки гною передбачає виконання низки послідовних операцій, кожна з яких потребує відповідного технічного забезпечення. Основні операції включають: доставку та внесення підстилки в місця відпочинку тварин; прибирання тваринницьких приміщень шляхом видалення з них гною; транспортування гною від приміщень до

гноєсховища; біотермічне знезараження гною в місці зберігання.

Для виконання першої операції - доставки та внесення підстилки - передбачається використання наявного в господарстві колісного трактора Т-40 у комплекті з причепом ПТ-2. Внесення підстилки безпосередньо у приміщення виконуватиметься вручну або за допомогою простих засобів, зважаючи на обмежену площу і маневрові можливості в корівнику.

Прибирання тваринницьких приміщень, що є ключовим етапом механізованої лінії, здійснюватиметься за допомогою штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху, конструкцію якого розроблено в межах цього проєкту. Такий тип транспортера є оптимальним для умов ферми з прив'язним утриманням ВРХ, оскільки дозволяє ефективно очищати гнойові канали зі значним зменшенням трудовитрат. Привід транспортера планується реалізувати за допомогою електродвигуна потужністю 1,1–1,5 кВт з редуктором, що забезпечить необхідне тягове зусилля та режим зворотно-поступального руху.

Транспортування гною від приміщень до місця зберігання здійснюватиметься все тим же трактором Т-40 із причепом ПТ-2, що вже використовується для інших господарських потреб. Завантаження гною у причіп виконуватиметься фронтальним навантажувачем типу НТУ-10 або аналогічним засобом, який забезпечує зручність і швидкість проведення операцій з перевалки гною.

Для знезараження і подальшого зберігання гній передбачається скласти у бурти на спеціальному гноєсховищі з твердим покриттям, яке забезпечить умови для біотермічного компостування. Процес компостування буде відбуватися природним чином без залучення додаткових засобів механізації, однак у разі потреби можлива періодична перемішування маси за допомогою того ж трактора з причепом або іншого доступного обладнання.

Таким чином, до комплексу засобів механізації лінії видалення гною на фермі входять: штанговий скребковий транспортер зворотно-поступального руху - як основний засіб механізованого прибирання; трактор Т-40 з причепом

ПТ-2 - для доставки підстилки та транспортування гною; фронтальний навантажувач НТУ-10 - для навантаження гною у транспортні засоби; гноєсховище у вигляді двох буртів - для накопичення та знезараження гною. Необхідна кількість техніки залежатиме від обсягів гною та режиму роботи ферми, що буде визначено в наступному підрозділі під час розрахунку продуктивності технологічної лінії.

2.5.1 Внесення підстилки

Найбільше підстилки витрачаємо взимку, тому розрахунок будемо вести за цим періодом, як найбільш напруженим. Кількість підстилки, яку необхідно вносити в корівник визначимо, як:

$$G_{n.k} = m_k \cdot q_{n.k.} = 25 \cdot 7 = 175 \text{ кг} \quad (2.3)$$

де $q_{n.k.}$ – добова норма підстилки на одну дійну корову, кг/гол.

Таким чином, щоденно ми повинні вносити в корівник 175 кг підстилки, або це становить в м^3 :

$$V_{n.k.} = \frac{G_{n.k.}}{\rho_n} = \frac{175}{40} = 4,4 \text{ м}^3. \quad (2.4)$$

де ρ_n – щільність соломи, $\text{кг}/\text{м}^3$. За

Кількість підстилки для інших технологічних груп визначимо за формулою аналогічною для корів та занесемо в табл. 2.1. Загальна потреба в підстилці по фермі кожного дня становить 373 кг., або за формулою (2.4.):

$$V_{n.з.} = \frac{G_{n.з.}}{\rho_n} = \frac{375}{40} = 9,4 \text{ м}^3.$$

Приймаємо доставку соломи для підстилки в корівник тракторним причепом ПТ-2 (об'єм кузова без надставок 5 м^3 , з надставками - $8,8 \text{ м}^3$). Розкидання соломи – вручну.

2.5.2 Транспортування гною до гноєсховища, його знезараження та використання

Виходячи з прийнятого нами рішення – видаляти гній з приміщення штатним скребковим транспортером, тобто по горизонталі, приймаємо рішення накопичувати видалений за добу гній у гноєзбірниках з подальшим навантаженням у причеп ПТ-2. Бажано, щоб місткість гноєзбірників була кратною місткості причепа. Місткість причепа ПТ-2 в м^3 є:

$$V_{np.} = \frac{M_{np}}{\rho} = \frac{2}{0,75} = 2,7 \text{ м}^3, \quad (2.5)$$

де M_{np} – вантажопідйомність причепа, т. За характеристикою $M_{np} = 2 \text{ т}$;

$\rho = 0,75 \text{ т/м}^3$ – щільність підстилкового гною за вихідними даними.

Об'єм добового виходу з ферми становить:

$$V_{\partial.} = \frac{M_{\partial.}}{\rho} = \frac{2,625}{0,75} = 3,5 \text{ м}^3, \quad (2.6)$$

Щоб мати кратність об'ємів добового виходу гною та об'єму кузова причепа, прийемо місткість гноєзбірника, яка зможе вмістити дводобовий вихід гною. Кількість гною за дві доби в такому разі складе:

$$V_{2\partial.} = V_{\partial.} \cdot 2 = 3,5 \cdot 2 = 7,0 \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

кратність в такому разі становить:

$$K = \frac{V_{2\partial.}}{V_{n.}} = \frac{7,0}{2,7} = 2,6 \quad (2.8)$$

тобто кожні дві доби ми повинні відправити до гноєсховища три причепа гною і посліду.

Місткість гноєзбірника в цьому разі складе:

$$V_{зб} = \frac{V_{2\partial} \cdot \chi}{\varphi} = \frac{7,0 \cdot 1,1}{0,9} = 8,6 \text{ м}^3 \quad (2.9)$$

де χ – коефіцієнт запасу місткості гноєзбірника. Приймаємо $\chi = 1,1$;

φ – коефіцієнт заповнення гноєзбірника.

Гноєзбірники виконаємо з бетону, гідро ізольовані, днище овальне для зручного і повного забору гною навантажувачем НГП-0,5 (табл.1.1). в зимову пору необхідно їх накривати запобігаючи замерзанню гною.

2.5.3 Розрахунок кількості гноєсховищ

Кількість гною, яка підлягає зберіганню визначається з виразу

$$V_{\partial.} = \frac{M_{\partial}}{\rho} = \frac{2,625}{0,75} = 3,5 \text{ м}^3, \text{ т} \quad (2.10)$$

де M_d – загальний добовий вихід гною, т;

$T = 180$ діб – час зберігання гною в сховищі, діб.

$$M_z = 2,625 \cdot 180 = 477 \text{ т}$$

Приймаємо зберігання гною на майданчику з твердим покриттям у двох буртах розміром 25х5х2 м кожен (один заповнюється, інший можна використувати). Навкруги майданчика маємо дренажну канаву для стоків та відведення дощових і талих вод, а до гноєсховища веде дорога з твердим покриттям.

Для внесення гною в якості органічного добрива будемо орендувати розкидач у сусідніх господарствах. До річі, частину ми можемо реалізовувати іншим господарствам.

2.6 Технологічна схема процесу видалення гною

На основі проведених розрахунків та прийнятих технічних рішень розроблено технологічну схему лінії видалення гною, адаптовану до умов сімейної ферми з прив'язним утриманням великої рогатої худоби.

Гній зі стійл дійного поголів'я та станків для молодняку згідно з розпорядком дня зчищається вручну в гнойові канави. На фермі передбачено дві гнойові канави: одна розташована вздовж стійл для корів, інша - вздовж місць утримання молодняку. У кожному з канав встановлено по одному штанговому скребковому транспортеру зворотно-поступального руху, які забезпечують видалення гною з канав за межі корівника. Гній транспортується в гноєзбірники об'ємом по 4,5 м³, де тимчасово накопичується. Один раз на дві доби накопичений гній перевантажується у транспортний засіб і вивозиться до постійного гноєсховища.

Гній з вигульного майданчика для великої рогатої худоби прибирається не рідше одного разу на два тижні. Для цього застосовується навантажувач НГП-

0,5 з бульдозерною навіскою, яким гній збирається і завантажується в причеп ПТ-2, після чого транспортується до гноєсховища.

Підстилкові матеріали (солома, тирса) доставляються до корівника також у причепі ПТ-2. Внесення підстилки в приміщення здійснюється вручну.

Знезараження гною здійснюється біотермічним методом у відкритому гноєсховищі у вигляді буртів на твердому майданчику. Після проходження фази самозігрівання та дозрівання компостованій гній використовується як органічне добриво. Його вивезення на поля для внесення в ґрунт виконується за допомогою розкидача органічних добрив, який орендується господарством при потребі.

Прийнята технологічна схема охоплює повний цикл операцій: прибирання гною з тваринницьких приміщень, механічне його видалення з гнойових каналів, транспортування до гноєсховища, знезараження та подальше використання в агротехнічних цілях. Зображення схеми подано на рис. 2.1 та аркуші 1 графічної частини проєкту.

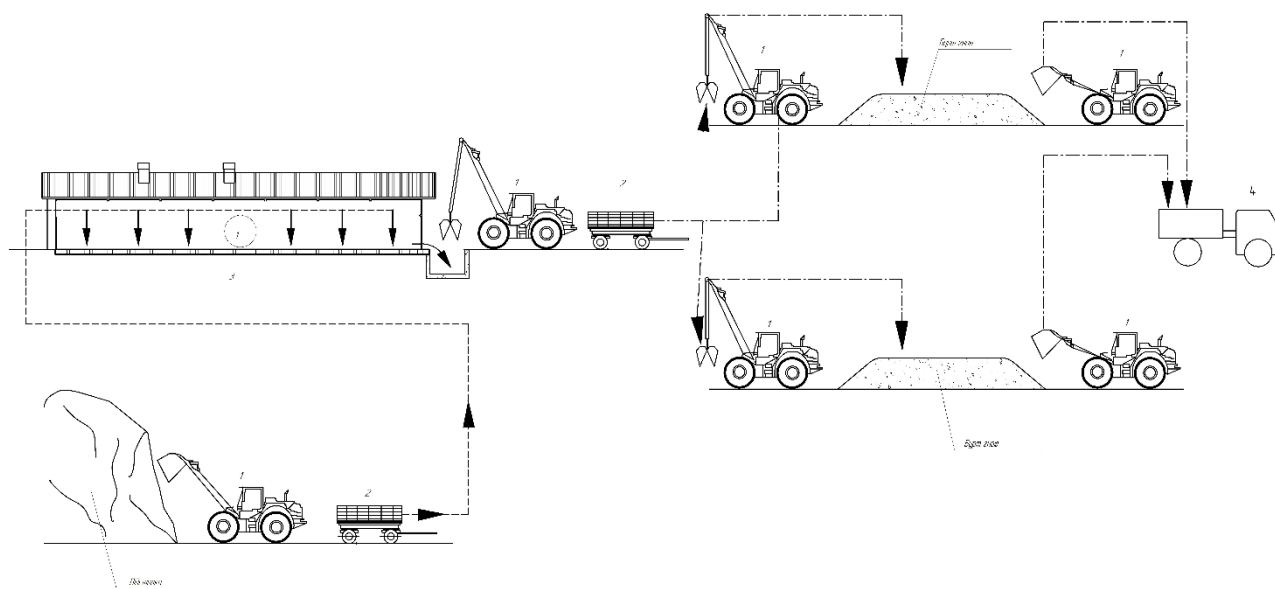


Рисунок 2.1 - Технологічна схема процесу видалення гною

2.7 Висновки

За результатами проведених досліджень та технічних рішень, прийнятих у межах цього розділу, можна зробити такі висновки:

1. На основі прийнятої технологічної схеми видалення, транспортування та обробки гною, а також проведених розрахунків продуктивності, визначено та обґрунтовано склад засобів механізації лінії гноєвидалення для умов сімейної молочно-товарної ферми.

2. Ключовою особливістю запропонованої системи є використання штангових скребкових транспортерів зворотно-поступального руху для видалення підстилкового гною з тваринницького приміщення. Оскільки подібні транспортні установки не серійно виробляються промисловістю, у подальшому буде виконано їхню інженерну розробку відповідно до умов експлуатації на фермі.

3 Розробка конструкції транспортера для видалення гною

3.1 Вихідні дані

Головною метою даного розділу є проєктування штангового скребкового транспортера зворотно-поступальної дії, який забезпечуватиме видалення гною з тваринницького приміщення ферми великої рогатої худоби та його завантаження в гноєзбірник. У попередньому розділі (п. 2.5) на основі аналізу різних типів транспортерів було обґрунтовано доцільність використання саме штангового механізму, що має низку суттєвих переваг перед скребковими транспортерами з круговим рухом і шнековими системами.

Основними перевагами штангового транспортера є простота конструкції тягового органу - металевої штанги замість ланцюга або шнека; відсутність тертя в ланках, характерного для ланцюгових систем; мінімізація ризиків поломок (розривів, спадів) ланцюга; відсутність опору на поворотних зірочках, характерного для кругових транспортерів; відсутність втрат енергії на перемішування матеріалу та опір в опорних підшипниках - у порівнянні зі шнековими системами. Крім того, транспортування вантажу відбувається найкоротшим шляхом, що підвищує енергоефективність системи, особливо при роботі на відстанях 3–4 м і більше, до 30 м.

Згідно з технологічною схемою (див. аркуш 1), у корівнику встановлено два транспортера - по одному для кожного ряду стійл і станків. Кожен транспортер призначений для переміщення гною від своєї гнойової канави до відповідного гноєзбірника.

Основні умови для проєктування транспортера:

Призначення - механізоване видалення підстилкового гною з корівника та подача його до гноєзбірника.

Фізико-механічні характеристики гною:

тип - підстилковий гній;

вологість: 70...72 %;

щільність: $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$;

коефіцієнт тертя по сталі: $\mu_t = 0,9\text{--}1,2$.

Довжина транспортування - $L = 25,5 \text{ м}$ (для одного транспортера).

Добовий обсяг гною на один транспортер - $M'_{\text{д.к.}} = 1,3 \text{ т}$.

Кратність видалення на добу - $Z = 2$ рази.

Тривалість одного циклу видалення гною - $t_p = 0,33 \text{ год}$.

Розрахункова продуктивність транспортування - $Q_p = 2 \text{ т/год}$.

Конфігурація маршруту транспортування - прямолінійна траса з горизонтальним профілем.

Проектування конструкції транспортера передбачає виконання таких етапів: розробка конструктивної схеми агрегату; визначення основних геометричних та силових параметрів; вибір і розрахунок приводу; проектування вузлів та елементів штангового механізму; розрахунок навантажень і перевірка міцності основних деталей. Усі розрахунки виконуватимуться з урахуванням технологічних умов експлуатації та необхідного запасу міцності, а також з урахуванням доступності матеріалів і простоти виготовлення в умовах фермерського господарства.

3.2 Конструктивна схема транспортера

Для реалізації механізованої системи видалення гною на фермі прийнято конструктивну схему штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху, виконану за аналогією до транспортера УН-3, який застосовувався у сільському господарстві до 1970 року. Обрана схема адаптована до умов сучасної сімейної ферми та враховує особливості прив'язного утримання великої рогатої худоби.

Штанговий транспортер складається з основних вузлів: тягового органу - штанги з шарнірно закріпленими скребками; приводу, що забезпечує зворотно-поступальний рух штанги; направляючих елементів, які стабілізують її траєкторію в каналі.

Основна робоча частина транспортера - штанга з поворотними скребками. Вона розташовується у гнойовому каналі з металевими стінками й днищем і переміщує підстилковий гній до гноєзбірника. Штангу виготовляємо з сталевий квадратної труби перерізом $30 \times 30 \times 4$ мм. Такий переріз забезпечує достатню жорсткість при помірній вазі конструкції. Орієнтовна довжина штанги - 24 м (цей параметр буде уточнено під час розрахунків).

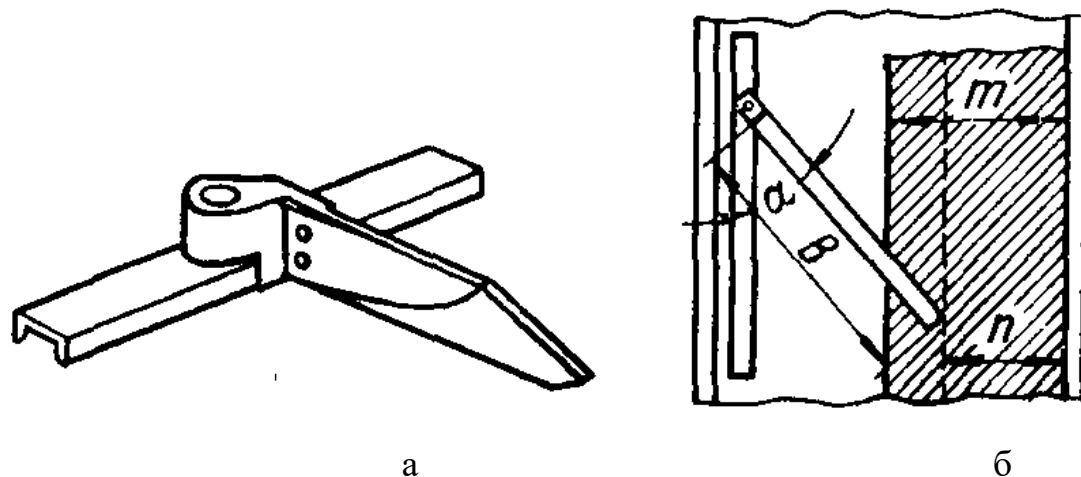


Рисунок 3.1 - Схема кріплення скребка до штанги

До штанги кріпляться скребки, виготовлені зі сталевий полоси товщиною 4 мм. Скребки монтуються на вісях, закріплених до штанги шарнірно, що забезпечує можливість їх складання при зворотному ході. У робочому положенні скребки фіксуються упором з тильної сторони, який забезпечує їх жорстке положення під час робочого ходу штанги. В процесі транспортування гною скребки загрибають матеріал і переміщують його до виходу з каналу. При зворотному ході штанги скребки, долаючи опір середовища, повертаються назад під кутом до подовжньої осі штанги. Цей кут складання приймається рівним $\alpha = 15^\circ$, що відповідає фізико-механічним властивостям гною із вологістю 70–72 %. У складеному положенні скребок не створює опору руху й проходить через гній без його переміщення. Надійність фіксації кутового положення забезпечується додатковим упором, розміщеним на втулці осі скребка.

Щоб стабілізувати рух штанги, у конструкції передбачено направляючі

елементи, які запобігають її відхиленню від осі каналу, забезпечуючи сталий хід у межах заданої траєкторії.

Для створення зворотно-поступального руху привід штанги може бути реалізований кількома способами: за допомогою рейково-ланцюгово-кулісного або кривошипно-шатунного механізмів, через реверс електродвигуна чи за рахунок гідравлічного приводу. З огляду на компактність, простоту, надійність та низький рівень шуму, для проєкту обрано гідравлічний привід. У його склад входять гідравлічна станція, гідроциліндр подвійної дії та пристрій керування реверсом.

Гідроциліндр розташовується таким чином, щоб у робочому ході штанга працювала на розтяг, що є сприятливим режимом з точки зору міцності та довговічності. Це також дозволяє зменшити навантаження на з'єднання скребків зі штангою.

Параметри гнойових канавок приймаються згідно з типовими значеннями: ширина - 320 мм, глибина - 150 мм. Такі розміри забезпечують достатній об'єм для розміщення штанги зі скребками та ефективного транспортування гною.

У подальших підрозділах буде виконано деталізовані розрахунки геометричних параметрів, тягових зусиль, силових навантажень, а також розрахунок елементів приводу та перевірка міцності основних вузлів конструкції.

3.3 Геометричні параметри транспортера

Продуктивність штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху дорівнює:

$$Q = 3,6 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot h^2 \cdot \rho \cdot v, \text{ т/год.} \quad (3.1)$$

де K_1 – коефіцієнт, якій враховує співвідношення між розмірами скребка і ходом штанги. В [13] його значення рекомендовано приймати в межах $K_1 = 1,3 \dots 1,5$. Приймаємо для розрахунку $K_1 = 1,4$;

K_2 – коефіцієнт пропорційності. Для гною, залежно від вологості $K_2 = 19...25$ (менші значення для меншої вологості). Для нашого підстилкового гною з приймаємо $K_2 = 20$;

h – висота скребка, яка нам невідома, м;

ρ - щільність гною, кг/м^3 . З вихідних даних (п.3.1) $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$;

U - швидкість руху штанги, м/с. Для цього типу транспортерів в [13] рекомендовано приймати швидкість руху в межах $U = 0,2...0,4 \text{ м/с}$.

Приймаємо для розрахунку $U = 0,2 \text{ м/с}$.

Так, як у нас значення розрахункової продуктивності лінії відоме з вихідних даних (п.3.1) і становить $Q_p = 2 \text{ т/год.}$, то з виразу (3.1) визначимо потрібну висоту скребка h .

$$h = \sqrt{\frac{Q}{3,6 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \rho \cdot U}} = \sqrt{\frac{2,0}{3,6 \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 750 \cdot 0,2}} = 0,02 \text{ м} \quad (3.2)$$

Для гарантії продуктивності, яка б врахувала нерівномірність подачі гною, приймаємо висоту скребка $h = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$.

Тоді фактична продуктивність транспортера складе:

$$Q = 3,6 \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 0,04^2 \cdot 750 \cdot 0,2 = 8,14 \text{ т/год.}$$

Довжину скребка рекомендовано приймати в межах $b = (6...8)h$. Приймаємо:

$$b = 7h = 7 \cdot 0,04 = 0,28 \text{ м} \quad (3.3)$$

Крок скребків, за тією ж методикою, становить $l = (1,6...2,0)b$. Приймаємо:

$$l = 1,85h = 1,85 \cdot 0,28 = 0,518 \text{ м} = 0,52 \text{ м}, \quad (3.4)$$

а хід штанги повинен становити

$$s = 2l = 2 \cdot 0,52 = 1,04 \text{ м} \quad (3.5)$$

Довжину шляху переходу скребка з неробочого (складеного) стану в робочий визначимо за співвідношенням:

$$\Delta l \leq s - l, \text{м} \quad (3.6)$$

де Δl – довжина шляху, на якому скребок переходить з робочого положення в неробоче і навпаки, м. Значення величини цього шляху від кута скребком в складеному положенні і штангою α , град. За п.3.2. $\alpha = 15^\circ$, значенню цього кута відповідає $\Delta l = 0,5$ м. Тоді з (3.6) маємо

$$0,5 \leq 1,04 - 0,52 = 0,52 \text{ м}$$

Довжина штанги становить $L_{\text{ш}} = L - S = 25,5 - 1,04 = 24,46$ м

Так, як співвідношення (3.6) виконується, то реальна довжина шляху переходу скребка $\Delta l = 520$ мм нас повністю задовольняє.

Таким чином, виходячи з заданої продуктивності лінії видалення гною штанговий транспортер повинен мати наступні геометричні параметри:

довжина штанги $L_{\text{ш}} = 24,46$ м;

хід штанги $s = 1,04$ м;

довжина скребка $b = 0,28$ м;

висота скребка $h = 0,04$ м;

крок скребоків $l = 0,52$ м;

кут між скребком і штангою, град.:

в робочому стані $\alpha_p = 90^\circ$

в складеному стані $\alpha_c = 15^\circ$

довжина шляху переходу скребка з робочого стану в неробочий і навпаки
 $= 0,52$ м.

3.4 Тягові зусилля транспортера

Тягове зусилля приводу транспортера при робочому ході визначимо за формулою:

$$P_p = g[n(q_e \cdot w_e + g_c \cdot w_c) + M_{ш} w_{ш}] \text{ Н}, \quad (3.9)$$

а при холостому ході

$$P_p = g(n g_c w_c + M_{ш} w_{ш}) \text{ Н}, \quad (3.10)$$

де $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ - прискорення земного тяжіння;

n – кількість скребків на штанзі;

q_e – маса порції гною, яка переміщується одним скребком, кг;

w_e – коефіцієнт опору рухові порції гною в гнойовій канавці. За рекомендаціями для підстилкового твердого гною $w_e = 0,9-1,2$. приймаємо $w_e = 1,0$;

q_c – маса скребка, кг. Для скребка з параметрами $0,28 \times 0,04 \times 0,004$ м $q_c = 0,45$ кг;

w_c – коефіцієнт опору рухові скребка в гнойовій канаві. $w_c = 0,7 \dots 0,9$. Приймаємо $w_c = 0,8$;

$M_{ш}$ – маса штанги, кг. Штанга з квадратної труби $30 \times 30 \times 4$ мм і довжиною $L_{ш} = 24,46$ м і погонною масою $q_{ш} = 2,2$ кг/м має масу:

$$M_{ш} = q_{ш} \cdot L_{ш} = 2,2 \cdot 24,46 = 53,7 \text{ кг};$$

$w_{ш}$ – коефіцієнт опору рухові штанги в гнойовій канавці, для штанги з труби чи прутка $w_{ш} = 0,3 \dots 0,8$. Приймаємо $w_{ш} = 0,6$.

Кількість скребків на штанзі вираховуємо як

$$n = \frac{L_{\text{ш}}}{l} = \frac{24,46}{0,52} = 47, \text{ шт.} \quad (3.11)$$

Масу порції гною, яку переміщує один скребок, підрахуємо за формулою

$$q_c = (6...8)K_2 \cdot h^2 \cdot \rho = 7 \cdot 20 \cdot 0,04^2 \cdot 750 = 6,72 \text{ кг}$$

Підставивши усі ці дані в формули (3.9) і (3.10) і отримаємо, що тягові зусилля транспортера складе:

- при робочому ході

$$P_p = 9,8[47(6,72 \cdot 1,0 + 0,45 \cdot 0,8) + 53,7 \cdot 0,6] = 3580 \text{ Н};$$

- при холостому ході

$$P_p = 9,8(47 \cdot 0,45 \cdot 0,8 + 53,7 \cdot 0,6) = 482 \text{ Н.}$$

3.5 Вибір привода

Розрахунок параметрів приводу будемо вести за найбільш навантаженим режимом – робочий хід штанги. Розміщення гідро циліндра виконуємо так, щоб при робочому ході масло під тиском поступало під поршень, а штанга перетерпала напруження розтягу. Необхідні робочий тиск під поршнем в цьому випадку складе:

$$T = \frac{P_p}{F_n} = \frac{3580}{1,26 \cdot 10^{-3}} = 2,84 \text{ МПа}, \quad (3.12)$$

де F_n – площа поршня, м^2 . розрахуємо його значення з виразу

$$F_n = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \quad (3.13)$$

d_n – діаметр поршня, м. Зважаючи на відносно невеликі навантаження на гідроциліндр, приймаємо $d_n = 0,04$ м – діаметр найменшого циліндра промислового випуску.

Робочий об'єм масла в циліндрі буде

$$V = F_n \cdot S = 1,26 \cdot 10^{-3} \cdot 1,04 = 1,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \quad (3.14)$$

За цими даними приймаємо для приводу штанги в рух гідро циліндр подвійного ходу з діаметром поршня $d_n = 0,04$ м і ходом поршня $S=1,04$ м² марки DE -25/40-1040 (Німеччина).

Подачу масла в гідро циліндри виконаємо шестеренчастим насосом типу НШ. Потрібна продуктивність його повинна становити:

$$\Pi_n = U_n \cdot F_n \cdot m = 0,2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} = 30,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{хв}. \quad (3.15)$$

де U_n - швидкість руху поршня, м/с. Так як шток поршня жорстко зв'язаний зі штангою, то швидкість руху дорівнює швидкості руху штанги, тобто $U_n = v = 0,2$ м/с;

m – кількість циліндрів, які можуть працювати одночасно. Так як у нас два транспортери, то в запас припустимо, що вони будуть працювати одночасно $m = 2$.

Частота обертів насоса повинна становити

$$n_n = \frac{\Pi_n}{a \cdot \eta} = \frac{30,2 \cdot 10^{-3}}{55,9 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9} = 601 \text{ хв.}^{-1}, \quad (3.16)$$

де Q – постійна насоса м³/об, $Q = 55,9 \cdot 10^{-6}$ м³/об;

η – об’ємний к.к.д. насоса. Приймаємо $\eta = 0,9$.

Потрібна потужність електродвигуна приводу насосної станції розрахуємо за формулою:

$$N_n = \frac{m_o \cdot P_p \cdot v}{1020 \cdot \eta} = \frac{1 \cdot 3580 \cdot 0.2}{1020 \cdot 0.85} = 0,83 \text{ кВт}, \quad (3.17)$$

де m_o – кількість одночасно працюючих транспортерів (гідроциліндрів). В наших умовах $m_o = 1$;

η – к.к.д. привода. Приймаємо $\eta = 0,83$.

Приймаємо до установки електродвигун АНР90LB893 потужністю $N_{дв} = 1,1$ кВт з частотою обертів $P_n = 700 \text{ хв}^{-1}$, масою $M_{дв.} = 22,3$ кг.

3.6 Розрахунки на міцність

У цьому розділі ми виконаємо розрахунки на міцність елементів гідроциліндра, скребка, шарніра, яким скребок кріпиться до штанги, і самої штанги.

3.6.1 Розрахунок гідро циліндра

Гідро циліндр подвійної дії DE -25/40-1040 (Німеччина) приводить в дію зворотно-поступальний рух штангу зі скребками транспортера при видаленні гною з приміщення. При робочому ході він повинен розвивати зусилля $P_p = 3580\text{Н}$, при холостому ході – $P_x = 482\text{Н}$. Геометричні параметри гідроциліндра такі: діаметр поршня $d_{п} = 0,04$ м, хід поршня $S = 1040\text{мм}$. Шток виготовлено з труби діаметром $d_{ш} = 0,025\text{м}$, з товщиною стінки $S_{ш} = 0,003\text{м}$. Перевіримо шток на стискання, коли він терпить максимальне навантаження на стійкість при поздовженному згинанні, а також визначимо стінки циліндра.

1. Міцність штока на стискання. Шток виготовлений зі салі 20Х, термічна обробка – цементация із загартуванням в маслі і відпуском до твердості HRC 56-

62, допускати напруження на стискання $[\sigma_c] = 150$ МПа, допустиме напруження на згин $[\sigma_z] = 220$ МПа.

Перевірку геометричних параметрів штока виконаємо з умови.

$$\sigma_c = \frac{P_p}{F_{ш}} \leq [\sigma_c], \text{ МПа}, \quad (3.18)$$

де $F_{ш}$ – площа поперечного перерізу штока, м^2 , яку ми розрахуємо за формулою:

$$F_{ш} = \frac{\pi(d_{ш.з.}^2 - d_{ш.в.}^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,025^2 - 0,019^2)}{4} = 0,00021 \text{ м}^2 \quad (3.19)$$

$d_{ш.з.}$ і $d_{ш.в.}$ – діаметр відповідно зовнішній і внутрішній штока, м. З вихідних даних $d_{ш.з.} = 0,025$ м і $d_{ш.в.} = 0,019$ м.

За цими даними з (3.14) маємо:

$$\sigma_c = \frac{3580}{0,00021} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ Па} = 17 \text{ МПа}$$

Як бачимо, співвідношення (3.18) виконується, бо:

$$\sigma_c = 17 \text{ МПа} < [\sigma_c] = 150 \text{ МПа}$$

і геометричні параметри (діаметри) штока нас влаштовують.

2. Стійкість штока. Стійкість штока на згинання перевіримо за співвідношенням:

$$\sigma_z = \frac{P_p}{\phi F_{ш}} \leq [\sigma_z], \text{ МПа}, \quad (3.20)$$

де φ – коефіцієнт зменшення допустимого напруження залежно від гнучкості стержня λ .

Гнучкість стержня визначимо як:

$$\lambda = \frac{S}{i} = \frac{1,04}{0,0025} = 416, \quad (3.21)$$

де i – радіус інерції штока, м. Значення якого розраховують за виразом:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F_{ш}}} = \sqrt{\frac{0,013 \cdot 10^{-6}}{210 \cdot 10^{-6}}} = 0,0025 \text{ м}, \quad (3.22)$$

де I – момент інерції перерізу труби, м³. Визначимо його як:

$$I = \xi \frac{\pi d_{ш}^4}{64} = 0,666 \frac{3,14 \cdot 0,025^4}{64} = 0,013 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4, \quad (3.23)$$

Тут ξ - коефіцієнт, значення якого враховує $\frac{d_{ш.в.}}{d_{ш.з.}}$, для нашого штоку з [7]

$\xi = 0,666$.

Згідно даних гнучкості стержня кільцевого поперечного перерізу $\lambda = 416$ відповідає зниження коефіцієнту $\varphi = 0,46$, тоді з (3.20) маємо:

$$\sigma_3 = \frac{3580}{0,46 \cdot 0,00021} = 37060041 \text{ Па} = 37 \text{ МПа},$$

Таким чином, умова (3.20) виконується,

$$\sigma_3 = 37 \text{ МПа} < [\sigma_3] = 220 \text{ МПа}$$

і розміри штока на згин нас задовольняють.

3. Товщина стінки циліндра. За діючим в циліндрі тиском робочої рідини визначимо її за формулою:

$$\delta_{\text{ц}} = \frac{0,433 \cdot d_n \cdot T}{[\sigma_p]}, \text{ м}, \quad (3.24)$$

де T – максимальний робочий тиск робочої рідини в циліндрі, МПа. З формули

$$(3.11) \quad T = 2,84 \text{ МПа};$$

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження матеріалу циліндра на розрив, МПа. Циліндр виготовлено зі сталі 20Х з цементацією, загартуванням в маслі та наступним відпуском до HRC 56-62, для якої $[\sigma_p] = 190 \text{ МПа}$.

Тоді з (3.16) маємо:

$$\delta_{\text{ц}} = \frac{0,433 \cdot 0,04 \cdot 2,84}{190} = 0,00026 \text{ м}.$$

З конструктивних міркувань приймаємо товщину стінки циліндра $\delta_{\text{ц}} = 0,002 \text{ м} = 2 \text{ мм}$.

Виходячи з отриманих результатів приймаємо гідро циліндр з такими геометричними параметрами: діаметр поршня $d_{\text{п}} = 0,04 \text{ м}$, діаметр труби штока $d_{\text{ш.з.}} = 0,025 \text{ м}$, товщина стінки труби штока $\delta_{\text{ш}} = 0,003 \text{ м}$, товщина стінки циліндра $\delta_{\text{ц}} = 0,002 \text{ м}$, хід поршня $S = 1,04 \text{ м}$.

3.6.2 Перевірка параметрів скребка на міцність

З п. 3.3 маємо такі параметри скребка: довжина $b = 0,28 \text{ м}$, висота $h = 0,04 \text{ м}$, товщина $\delta_{\text{с}} = 0,004 \text{ м}$, матеріал – сталь 20Л з допустимим напруженням $[\sigma_s] = 115 \text{ МПа}$. Схема дії сил на скребок при робочому ході показана на рис. 3.2.

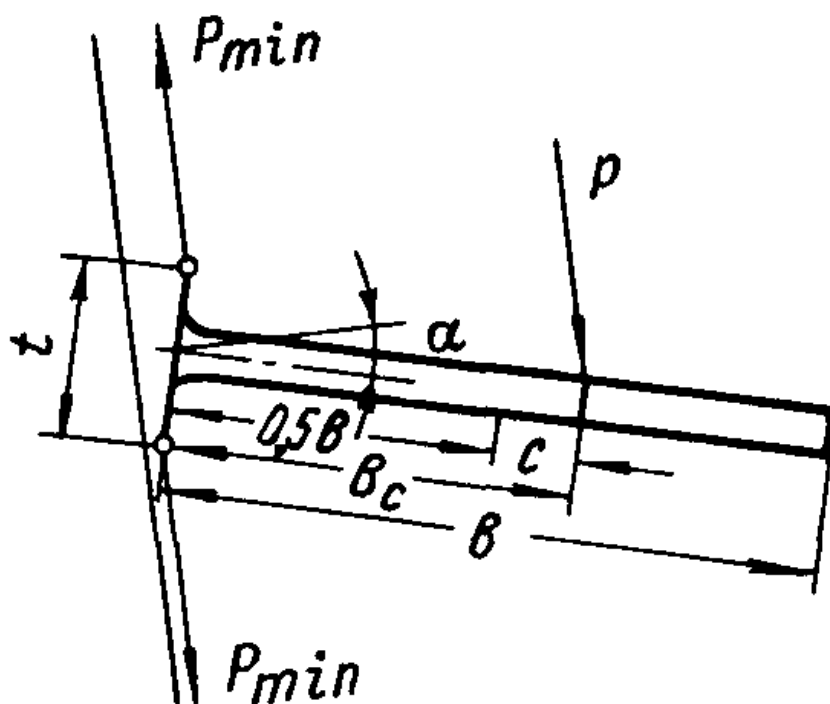


Рисунок 3.2 - Схема навантаження скребка при переміщенні гною

За цією схемою на скребок діють сили від опору переміщенню порції гною та самого скребка, рівнодіюча P від дії яких прикладена на відстані $0,5b_c = 0,15\text{м}$ від вісі кріплення скребка до штанги. Підрахуємо значення рівнодіючої за виразом:

$$P = g(q_z w_z + g_c w_c) = 9,8(6,72 \cdot 1,0 + 0,45 \cdot 0,8) = 69,45\text{Н} \approx 70\text{Н} \quad (3.25)$$

Під дією цієї сили скребок працює на згин. Умова міцності скребка на згин така:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} \leq [\sigma_z], \text{ МПа}, \quad (3.26)$$

де $\sigma_{\max}$ – максимальне напруження на згин скребка від згинаючого моменту під дією сили P , Па;

M – згинаючий момент від дії сили P , який діє на скребок, Н·м;

W – осьовий момент опору скребка, м^3 .

Значення згинаючого моменту M становить:

$$M = P \cdot 0,5B_c = 70 \cdot 0,15 = 10,5 \text{ Нм}, \quad (3.27)$$

де $0,5B_c = 0,15 \text{ м}$ – плече дії сили P (рис.3.2).

Осьовий момент опору скребка дорівнює:

$$W = \frac{\delta_c \cdot h^2}{12} = \frac{0,004 \cdot 0,04^2}{12} = 0,53 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (3.28)$$

Тоді, з формули (3.26) маємо:

$$\sigma_{\max} = \frac{10,5}{0,53 \cdot 10^{-6}} = 19,8 \cdot 10^6 \text{ Па} = 19,6 \text{ МПа},$$

що менше $[\sigma_s] = 115 \text{ МПа}$, отже прийняті нами параметри скребка нас влаштовують.

3.6.3 Перевірка діаметру вісі скребка

Вісь скребка нами виготовлена з прутка діаметром $d_b = 10 \text{ мм}$. Матеріал прутка – сталь 20Л, з допустимим напруженням на зріз $[\tau_s] = 90 \text{ МПа}$. На вісь діє сила реакції R_o , під дією якої вісь потерпає напруження зрізу.

Умова міцності вісі на зріз така:

$$\tau_{\max} = \frac{R_o}{F_{\epsilon}} \leq [\tau_s], \text{ Па}, \quad (3.29)$$

де R_o – сила реакції в шарнірі від дії на скребок сили P , Н;

F_{ϵ} – площа перерізу вісі, м^2 .

За схемою навантаження скребка сила реакції в циліндрі становить:

$$R_o = \frac{P \cdot B_o}{l_{uu}} = \frac{70 \cdot 0,15}{0,012} = 875 H$$

Площу перерізу вісі підраховуємо за формулою:

$$F_{\epsilon} = \frac{\pi d_{\epsilon}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 78,5 \cdot 10^{-6} m^2,$$

Максимальне напруження на зріз з формули (3.29)

$$\tau_{\max} = \frac{875}{78,5 \cdot 10^{-6}} = 11,2 \text{ МПа}$$

Так як співвідношення (3.29) виконується, тобто:

$$\tau_{\max} = 11,2 < 90 = [\tau_3],$$

то прийнятий нами діаметр вісі $d_b = 0,01$ м залишаємо.

3.6.4 Перевірка на міцність параметрів штанги

Штанга транспортера виготовлена з квадратної труби 30x30x4 мм, матеріал – сталь 20Л. Штанга працює за знакоперемінним навантаженням: від розтягу під дією сили $P_p = 3580$ Н до стискання під дією сили $P_x = 482$ Н. Перевірку параметрів штанги робимо на розтяг. Допустиме напруження на розрив для сталі 20Л $[\sigma_p] = 75$ МПа.

Перевіряємо штангу за умовою

$$\sigma_{\max} = \frac{P_p}{F_{\text{ш}}} \leq [\sigma_p], \text{ МПа}, \quad (3.30)$$

де $F_{\text{ш}}$ – площа поперечного перерізу штанги, м^2 , значення якої розрахуємо за формулою:

$$F_{\text{ш}} = l_3^2 - l_6^2 = 0,03^2 - 0,022^2 = 0,000416 \text{ м}^2,$$

де l_3 – зовнішня довжина сторони квадрата труби, м, значення її становить $l_3 = 0,03$ м;

l_6 – внутрішня довжина сторони квадрата труби, м. При товщині стінки труби $\delta_{\text{т}} = 0,004$ м $l_6 = 0,022$ м.

Тоді з (3.30) маємо:

$$\sigma_{\max} = \frac{3580}{416 \cdot 10^{-6}} = 8,6 \cdot 10^6 \text{ Па} = 8,6 \text{ МПа}$$

Так як

$$\sigma_{\max} = 8,6 \text{ МПа} < [\sigma_p] = 75 \text{ МПа}$$

і співвідношення (3.30) виправдовується, то залишаємо для виготовлення штанги трубу квадратну зі сталі 20Л розміром 30х30х4 мм.

3.7 Висновки

У даному розділі були отримані наступні результати:

Розроблено конструкцію штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху, що призначений для механізованого видалення гною з тваринницького приміщення. Визначено основні геометричні та кінематичні параметри транспортера, адаптовані до умов функціонування на сімейній фермі.

Проведено розрахунок зусиль, що діють на тяговий орган під час роботи, та обґрунтовано вибір гідравлічного приводу як оптимального рішення. До складу приводу входять гідроциліндр подвійної дії, шестеренчастий насос та електродвигун потужністю 1,1 кВт.

Для повного охоплення гнойових каналів у приміщенні запроєктовано встановлення двох ідентичних штангових транспортерів - по одному на кожен канал.

Виконано перевірку на міцність основних елементів конструкції, зокрема штанги, скребків, шарнірних з'єднань та гідроциліндра. Розрахункові параметри підтвердили надійність обраної конструкції в умовах експлуатації.

Отримані результати створюють технічну основу для впровадження ефективної системи гноєвидалення на фермі. У наступному розділі буде розглянуто питання охорони праці при роботі з удосконаленою лінією та запропонованим штанговим транспортером.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги

Процеси прибирання та видалення гною на фермах великої рогатої худоби пов'язані з підвищеною небезпекою для працівників через наявність шкідливих біологічних факторів, слизьких поверхонь, ризиків механічного травмування та токсичного впливу шкідливих газів (аміак, сірководень, метан). З метою забезпечення безпечних умов праці при виконанні цих робіт встановлюються загальні вимоги охорони праці, які регламентуються українським законодавством і гармонізованими європейськими директивами.

Згідно з Законом України «Про охорону праці» (ст. 13, ст. 14) роботодавець зобов'язаний створити безпечні умови праці, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, проводити інструктажі та навчання з питань охорони праці. Також повинні дотримуватись Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві (наказ Мінагрополітики №39 від 27.01.2001 р.), які конкретизують вимоги безпеки для працівників, що обслуговують тваринницькі ферми.

Основними вимогами є:

Перед початком робіт працівники повинні пройти медичний огляд, вступний і первинний інструктаж з охорони праці та бути ознайомленими з особливостями експлуатації гноєвидалного обладнання.

Приміщення ферми мають бути обладнані природною або примусовою вентиляцією для запобігання накопиченню шкідливих газів (ДСТУ EN 13779:2017 «Вентиляція приміщень»).

Підлоги в зоні прибирання повинні мати неслизьке покриття, бути рівними та очищуваними.

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: водонепроникним спецодягом, гумовими чоботами, рукавицями, респіраторами та захисними окулярами.

Роботи в умовах підвищеної вологості, а також із контактом з гноєм, слід проводити із дотриманням гігієнічних вимог, визначених Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Зона переміщення механізованих засобів (транспортера, навантажувача) повинна бути огороженою та позначеною відповідною сигнальною розміткою. Заборонено виконання ручного прибирання без зупинки обладнання.

З електрообладнанням (привід транспортера, гідростанція) дозволяється працювати лише працівникам з групою електробезпеки не нижче II, згідно з вимогами Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС).

На рівні Європейського Союзу вимоги з охорони праці регламентуються:

Директивою 89/391/ЄЕС «Про впровадження заходів щодо поліпшення безпеки та гігієни праці працівників», що вимагає запровадження систем управління ризиками, оцінки небезпек на робочому місці та навчання персоналу.

Директивою 2009/104/ЄС (раніше 89/655/ЄЕС) про мінімальні вимоги до безпеки використання робочого обладнання.

Директивою 2000/54/ЄС щодо захисту працівників від ризиків, пов'язаних з біологічними агентами на робочому місці - особливо актуально для робіт з гноєм, що є джерелом патогенів.

Роботи з видалення гною повинні проводитись з чітким дотриманням вимог безпеки, гігієни та нормативних документів, з обов'язковим інструктуванням персоналу, використанням засобів індивідуального захисту, справним обладнанням та належною вентиляцією. Роботодавець зобов'язаний забезпечити постійний контроль за виконанням вимог охорони праці відповідно до чинного українського та європейського законодавства.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора розробленого штангового транспортера

1. Загальні положення

1.1. Дана інструкція встановлює вимоги безпеки праці для оператора штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху, призначеного для видалення гною з приміщень великої рогатої худоби.

1.2. До роботи з транспортером допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж, навчання за фахом та перевірку знань з охорони праці.

1.3. Оператор зобов'язаний дотримуватись вимог чинного законодавства України у сфері охорони праці, а також Законів України "Про охорону праці", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", Правил охорони праці у сільському господарстві, Правил експлуатації електроустановок споживачів, і відповідних європейських директив (зокрема, Директиви 2009/104/ЄС та 89/391/ЄЕС).

1.4. Оператор несе персональну відповідальність за дотримання вимог охорони праці та безпечну експлуатацію обладнання.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Провести зовнішній огляд робочої зони та переконатися у її чистоті, відсутності сторонніх предметів у гнойовому каналі та зоні руху штанги.

2.2. Перевірити справність приводу транспортера, гідроциліндра, стан арматури, надійність кріплення штанги і скребків.

2.3. Перевірити відсутність протікань гідравлічної рідини, стан електропроводки, наявність заземлення приводу.

2.4. Переконатися, що всі захисні кожухи і щити встановлені на своїх місцях.

2.5. Оператор повинен бути забезпечений ЗІЗ: спецодягом, гумовими чоботами, рукавицями, захисними окулярами або щитком, респіратором у разі високого рівня аміаку чи пилу.

2.6. Заборонено запускати транспортер при виявленні несправностей, за відсутності ЗІЗ або при перебуванні людей у зоні дії рухомих частин.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Увімкнення транспортеру дозволяється лише після подачі сигналу персоналу про початок роботи та повного очищення зони дії.

3.2. Заборонено виконувати прибирання гною вручну без повної зупинки та знеструмлення обладнання.

3.3. Не можна перебувати в зоні переміщення штанги або всередині гноєвого каналу під час роботи механізму.

3.4. Під час роботи слід спостерігати за справністю руху штанги, рівномірністю її ходу, а також за відсутністю шумів, вібрацій, або просідання конструкції.

3.5. У разі виявлення сторонніх предметів у канавці, збоїв у роботі, протікань чи перевантажень - негайно зупинити привід, знеструмити систему та повідомити відповідального працівника.

4. Вимоги безпеки після завершення роботи

4.1. Після закінчення циклу транспортування гною необхідно вимкнути привід, переконатися у повній зупинці штанги та гідросистеми.

4.2. Провести візуальний огляд стану скребків, штанги, направляючих елементів та гідроциліндра.

4.3. Очистити обладнання від залишків гною, не допускаючи пошкодження робочих елементів.

4.4. Повідомити відповідальну особу про виявлені несправності або потребу в технічному обслуговуванні.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі обриву, деформації або заклинювання штанги - негайно зупинити привід, вжити заходів з електробезпеки, заборонити доступ до небезпечної зони.

5.2. При виникненні пожежі в зоні транспортера - діяти відповідно до інструкції з пожежної безпеки, використовуючи наявні засоби пожежогасіння (вогнєгасники, пісок, вода).

5.3. У разі ураження працівника струмом, травмування або отруєння парами - викликати швидку допомогу, надати першу медичну допомогу та повідомити керівництво.

6. Заключні положення

6.1. Оператор зобов'язаний постійно дотримуватись цієї інструкції, виконувати вимоги безпеки при роботі з гноєвидальним обладнанням.

6.2. Порухення вимог інструкції розглядається як дисциплінарне порушення та може стати причиною відсторонення від роботи.

6.3. Інструкція переглядається не рідше одного разу на 3 роки, або у разі зміни обладнання чи умов роботи.

4.3 Висновки

У розділі розглянуто основні небезпеки, що виникають під час прибирання та видалення гною на фермі великої рогатої худоби, та сформульовано вимоги безпеки до умов праці оператора штангового транспортера. Встановлено, що дотримання положень українського та європейського законодавства, використання засобів індивідуального захисту, наявність технічно справного обладнання та проведення інструктажів є обов'язковими умовами безпечного виконання робіт. Розроблена інструкція з охорони праці для оператора транспортера забезпечує регламентовану послідовність дій на всіх етапах роботи та дозволяє знизити виробничі ризики. Таким чином, реалізація запропонованих заходів сприяє створенню безпечного і ефективного виробничого середовища на фермі.

5 Економічна оцінка

5.1 Вихідні дані

Завданням цього розділу є проведення техніко-економічного порівняння двох варіантів механізованого видалення гною з тваринницького приміщення ферми великої рогатої худоби - розробленої нами системи на основі штангових скребкових транспортерів зворотно-поступального руху та базового варіанту із застосуванням скребкових транспортерів кругового руху типу ТСН-160А.

Порівняння проводиться на основі розрахунку експлуатаційних параметрів кожного варіанту з однаковими вхідними умовами: добовий вихід гною становить $M_d = 2,625$ т, кількість прибирань - тричі на добу, транспортування здійснюється причепом ПТ-2. У кожній схемі передбачено повний цикл: прибирання з приміщення, завантаження у транспортний засіб, транспортування до гноєсховища та повернення порожнього причепа.

Варіант 1 (базовий): скребковий транспортер ТСН-160А.

Система складається з горизонтального та похилого транспортерів кругового руху. Прибирання гною виконується тричі на день. Гній переміщується горизонтальним транспортером до торця приміщення, де захоплюється похилим транспортером, який здійснює навантаження у причеп ПТ-2. Після заповнення причепа (приблизно 1,5 рази на добу), гній транспортується до гноєсховища. Порожній причіп повертається та знову встановлюється під транспортер.

Варіант 2 (розроблений): штангові транспортера.

Впроваджена схема передбачає використання двох штангових горизонтальних транспортерів зворотно-поступального руху, кожен з яких обслуговує одну гнойову канаву. Гній транспортується до гноєзбірників місткістю $4,5 \text{ м}^3$. Один раз на дві доби накопичений обсяг гною навантажується навантажувачем НГП-0,5 у причеп ПТ-2 та за три ходки (1,5 рази на добу) транспортується до

гноєсховища. Після вивантаження причіп звільняється для виконання інших господарських операцій, що підвищує його ефективне використання.

У наступних підрозділах буде виконано аналіз питомих експлуатаційних витрат, витрат праці, енерговитрат і тривалості робіт за обома варіантами з метою визначення техніко-економічної доцільності впровадження штангових транспортерів у господарствах аналогічного типу.

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для порівняння базового та удосконаленого варіанту технологічного процесу видалення гною, ми зосередимося на питомих експлуатаційних витратах. Це дозволить оцінити ефективність і економічну доцільність модернізації. Витрати на експлуатацію включають такі категорії, як заробітна плата, енергоресурси, амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Таблиця 5.3 - Техніко-економічні показники лінії гноєвидалення

1. Розмір ферми, дійних корів	25	25
2. Річний вихід гною, т	958,12	958,12
3. Чисельність обслуговуючого персоналу, люд.	1	1
4. Питомі витрати праці, люд.год./т	0,65	0,42
5. Питомі експлуатаційні витрати, грн./т	11,53	6,52
6. Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	47900,6
7. Капітальні вкладення, грн.	244000	121000 (86240)*
8. Окупність капітальних вкладень, роки	-	1,8
9. Питомі приведені витрати, грн./т	15,35	8,42
10. Розрахунковий річний економічний ефект, грн.	-	66391

*86240 грн. – капітальні вкладення в штангові транспортери

5.3 Висновки

Проведений порівняльний аналіз техніко-економічних показників двох варіантів організації лінії гноєвидалення - з використанням типового скребкового транспортера ТСН-160А та розробленої конструкції штангових транспортерів зворотно-поступального руху - показав повну перевагу удосконаленого варіанту. Впровадження штангових транспортерів забезпечує зменшення експлуатаційних витрат, підвищення надійності та енергоефективності системи, а також більш раціональне використання транспортних засобів. За результатами розрахунків, річний економічний ефект від впровадження запропонованої системи становить 47 900,60 грн, а строк окупності капітальних вкладень - 1,8 року, що підтверджує доцільність її застосування на малих і середніх фермерських господарствах.

Висновки та пропозиції

У цьому дипломному проєкті ми отримали наступні результати:

1. Виходячи з можливостей і планів розвитку сімейної ферми, а саме довести поголів'я до 25 корів, враховуючи також, що до сих пір немеханізованим залишається процес видалення гною з корівника, основною задачею було прийнято проєкт удосконалення механізації лінії видалення гною на вказаній фермі;

2. Удосконалена лінія працює в наступний спосіб: з корівника, згідно розпорядку дня гній зі стійл і станків вручну зчищаємо в гнойові канави. Їх дві: одна вздовж стійл для корів, інша – вздовж стійл і станків для молодняка. В кожній гнойовій канаві встановлено по одному штанговому транспортеру. Ними видаляємо гній за межі корівника у гноєзбірники, кожен місткістю $4,5 \text{ м}^3$. З гноєзбірника раз у дві доби перевантажуємо гній до сховища. Відповідно до цього рішення розроблена технологічна схема лінії і прийняті засоби механізації. За відсутністю для малих ферм потрібних засобів механізації видалення гною прийнято рішення застосувати для цього штангові скребкові транспортери зворотно-поступального руху;

3. Зважаючи на відсутність серійних транспортерів, ми розробили його конструктивну схему, виконали потрібні розрахунки, за якими встановили необхідні геометричні, кінематичні і силові параметри, обрали тип приводу і його потужність, а також перевірили ряд вузлів і деталей транспортера на міцність;

4. Розроблено заходи з охорони праці на фермі та при роботі з обладнанням удосконаленої лінії;

5. Виконано порівняння техніко-економічних показників лінії гноєвидалення на фермі за двома варіантами: 1). Із застосуванням скребкового транспортера кругової дії ТСН-160А і 2). З використанням штангового скребкового транспортера зворотно-поступального руху, конструкцію якого ми розробили. Розрахунки показали перевагу варіанту із застосуванням штангового транспортера і за витратами праці, і за експлуатаційними витратами, і за капітальними витратами.

За розрахунками річний економічний ефект від впровадження на фермі штангових транспортерів становить 6639,77 грн., а строк окупності нововведення – $T = 1,8$ роки.

Виходячи з отриманих результатів приходимо до висновку про необхідність рекомендувати до впровадження на малих і сімейних фермах для транспортування гною з приміщень на короткі дистанції (10-30 м) штангових скребкових транспортерів зворотно-поступального руху. Їх конструкції можна виконати скориставшись методикою, приведеною в цьому дипломному проекті.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-01.05. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)// Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // Київ – 2005.
2. Машина для заготівлі та приготування кормів// За редакцією В.І. Кравчука, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с.
3. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
4. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
5. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.
6. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.
7. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А. Ясенецький, В.С. Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
8. Повод М.Г, Дудін, В.Ю., Шпетний М.Б.Розробка основних засад щодо обґрунтованого визначення розмірів санітарно-захисних зон свиноферм: монографія, Суми, «Сумський національний аграрний університет» 2019. – 96 с., ISBN 978-617-593-059-5
9. Гранично допустимі концентрації \ГДК\ та орієнтовні безпечні рівні дії \ОБРД\ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць/Міністерство екології та природних ресурсів України.
10. Дудін В.Ю., Павленко С.І., Акименко Р.М. Моніторинг ринку та технічних засобів виробництва твердих органічних добрив Технічні системи і

технології тваринництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2016. – Вип. 170. – С. 34-45.

11. Дудін В.Ю. Огляд практик поводження з рідким гноєм в країнах ЄС. *Materialy XIV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granicy - 2018», Volume 20 Przemysł: Nauka i studia -12-16 s.*
12. Дудін В.Ю. Огляд технологій переробки рідкого гною свиней /*Materiały XVI Mezinárodní vědecko - praktická konference «Moderní vymoženosti vědy», 22 - 30 ledna 2020 r., Volume 10 : Praha. Publishing House «Education and Science» - s. 30-34*
13. Дудін В.Ю. Огляд технологій переробки твердого гною *Materiały XV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic - 2019», 07 - 15 grudnia 2019 roku, Volume 8 Przemysł: Nauka i studia – s. 49-51.*
14. Основи теорії машиновикористання у тваринництві: навчальний посібник [для студ. вищ.навч.закл.] / В.Т.Дмитрів, Ю.М.Носов, В.М. Сиротюк та ін.]; за ред. В.Т. Дмитріва. – Львів: Афіша, 2008. – 260 с.
15. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів Підручник / Г. С. Писаренко О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка - К.; Вища школа, 1993. - 655 с.
16. Павловський М.А. Теоретична механіка/ М.А. Павловський //Київ: Техніка, 2002. – 510 с.
17. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: підручник 2-е видання, К.:Кондор, 2004. - 584 с.
18. ВНТП-АПК-09.06/ Мінагрополітики України Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. 2006, Мінагрополітики України, Київ – 85 с.

19. Стратегія розвитку сільського господарства України на період до 2028 року: Проект [Електронний ресурс] / [НААН України; ННЦ «Інститут аграрної економіки»]. – К, 2022. – Режим доступу: http://iae.faaf.org.ua/images/iae/strateg_agro_print0.pdf.
20. Посібник-практикум: Машина та обладнання для тваринництва / І.І.Ревенко, М.В.Брагінець, О.О.Заболотько та ін.; – К.:Кондор, 2011. – 396с.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою штангового транспортера

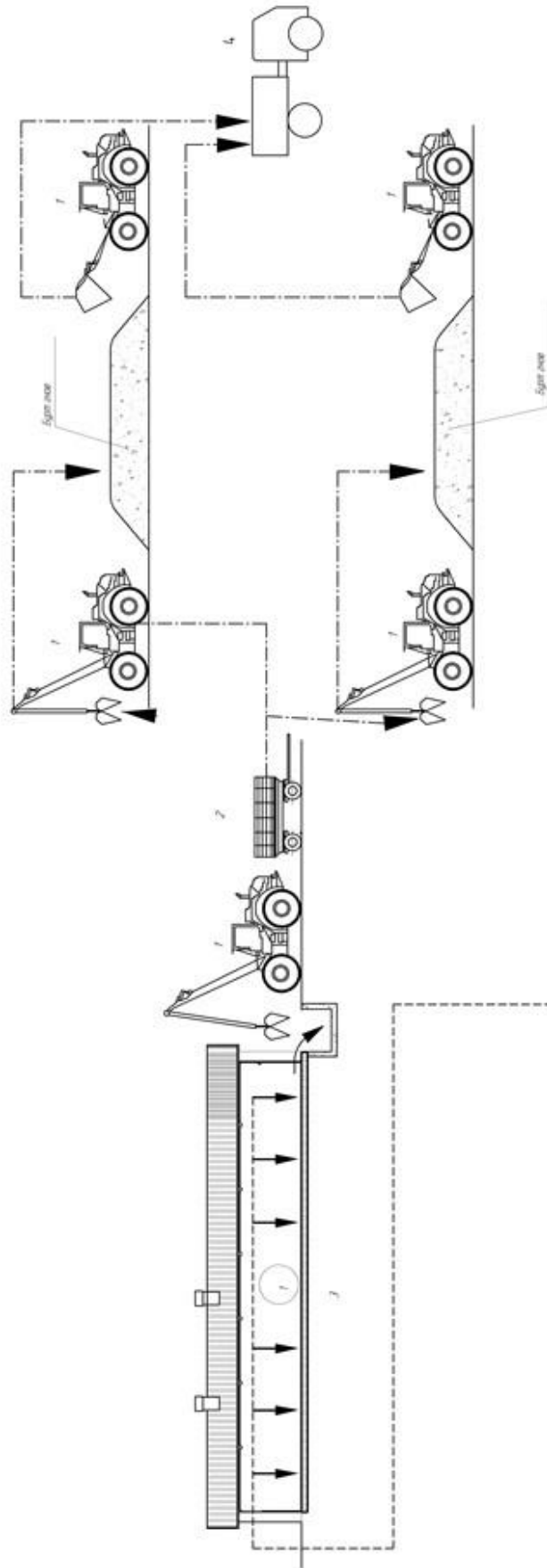
демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи AI-2-21
Кувшинов Максим Сергійович

Керівник: к.т.н., доцент
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро-2025

X.1008.0007.0501.00797



Інструкція призначення / старий

Машини	Назначення призначення / старий	Питання	Відповідь
1	Кабіна на 25 кабін з різними ступенями		

Інструкція призначення / старий

Машини	Питання	Назначення	Код	Рік	Вид
1	НП-25	Назначення	1		
2	НП-2	Види	1		
3		Назначення (назначення)	2		
4		Види (назначення)	1		

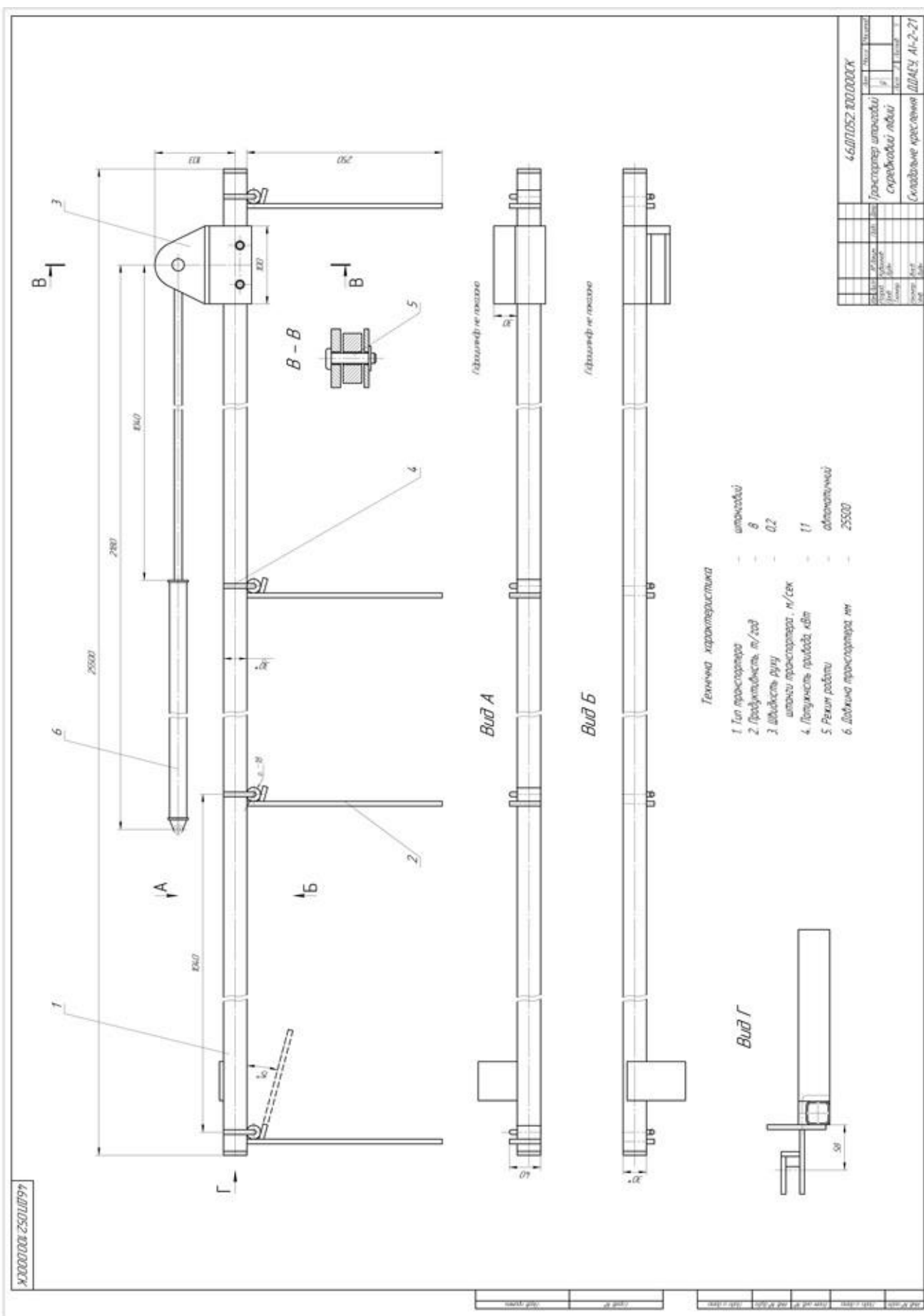
Укази машин

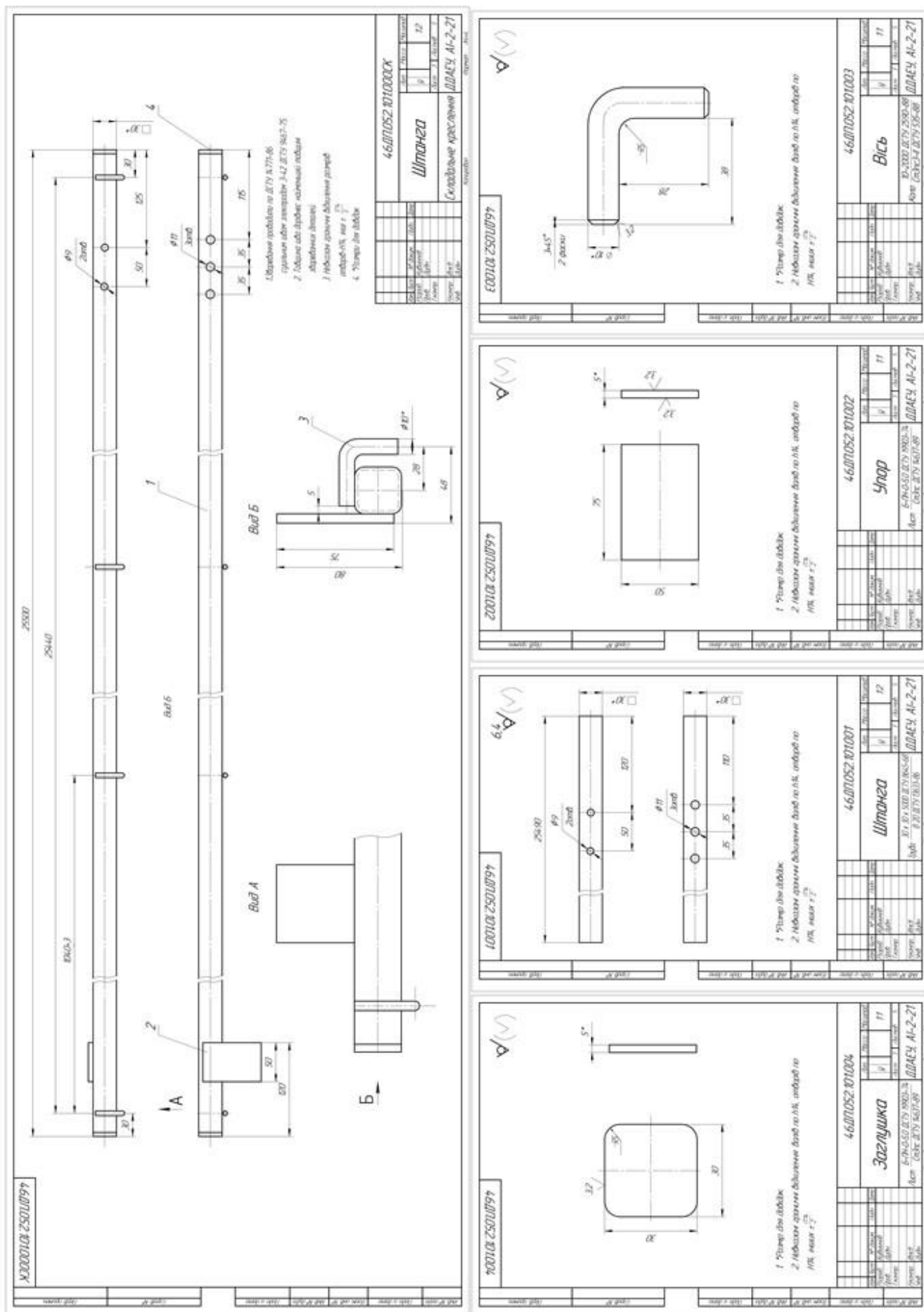
Укази машин	Назначення
-----	Види (назначення)
-----	Види (назначення)

4687052000100797

Машини	Питання	Назначення	Код	Рік	Вид
1	НП-25	Назначення	1		
2	НП-2	Види	1		
3		Назначення (назначення)	2		
4		Види (назначення)	1		

Страница 2





4680052000000 PE

1. Розмір ферми, діючих корів	25	25
2. Річний вихід гною, т	958,12	958,12
3. Чисельність обслуговуючого персоналу, люд.	1	1
4. Питомі витрати праці, люд.год./т	0,65	0,42
5. Питомі експлуатаційні витрати, грн./т	11,53	6,52
6. Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	–	47900,6
7. Капітальні вкладення, грн.	244000	121000 (86240)*
8. Окупність капітальних вкладень, роки	–	1,8
9. Питомі приведені витрати, грн./т	15,35	8,42
10. Розрахунковий річний економічний ефект, грн.	–	66391

*86240 грн. — капітальні вкладення в штангові транспортери

4680052000000 PE			
Економічні показники	Рік	Місяць	Квартал
Додаток А-2-21	1	1	1

[illegible]