

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

Удосконалення процесу видалення гною на свинофермі

з розробкою фекального насоса

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-2-21

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Стаценко Артем Романович

Керівник: _____ Івлєв Віталій Володимирович

Рецензент: _____ Садченко Роман Вікторович

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.
(прізвище, ініціали)
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Стаценко Артем Романович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення процесу видалення гною на свинофермі з розробкою фекального насоса

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, 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 та обробки гною. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика свинарства ТОВ «Агро-Овен». 2. Удосконалення механізації процесу видалення та переробки гною. 3. Удосконалення фекального насоса. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Насос-гомогенізатор. 3. Насос. 4. Вал. 5. Ніж кільцевий. 6. Ніж. 7. Гайка. 8. Напівмуфта. 9. Економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	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)

Стаценко А.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Івлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Стаценко А.Р. Удосконалення процесу видалення гною на свинофермі з розробкою фекального насоса / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У дипломному проєкті викладено вступні положення та здійснено аналіз стану галузі тваринництва, на основі чого обґрунтовано доцільність модернізації механізованої технологічної лінії видалення й обробки гною. Враховуючи сучасні тенденції, проведено проєктування оновленої технологічної лінії. Запропоновано конструктивне удосконалення насоса для перекачування гноївки. Розроблено комплекс заходів із покращення умов праці та дотримання техніки безпеки під час виконання операцій з видалення гною. Проведено техніко-економічну оцінку ефективності впровадження проєкту. Оформлено загальні висновки, список використаних джерел та додатки.

Ключові слова: свині, відгодівля, рідкий гній, біогаз, компостування, насос, робоче колесо, ферма, відстійник, рухомий ніж

ЗМІСТ

Вступ		8
1	Характеристика свинарства ТОВ «Агро-Овен»	9
1.1	Загальні відомості про підприємство	9
1.2	Технологія утримання тварин	9
1.3	Обґрунтування теми проекту	12
1.4	Висновки	13
2	Удосконалення механізації процесу видалення та переробки гною	14
2.1	Актуальність питання	14
2.2	Стан справи в господарстві, існуючі рішення та їх аналіз	15
2.2.1	Лінія прибирання та обробки гною в ТОВ «Агро-Овен»	15
2.2.2	Класифікація техніко-технологічних рішень переробки гною	18
2.3	Розробка технологічної схеми процесу	19
2.4	Визначення об'ємів робіт	19
2.5	Визначення основних параметрів процесу	20
2.6	Вибір та визначення кількості основних та допоміжних засобів	24
2.7	Висновки	28
3	Удосконалення фекального насоса	29
3.1	Вимоги до насосів для перекачування гною	29
3.2	Аналіз конструкції насоса та пошук шляхів удосконалення	29
3.2.1	Аналіз існуючих конструкцій	29
3.2.2	Патентний пошук	31
3.2.3	Розробка варіанту удосконалення	34
3.3	Розрахунки основних параметрів удосконаленого насоса	36
3.4	Робота модернізованого насоса	42
3.5	Висновки	44

4	Охорона праці	45
4.1	Загальні вимоги	45
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора системи видалення та переробки рідкого гною	46
4.3	Висновки	48
5	Економічна оцінка	50
5.1	Вихідні дані	50
5.2	Розрахунок показників економічної ефективності	50
5.3	Висновки	52
	Висновки та пропозиції	53
	Бібліографія	55
	Додатки	58

ВСТУП

Актуальність теми обумовлена одночасним зростанням масштабів свинарського виробництва в Україні та загостренням екологічних, економічних і соціальних викликів, пов'язаних із безпечним та ефективним утилюванням гноївки. Збільшення поголів'я свиней у 2024 році призвело до суттєвого зростання обсягів відходів, які традиційні скребкові або ручні методи вже не здатні обробляти із необхідною швидкістю та якістю.

Накопичення гною підвищує вологість і забрудненість приміщень, що сприяє поширенню аміаку, метану та патогенних мікроорганізмів, негативно впливаючи на здоров'я тварин і персоналу та створюючи передумови для епідемічних ризиків. Водночас нерегулярне й трудомістке видалення гною збільшує питомі експлуатаційні витрати й витрати часу обслуговуючого персоналу, знижуючи рентабельність господарств і уповільнюючи впровадження інновацій у процесі утримання тварин.

Погіршення якості довкілля через несанкціоноване відведення органічних стоків та посилення вимог природоохоронного законодавства, зокрема європейських норм із переробки й утилізації відходів тваринництва, створюють необхідність модернізації технологічної ланки видалення гноївки.

Розробка й впровадження спеціалізованого фекального насоса, що враховує реальні реологічні властивості гноївки, забезпечує автоматизацію процесу, зниження енерговитрат і трудомісткості, сприятиме підвищенню санітарних стандартів приміщень, зменшенню екологічного навантаження та створенню на підприємствах умов, які відповідають сучасним нормам безпеки праці й екологічної відповідальності.

1 Характеристика свинарства ТОВ «Агро-Овен»

1.1 Загальні відомості про підприємство

До складу корпорації «Агро-Овен» входять чотири сільськогосподарські підприємства, розташовані в Магдалинівському, Новомосковському, Дніпропетровському та Солонянському районах Дніпропетровської області. Загальна площа земельного банку становить 16 000 га, з яких щорічно під картоплею обробляють близько 600–700 га, а понад 2 000 га - зрошувані поля в системі сівозмін. Завдяки впровадженню світових інноваційних технологій землеробства та високій родючості чорноземів компанія протягом 16 років отримує стабільно високі врожаї таких основних культур, як пшениця, кукурудза, соняшник, картопля, просо й кормові рослини. Ефективність рослинницького напрямку забезпечується суворим контролем якості на всіх етапах - від обробітку ґрунту й підготовки насіння до догляду за посівами та збирання урожаю.

Птахівництво представлено трьома потужними комплексами - «Голубовським», «Мар'янівським» (Новомосковський район) і «Молодіжним» (Солоне), де у найменшому із них одноразово вирощують до мільйона бройлерів. Підприємство має власний інкубатор у Мар'янівці, два м'ясопереробні заводи (у Магдалинівці та Дніпропетровську), картоплесховище із переробкою потужністю 20 500 т (у Магдалинівці) та два комбікормових заводи (у Магдалинівці й Губинихі), що забезпечують кормами всі напрямки тваринництва.

У свинарському підрозділі на п'яти майданчиках із замкненим циклом вирощують і відгодовують 46 000 голів свиней, використовуючи зернову сировину власного виробництва комбікормів.

1.2 Технологія утримання тварин

Станом на 1 вересня 2015 року на п'яти спеціалізованих майданчиках підприємства утримується 46 000 голів свиней, із яких 3 800 становлять свиноматки,

100 – кнури, близько 18 000 – відгодівельне поголів'я, решта – лінійні поросята до відлучення та на доращуванні. Річний обсяг виробництва свинини перевищує 7 000 тонн. Усі технологічні процеси організовано з урахуванням політики біологічної безпеки: тварин розміщують у відокремлених групах за функціональною ознакою, виробничі майданчики ізольовані, ведуть постійний ветеринарний контроль та здійснюють комплекс профілактичних заходів.



Рисунок 1.1 – Свиноферма в селі Оленівка

У структурі свинарського напрямку діє репродукторна ферма та чотири відгодівельні комплекси (села Дмухайлівка, Котівка, Оленівка). Саме на комплексі в Оленівці, збудованому за підтримки уряду Нідерландів у 2003 році, встановлено біогазову установку продуктивністю 80 тонн рідкого гною на добу. Наразі цей майданчик розрахований на вирощування 22 000 голів на рік із перспективою довести потужність до 40 000 голів, що гарантуватиме повне завантаження біогазового модуля. Відгодівельні тварини утримуються в групових станках по 30 голів на повністю щільній бетонній підлозі, де живляться «вволю» сухими

кормами з автоматичних годівниць протягом 112 днів (з них 105–112-й день відводиться на власне відгодівлю, а послідовна мийка з дезінфекцією й підготовкою секцій триває 7 днів).

Мікроклімат у приміщеннях підтримується даховими витяжними вентиляторами й стінними припливними клапанами з автоматичним регулюванням, а влітку додаткове охолодження повітря здійснюють розпил води над припливними отворами. Заготівлю комбікормів і доставку їх до бункерів-накопичувачів організовано за допомогою завантажувача ЗКП-8А, що працює у зв'язці з тракторами класу 0,9–1,4 кН і приводиться в дію від ВОМ через карданний вал і гідросистему. Подавання корму до годівниць відбувається шнековим конвеєром із кутовими редукторами, а в раціоні передбачено два ланцюгово-шайбові транспортери та групові кормові автомати з вбудованими ніпельними напувалками, які водночас забезпечують зволоження корму до заданої консистенції. Напування свиней реалізовано через чашкові автонапувалки – по дві на кожен станок.



Рисунок 1.2 – Біогазова установка на свинофермі ТОВ «Агро-Овен»

Систему періодичного самосплавного видалення гною складають гноєзбірні ванни під щільною підлогою зі сталевих труб та пластикові поздовжні колектори діаметром 250 мм, змонтовані з ухилом 0,005 до поперечних магістралей. Гній із внутрішньої каналізації надходить до ємностей (20 м³ біля відгодівельника та 10 м³ біля репродуктора), а потім за допомогою довговального фекального насоса по поліетиленовому трубопроводу діаметром 110 мм транспортується до місця переробки, де насос також виконує функцію гомогенізації стоків. Анаеробне зброджування гною забезпечує виробництво біогазу для когенераційної установки (до 160 кВт·год електроенергії), а тепла енергія використовується для опалення приміщень і підтримки технологічного процесу. Перероблений субстрат накопичується в лагунах і в подальшому застосовується як рідке органічне добриво.

Після досягнення товарної маси тварин вивідні доріжки та коридори приводять свиней на рампу, де їх зважують і відправляють на переробку. Після цього секцію протягом 5–7 діб піддають мийці, дезінфекції та просушуванню, після чого її заселяють поросятами з цеху дорашування для наступного циклу відгодівлі.

1.3 Обґрунтування теми проекту

Виходячи з характеристик свиноферми в с. Оленівка ТОВ «Агро-Овен», з огляду на жорсткі екологічні вимоги до виробництва та намір розширити поголів'я, центральним завданням дипломного проекту визначено модернізацію механізованої лінії видалення й переробки гною. Для його реалізації необхідно:

- проаналізувати діючу технологію збирання та обробки гнійових стоків;
- обрати найдоцільніший спосіб транспортування, зберігання та переробки гною;
- інтегрувати в оновлену лінію відповідне машинно-обладнання;
- розробити комплекс заходів із забезпечення безпеки праці на обраній ділянці;

- обґрунтувати економічну вигідність впровадження запропонованих удосконалень.

1.4 Висновки

На основі аналізу характеристик підприємства та його перспектив розвитку обрано тему дипломного проєкту: «Удосконалення процесу видалення гною на свинофермі з розробкою фекального насоса».

У наступному розділі будуть визначені ключові параметри модернізованої лінії збирання й утилізації гною.

2 Удосконалення механізації процесу видалення та переробки гною

2.1 Актуальність питання

Актуальність удосконалення механізації процесу видалення та переробки гною обумовлена комплексом технічних, екологічних і економічних чинників, що визначають сучасний стан і перспективи розвитку свинарської галузі. Вибір оптимальної системи очищення та транспортування гноївки на фермах значною мірою залежить від потужності господарства, умов утримання тварин, наявності підстилки, джерел води й кліматичних особливостей регіону. Проте сьогодні до цього додаються жорсткіші вимоги до екологічності виробництва й санітарно-гігієнічних норм, агрономічного використання органічних відходів і загальної економічної ефективності.

За даними моніторингових досліджень, обсяг утворення твердих і рідких свинарських відходів у 2015 році в Україні перевищив 16 млн тонн на рік. Якщо врахувати воду, що використовується в гідравлічних системах видалення, та підстилкові матеріали, сумарний обсяг може сягати до 20 млн тонн [1]. Найпоширеніша нині практика - просте накопичення гною в резервуарах або на майданчиках - стикається з двома серйозними проблемами: по-перше, відсутністю достатньої кількості герметичних сховищ, спроектованих із урахуванням санітарних і гідроізоляційних вимог; по-друге, значним екологічним навантаженням, яке пов'язане з емісією парникових (CO_2 , CH_4 , N_2O) та шкідливих газів (NH_3 , NO_x , H_2S) у довкілля. Навіть звичайні системи вентиляції на фермі з 12 тисячами голів свиней за годину виділяють близько 6 кг випарів пилу, до 14,4 кг аміаку та понад $8 \cdot 10^{10}$ мікробних клітин, що істотно погіршує якість повітря в навколишньому середовищі.

Крім того, при зберіганні гною без спеціальної обробки втрачаються цінні компоненти (азот, фосфор, калій), які могли б повернутися в ґрунт і сприяти підвищенню його родючості. Економічні витрати на транспортування й розкидання неактивних органічних залишків на полях часто виявляються надто високими та

не дають бажаного агрономічного ефекту. Тому впровадження сучасних технологічних рішень, які забезпечують екологічно безпечну утилізацію та переробку гною, дозволить значно зменшити викиди шкідливих сполук, знизити запахову навантаженість та унеможливити поширення патогенної мікрофлори й насіння бур'янів.

Крім екологічної користі, модернізація лінії видалення й переробки гною дає змогу повернути у ґрунт максимальну кількість поживних речовин у вигляді високоякісних органічних добрив, скоротити витрати на їхнє зберігання та транспортування, а також отримати додаткове джерело енергії - біогаз. Вироблений у процесі анаеробного зброджування метан може заміщувати традиційні палива й виробляти до 160 кВт·год електроенергії на добу, що зменшує енергетичні витрати господарства та підвищує його економічну рентабельність.

Отже, комплексний підхід до вдосконалення механізованої системи очищення, транспортування й переробки гною відповідає вимогам сучасного агропромислового виробництва, сприяє підвищенню екологічної та енергетичної безпеки свинарського комплексу, а також забезпечує додаткові економічні вигоди за рахунок зменшення операційних витрат і раціонального повернення органічних ресурсів у сільськогосподарський кругообіг.

2.2 Стан справи в господарстві, існуючі рішення та їх аналіз

2.2.1 Лінія прибирання та обробки гною в ТОВ «Агро-Овен»

У розглянутих у розділі 1 умовах утримання свиней на щілинній підлозі особливе значення має забезпечення повної ізоляції технологічних груп одна від одної. Звичайні гідравлічні системи видалення рідкого гною (відстійно-лоткова, самосплавна безперервної дії, гідрозмивна) через конструктивні особливості й спосіб експлуатації передбачають охоплення всього приміщення і тому не здатні гарантувати необхідної герметичності. У таких випадках застосовується вакуумно-самосплавна система, суть роботи якої показана на рис. 2.1.

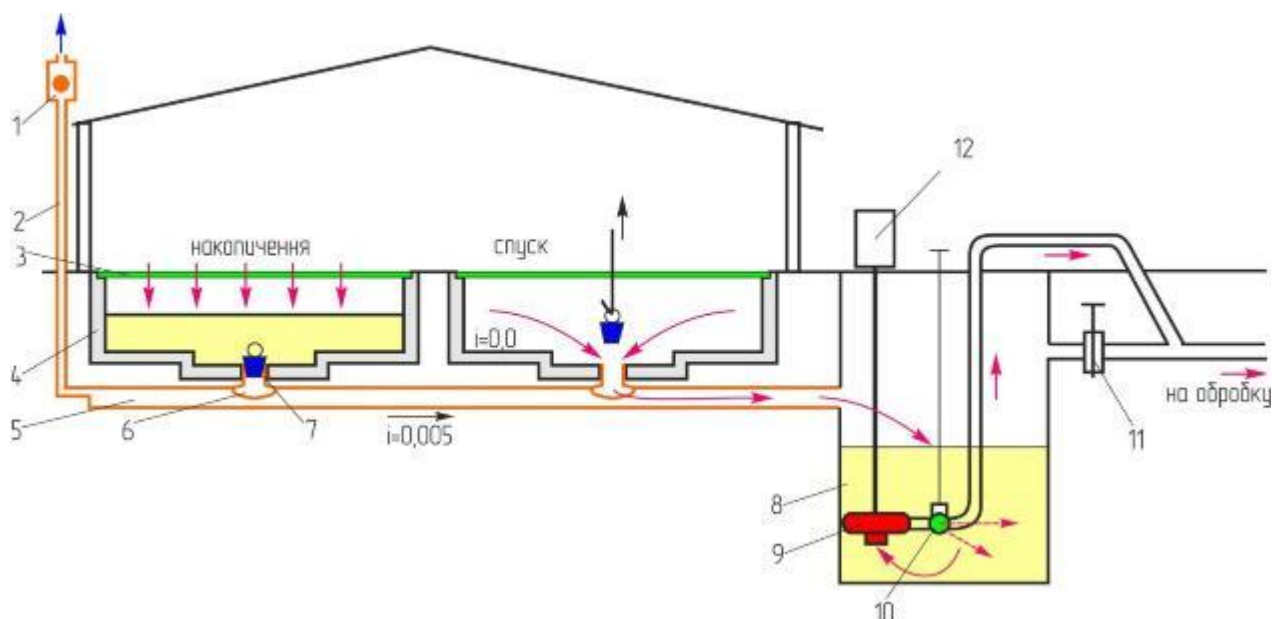


Рисунок 2.1 - Схема вакуум-самосплавної системи видалення гною

Спочатку тверді та рідкі фракції гною надходять через щілини підлоги в герметичні гноєзбірні ванни. Зливні отвори закриті пробками, тож відходи накопичуються, поки об'єм ванни не досягає розрахункового рівня (але не рідше ніж раз на два тижні). Після цього оператор вручну відпускає зливну пробку за допомогою гака і під дією вакууму гній спрямовується в проміжний накопичувач. Звідти він транспортується самопливом або за допомогою фекального насоса по трубопроводах до місця переробки. Завдяки такому принципу видалення гною система залишається замкненою й ізольованою від зовнішнього середовища.

Для обробки зібраної гноївки на свинофермі ТОВ «Агро-Овен» застосовують анаеробне (метанове) зброджування - процес мікробіологічного розкладання органічних відходів у безповітряному середовищі з утворенням біогазу, що складається головним чином із метану й вуглекислого газу. Технологічна схема біогазової установки подана на рис. 2.2.

Рідка фракція подається до блоку підготовки субстрату фекальними насосами через систему каналізаційних труб, розташованих у спеціальному технологічному приміщенні (КНС). Тверді залишки, зокрема підстилковий гній, пода-

ються до ємності-гомогенізатора транспортером. У цьому блоці відбувається ретельне змішування маси та її підігрів (або охолодження) до оптимальної температури перед подачею в реактор.

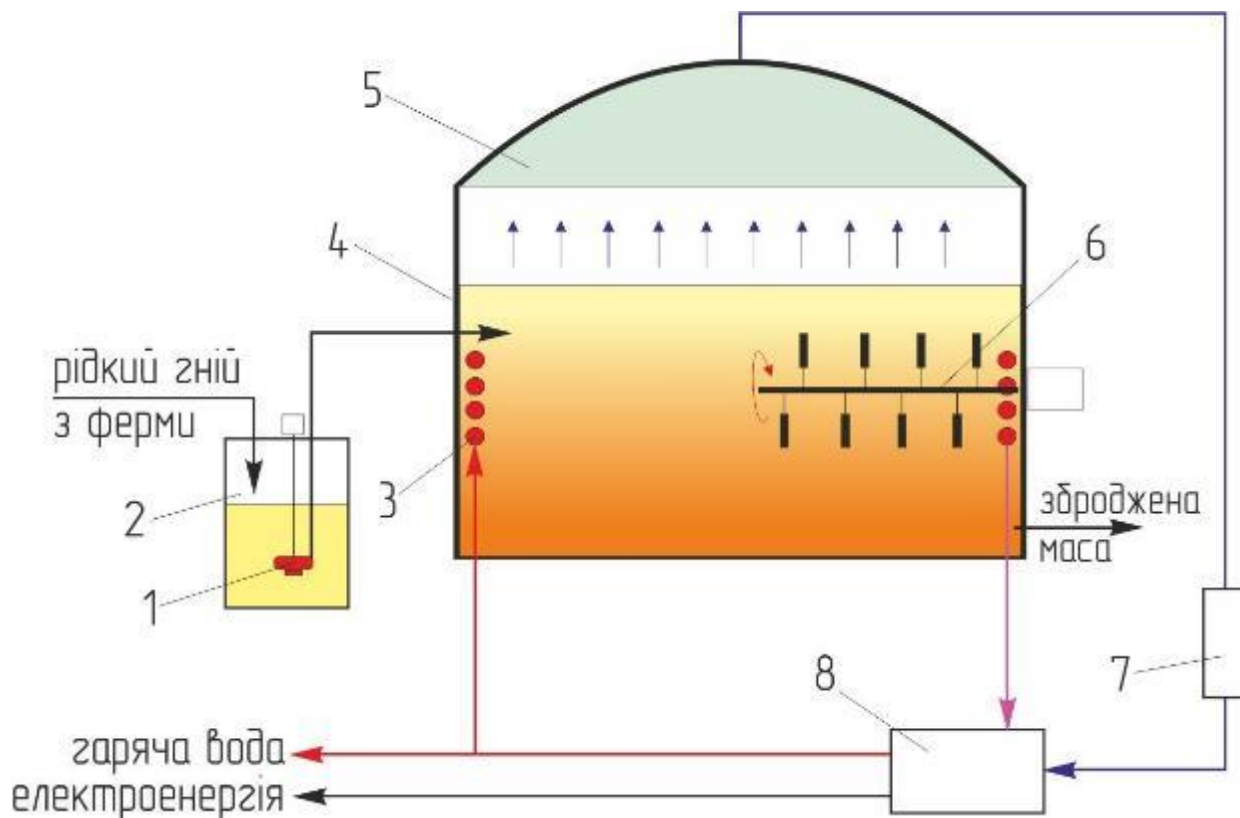


Рисунок 2.2 - Технологічна схема біогазової установки ТОВ «Агро-Овен»: 1 – насос-гомогенізатор; 2 - ємність для підготовки субстрату; 3 – система обігріву реактора; 4 – реактор (метантенк); 5 – газгольдер; 6 – мішалка; 7 – осушувач (конденсатовідвідник); 8 – когенераційна установка

Реактор (метантенк) виконаний із кислотостійкого залізобетону, оснащений теплоізоляційним шаром, товщина якого розраховується відповідно до місцевих кліматичних умов. Біогаз, що утворюється в реакторі, накопичується в герметичному газгольдері, де вирівнюються тиск і склад газу. Між оболонкою газгольдера й його тентом підтримується надлишковий тиск за рахунок нагнітання повітря, що також виконує теплоізоляційну функцію. Запас газгольдерів розрахований на пів доби-добу роботи.

З газгольдера біогаз безперервно подається в когенераційну установку, де два генератори загальною потужністю 2×85 кВт виробляють електроенергію. Тепло, що виділяється в процесі, використовується для опалення виробничих приміщень та підтримки оптимальної температури реактора.

Переброджений субстрат накопичується в відкритих лагунах, а в теплий період року розподіляється на полях як високоефективне рідке органічне добриво.

2.2.2 Класифікація техніко-технологічних рішень переробки гною

Проаналізувавши вітчизняні технології обробки та переробки гною, ми встановили, що в Україні найчастіше застосовують прості та маловитратні методи, які, втім, не завжди відповідають екологічним вимогам.

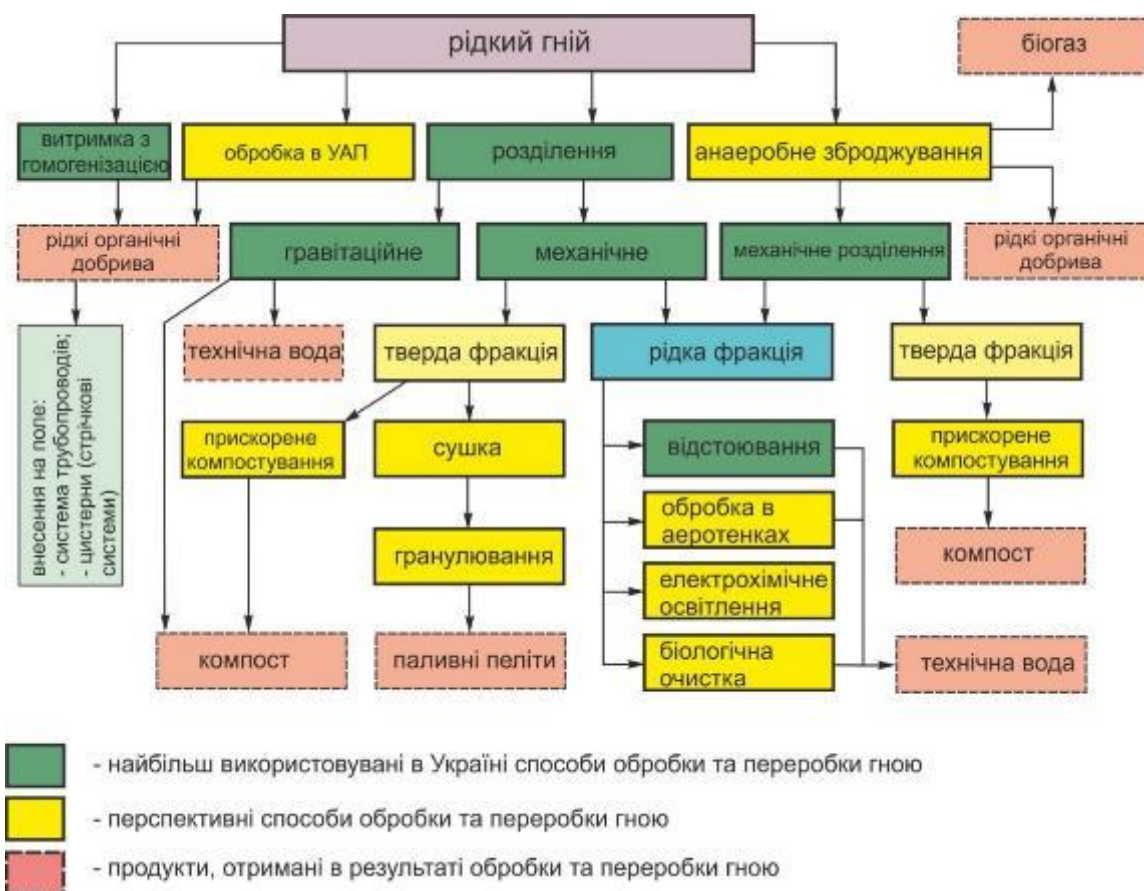


Рисунок 2.3 - Технології переробки рідкого гною

На рис. 2.3 зображено найпоширеніші підходи до переробки рідкого гною. У більшості господарств для його обробки використовують два основні способи:

витримку з механічною гомогенізацією (за допомогою мішалок) або ж розділення на тверду й рідку фракції (гравітаційним чи механічним способом). При цьому фракційне поділ потребує подальшої автономної обробки кожної частини - окремої для рідкого стоку та для твердої фракції.

2.3 Розробка технологічної схеми процесу

Узагальнена технологія видалення та переробки гною, що застосовується на фермі, зарекомендувала себе як ефективна. Проте для підвищення її екологічності та економічної віддачі пропонується доповнити існуючу схему новим етапом розділення зброженого субстрату на тверду та рідку фракції. Після гомогенізації матеріалу тверду частину спрямовують на прискорене компостування, а рідку - на відстоювання перед подальшим використанням. Оновлена технологічна схема представлена на рис. 2.4 та відображена на аркуші 1 графічної частини проекту.

2.4 Визначення об'ємів робіт

Виходячи з приведеної в р.1 технології, частина поголів'я буде утримуватися на щільній підлозі (рідкий гній). Добовий вихід гною по фермі визначаємо за виразом:

$$G_{гн} = g \cdot n, \quad (2.1)$$

де $G_{гн}$ – добовий вихід гною по фермі, кг;

n – поголів'я тварин на фермі, гол. Згідно даних розділу 1 проектна місткість ферми – 12 000 голів відгодівельного поголів'я;

g – добовий вихід екскрементів від однієї тварини, кг/гол. Для відгодівельного поголів'я $g=6,5$ кг/гол.

$$G_{\text{гн}} = 6,5 \cdot 12000 = 78000 \text{ кг.}$$

Всього на фермі буде задіяно 8 приміщень, місткість кожного – 1500 голів.

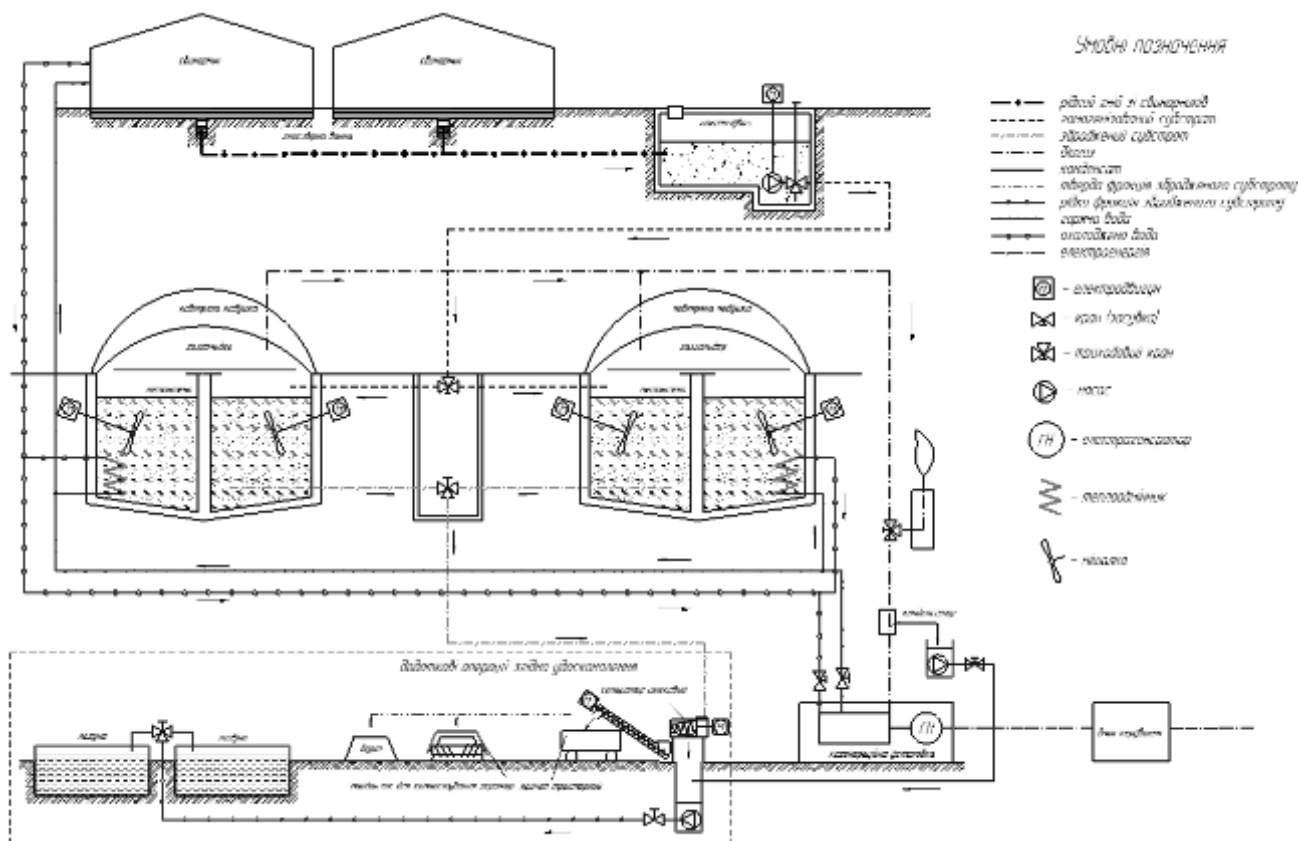


Рисунок 2.10 – Технологічна схема процесу видалення та переробки гною згідно удосконалення

2.5 Визначення основних параметрів процесу

У цьому підрозділі необхідно виконати такі розрахунки: визначити об'єм проміжного гноезбірника з урахуванням збільшеного поголів'я, розрахувати продуктивність насосної станції для його обслуговування, підібрати продуктивність установки для поділу збродженого субстрату на тверду й рідкую фракції, а також обчислити об'єм відстійника для рідкої частини й розміри майданчика для компостування твердої фракції.

Згідно з прийнятою технологією, вивантаження гною здійснюється раз на два тижні за черговим графіком із різних секцій, тому місткість гноєзбірника визначатиметься за максимальною разовою кількістю гною:

$$V_{max} = g \cdot n_I \cdot 14 = 6,5 \cdot 1500 \cdot 14 = 136500 \text{ кг} \approx 140 \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

де n_I – місткість одного свинарника, гол.

Місткість гноєзбірника складе:

$$V_r = \frac{V_{max} \cdot \psi}{\phi} = \frac{140 \cdot 1,1}{0,9} = 171 \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

де ψ - коефіцієнт запасу місткості. Для рідких матеріалів [9] $\psi = 1,1$.

ϕ - коефіцієнт запасу ємкості, з [9] $\phi = 0,8 \dots 0,9$. Приймаємо $\phi = 0,9$.

Приймаємо $V_r = 170 \text{ м}^3$.

Необхідну продуктивність насосної станції гноєзбірника визначимо наступним чином:

$$Q_{nc} = \frac{V_{max}}{t_3 \cdot k_M} = \frac{140}{8,8} = 21,8 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.4)$$

де t_3 – тривалість робочої зміни лінії, $t_3 = 8 \text{ год}$;

k_M – коефіцієнт машинного часу роботи обладнання. $k_M = 0,8 \dots 0,9$. Приймаємо $k_M = 0,8$.

Необхідну продуктивність визначимо наступним чином:

$$Q_p = \frac{G_{гн}}{t_3 \cdot k_M} = \frac{78000}{8,8} = 12187,5 = 12,2 \text{ т/год}. \quad (2.5)$$

де t_3 – тривалість робочої зміни $t_3 = 8$ год.;

k_m – коефіцієнт машинного часу роботи обладнання. $k_m = 0,8 \dots 0,9$.

Приймаємо $k_m = 0,8$.

Місткість сховищ будемо визначати за середню добовим виходом гною з ферми – 78 т.

Спочатку визначимо кількість сухої речовини в рідкому збродженому субстраті, вологість якого становить $W = 92\%$.

$$M_c = \frac{G_{zn}(100 - W)}{100} = \frac{78(100 - 92)}{100} = 6,24 \text{ т.} \quad (2.6)$$

Кількість твердої фракції після зневоднення її до вологості $W_T = 65\%$

$$M_T = \frac{G_{zn} \cdot \mathcal{E} \cdot (100 - W_T)}{100} = \frac{78 \cdot 0,9 \cdot (100 - 65)}{100} = 24,6 \text{ т,} \quad (2.7)$$

де \mathcal{E} – ефективність затримки сухої речовини в гноівці при її розподілі.

Приймаємо $\mathcal{E} = 0,9$, тобто затримується в твердій фракції 90% сухої речовини і тільки 10% приходить в рідку.

Тоді кількість рідкої фракції за добу становить

$$M_p = G_{zn} - M_T = 78 - 24,6 = 53,4 \text{ т.} \quad (2.8)$$

Відповідно об'єми фракцій дорівнюють:

добовий вихід твердої фракції

$$V_T = \frac{M_T}{\rho_T} = \frac{24,6}{0,9} = 27,3 \text{ м}^3; \quad (2.9)$$

добовий вихід рідкої фракції

$$V_p = \frac{M_p}{\rho_p} = \frac{53,4}{1,01} = 48,5 \text{ м}^3; \quad (2.10)$$

Загальну площу для збереження і біотермічного знезараження твердої фракції знайдемо за виразом

$$S_T = \frac{V_T \cdot t_T}{h_6 \cdot k_6} = \frac{27,3 \cdot 30}{2,0,5} = 819 \text{ м}^2, \quad (2.11)$$

де t_T – тривалість зберігання твердої фракції, *дiб*. При прискореному біотермічному компостуванні $t_T=20\dots30$ дiб. Приймаємо $t_T=30$ дiб;

h_6 – висота буртування, м. З $h_6 = 1,5-2$ м, приймаємо $h_6 = 2$ м;

k_6 – коефіцієнт використання площі. $k_6=0,5\dots0,9$. Приймаємо $k_6=0,5$.

За результатами проведеного розрахунку для зберігання та прискореного біотермічного знезараження твердої фракції відведено майданчик із твердим покриттям розміром 42×20 м. На ньому планується формувати чотири бурти з такими параметрами: довжина основи – 41 м, ширина основи – 3 м, висота насипу – 2 м.

Об'єм відстійників для рідкої фракції обчислюватимемо за визначеною формулою:

$$V_{p.c} = \frac{V_p \cdot t_p}{K_6} = \frac{48,5 \cdot 150}{0,9} = 8083 \text{ м}^3, \quad (2.12)$$

де t_p – тривалість зберігання. Приймаємо $t_p=150$ дiб;

K_6 – коефіцієнт використання об'єму відстійника.

За результатами розрахунку приймаємо для відстоювання рідкої фракції 2 лагуни прямокутної форми об'ємом 4000 м³ кожна.

2.6 Вибір та визначення кількості основних та допоміжних засобів

Для реалізації операцій гомогенізації та транспортування рідкої фракції гною до метантенків запропоновано інтегрувати в технологічну лінію комбінований насос–гомогенізатор типу НЦІ із відцентровим робочим органом напіввідчиненого типу. Подібні агрегати здатні одночасно забезпечувати інтенсивне перемішування біомаси та її подачу по магістральному трубопроводу.

Відповідно до розрахункової продуктивності насосної станції (21,8 м³/год), для резерву вибирається модель НЦІ-Ф25, паспортна подача якої становить 25 м³/год. Такий запас забезпечує необхідний технологічний резерв для безперебійної роботи та компенсації втрат напору в трубопроводі діаметром ≥ 150 мм. Крім того, напіввідчинені канали робочого колеса гарантують стійку роботу при перекачуванні гною зі значним вмістом твердих включень та підвищують довговічність насоса в агресивному середовищі.

Для забезпечення якісної гомогенізації та вирівнювання концентрацій виробничих стоків перед сепарацією, у резервуар-усереднювач встановлюється один електромеханічний перемішувач – мішалка-гомогенізатор ТВМ 4,0/4 (FAN PSS, BAUER Group, Австрія) або її аналог. Вона забезпечує інтенсивне перемішування стоків, запобігаючи осіданню суспензії.

Для подачі гомогенізованої суміші з резервуара на сепаратор застосовується занурювальний насос із подрібнювальним механізмом – модель PTS 3/80 (FAN PSS, BAUER Group, Австрія). Перекачування рідких стоків між обладнанням виконуватиметься жорсткими й гнучкими ПВХ-трубами.

Розділення всього об'єму стоків здійснює один основний шнековий сепаратор S 650 (FAN PSS, BAUER Group, Австрія), змонтований у верхній зоні цеху.

При встановленому ситі з осередками 0,25 мм його продуктивність становить приблизно 9 м³/год рідини з концентрацією сухих речовин 7 %. Освітлена рідка фракція самопливом транспортується по похилому трубопроводу у вертикальний відстійник.

Розрахункова потужність лінії дозволяє ефективно працювати з одним комплектом обладнання кожного типу. Тверда фракція, зібрана шнековим завантажувачем із вбудованим бункером-накопичувачем, подається в тракторний причеп 2ПТС-4М та доставляється до майданчика компостування або зберігання разом із підстилковим гноєм.

Транспортування твердої фракції гною здійснюватиметься за допомогою тракторного агрегату з причепом 2ПТС-4М. Для розрахунку необхідної кількості таких одиниць техніки слід визначити загальний обсяг робіт та час їх виконання. Об'єм гною, що підлягає вивезенню, дорівнюватиме обсягу твердої фракції після розділення субстрату і становитиме:

$$G_{\text{доб}} = M_T = 24,6 \text{ т.} \quad (2.13)$$

Необхідну кількість тракторних агрегатів із причепом для своєчасного транспортування твердої фракції розділеного субстрату на майданчик компостування визначаємо за формулою:

$$n_{\text{моб}} = \frac{i_p}{i_1}, \quad (2.14)$$

де i_p – кількість рейсів, яку необхідно зробити;

i_1 – кількість рейсів, які повинен виконати один мобільний агрегат за час зміни.

$$i_p = \frac{G_{доб}}{G_{моб}} = \frac{24,6}{5} = 4,92 \quad (2.15)$$

де $G_{моб} = 5$ т – вантажопідйомність тракторного причепа 2ПТС-4М;

Кількість рейсів, які може виконати один мобільний агрегат за час зміни визначаємо за формулою:

$$i_1 = \frac{t_{зм} 3600}{T_{ц.моб}}, \quad (2.16)$$

де $T_{ц.моб}$ – тривалість одного рейсу мобільного засобу, с.

$$T_{ц.моб} = T_x + T_{зав} + T_p + T_{роз}, \quad (2.17)$$

де T_x – тривалість холостого переїзду, с;

$$T_x = \frac{l_{сп}}{V_x} = \frac{500}{4,2} = 119 \text{ с} \quad (2.18)$$

де $l_{сп} = 500$ м – максимальна відстань від цеху розділення до майданчика компостування, м;

$V_x = 4,2$ м/с – швидкість руху не завантаженого агрегату.

Тривалість завантаження причепа визначаємо за формулою:

$$T_{зав} = \frac{G_{моб} 3600}{Q_{ши}} = \frac{5 \cdot 3600}{3,4} = 5294 \text{ с}. \quad (2.19)$$

Тривалість переїзду завантаженого агрегату до місця компостування

$$T_p = \frac{l_{cn}}{V_p} = \frac{500}{2,8} = 179 \text{ с}, \quad (2.20)$$

де $V_p = 2,8$ м/с – швидкість руху завантаженого роздавача;

$T_{роз} = 240$ с – час розвантаження, який приймається виходячи із технології та організації робіт.

Тоді

$$T_{ц.моб.} = 119 + 5294 + 179 + 240 = 5832 \text{ с.}$$

Виходячи з цього маємо

$$i_1 = \frac{8 \cdot 3600}{5832} = 4,93$$

Кількість мобільних агрегатів складе

$$n_{моб} = \frac{4,92}{4,93} = 0,99 .$$

Приймаємо 1 агрегат.

Необхідну продуктивність аератора визначимо за виразом:

$$Q_p = \frac{V_T \cdot t_T}{t_3 \cdot k} = \frac{27,3 \cdot 30}{8 \cdot 0,8} = 128 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.21)$$

Де k – коефіцієнт використання часу зміни.

Приймаємо до використання причіпний аератор компостних буртів АСК-

3. Час роботи аератора:

$$t = \frac{V_T \cdot t_T}{Q_{mex}} = \frac{27,3 \cdot 30}{600} = 1,4 \text{ год.} \quad (3.22)$$

2.7 Висновки

У результаті проведеного проектування прийнято таку послідовність технологічних операцій: накопичення гною у ваннах під щілинною підлогою, періодичний випуск стоків у трубопровід, самопливне транспортування по пластикових трубах до проміжного гноєзбірника, подача у метантенк та анаеробне зброджування з виробленням біогазу, одноступеневе шнекове розділення перебродженого субстрату на рідку й тверду фракції, відстоювання рідини у відстійниках і прискорене компостування твердої фракції на спеціально обладнаному майданчику. Для реалізації цієї схеми підібрано комплект технічних засобів і визначено необхідну кількість машин та установок.

У наступному розділі виконаємо деталізацію та удосконалення конструкції насоса-гомогенізатора.

3 Удосконалення фекального насоса

3.1 Вимоги до насосів для перекачування гною

Насоси-завантажувачі рідкого та напіврідкого гною повинні відповідати таким критеріям:

- висока надійність та зручність у експлуатації й обслуговуванні;
- здатність перекачувати гідросуміш із вологістю 82–96 %;
- забезпечувати мінімальну швидкість потоку не менше 0,6–0,8 м/с для запобігання осіданню часток;
- простота конструкції та технічного обслуговування, відсутність ризику травмування тварин, довговічність та безвідмовна робота в агресивному середовищі.

3.2 Аналіз конструкції насоса та пошук шляхів удосконалення

3.2.1 Аналіз існуючих конструкцій

У сучасних системах завантаження та перекачування гною в резервуари, транспортні цистерни або за допомогою напірних труб застосовують різні відцентрові насоси: НШ-50, НЖН-200, ЦМФ-160-10, НВ-150, НЦІ-Ф-100, ПНЖ-250. Однак усі вони мають низку істотних недоліків. По-перше, канали робочого колеса часто закупорюються волокнистими включеннями, через що доводиться регулярно зупиняти насос для очищення корпусу. По-друге, передні ущільнення зношуються надто швидко, що знижує довговічність агрегатів. Для протидії цим явищам виробники збільшують зазори в робочому колесі й встановлюють спеціальні оглядові люки, але це призводить до зниження ККД через спрощену форму лопатей і широкі канали. Крім того, часті зупинки на очищення підвищують експлуатаційні витрати та призводять до простоїв обладнання.

Одним із перспективних рішень є використання насосів вільновихрового типу (ВВН), у яких перед робочим колесом розташована вільна камера. Завдяки цьому такі насоси не схильні до забивання, не потребують передніх ущільнень і забезпечують стабільні характеристики під час експлуатації (рис. 3.1). ВВН широко використовують для гідротранспорту продуктів із високою концентрацією волокон: цукрових буряків, картоплі, кормів, а також фекальних і стічних вод.

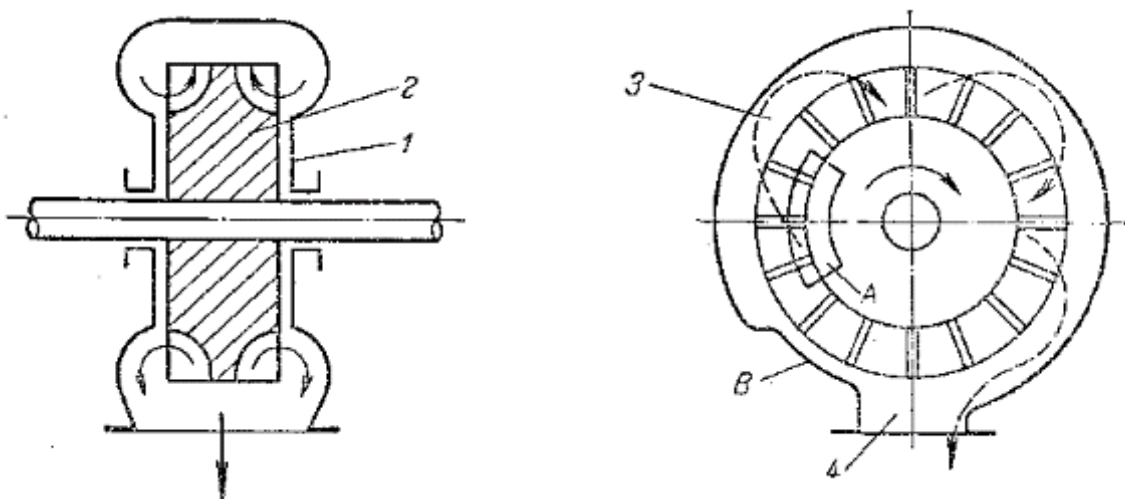


Рисунок 3.1 - Вільновихровий насос: 1 – корпус; 2 – робоче колесо; 3 – кільцевий канал; 4 – нагнітальний патрубок

Конструкція ВВН дуже проста: робоче колесо знаходиться в ніші корпусу, навколо нього залишається вільний простір. Відсутність передніх ущільнень усуває проблему їхнього зношування та засмічення, а спрощена проточна частина зменшує металоємність і спрощує збірку та ремонт прямо на місці експлуатації. Ці насоси відрізняються великою висотою всмоктування, стійкістю до кавітації та здатністю працювати зі сумішами вода-повітря.

Головний недолік ВВН - порівняно низький ККД (35–58 % залежно від типорозміру), проте в умовах гідротранспорту забруднених рідин експлуатаційна надійність і зносостійкість мають пріоритет над максимальною ефективністю. Таким чином, впровадження ВВН у лінію перекачування гноївки є доцільним і економічно виправданим.

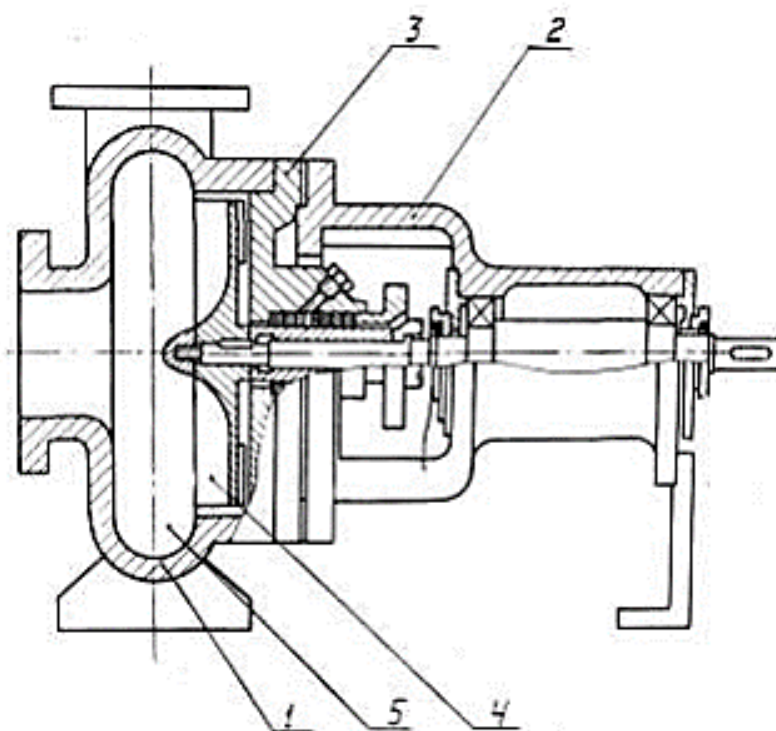


Рисунок 3.2 - Вільновихровий насос типу «Туго»: 1 - корпус, 2 - вузол опорного кронштейна, 3 - корпус ущільнення, 4 - робоче колесо, 5 - вільно-вихрова камера

Серед різних виконань ВВН особливою популярністю користується схема «Туго» (рис. 3.2). Дослідження показали, що вона краще за інші справляється з рідинами, що містять тверді та волокнисті включення, а ККД серійних насосів цієї конструкції за кордоном становить у середньому 45–54 %.

3.2.2 Патентний пошук

У винаході, захищеному патентом № 37350 [15], вирішується задача підвищення технічних характеристик вільновихрового насоса шляхом удосконалення конструкції робочого колеса та організації підведення рідини. В основу конструкції покладено двобічне робоче колесо, розміщене між двома підшипни-

ковими опорами в циліндричній частині корпусу. На відміну від традиційних рішень, насос містить не одну, а дві вихрові камери - з обох боків робочого колеса, кожна з яких обладнана напівспіральним підвідним каналом.

Таке конструктивне рішення дає низку переваг. По-перше, за рахунок симетричного розташування камер і двобічного колеса усуваються осьові зусилля, що значно знижує навантаження на підшипникові опори і спрощує загальну конструкцію. По-друге, завдяки напівспіральним каналам забезпечується оптимальний розподіл швидкостей потоку, підвищується його швидкість перед входом у камеру і створюється спрямоване закручування, що відповідає обертанню робочого колеса. Усе це в комплексі підвищує ККД насоса. Окрім того, всмоктувальний і нагнітальний патрубкі можуть розташовуватись у нижній частині корпусу, а роз'єм – у площині вала, що спрощує обслуговування, дозволяючи розбирати насос без демонтажу трубопроводів.

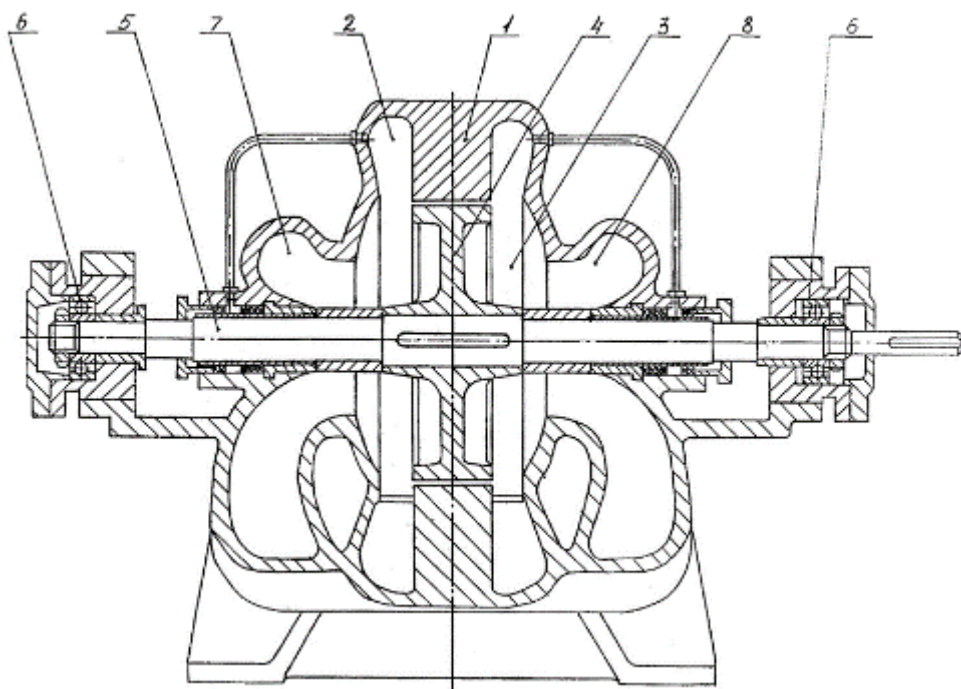


Рисунок 3.3 – Насос за пат. № 37350: 1 – корпус; 2, 3 – вихрова камера; 4 – робоче колесо; 5 – вал; 6 – підшипникова опора; 7, 8 – напівспіральний канал

Корисна модель № UA 73533 U [16] передбачає удосконалення проточної частини насоса шляхом оптимізації зазору між торцями лопатей робочого колеса

та циліндричною розточкою корпусу. Показано, що для досягнення максимальної ефективності щілина повинна мати відносний розмір h/R_2 у межах 0,02–0,06, де h - висота щілини, R_2 - зовнішній радіус колеса. Такий підхід зменшує втрати тиску та вихрові явища при виході потоку з міжлопатевих каналів. Додатково на зовнішньому діаметрі колеса виконано підрізку, що ще більше покращує умови узгодження потоків і забезпечує стабільні робочі параметри без зниження ККД.

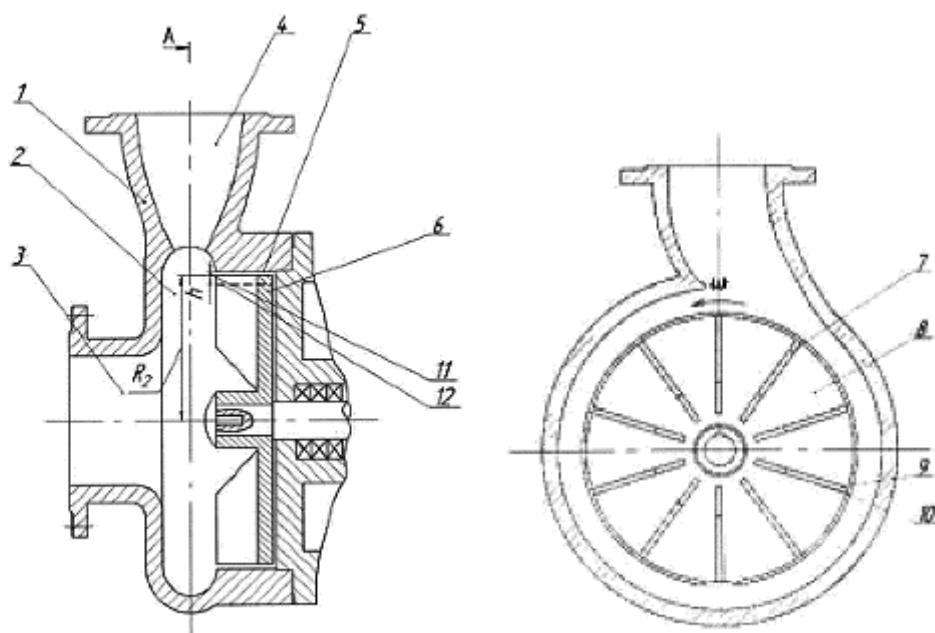


Рисунок 3.4 – Насос за пат. № UA 73533 U: 1 – корпус; 2 – камера; 3, 4 - всмоктувальний та напірний патрубки; 5 – циліндрична розточка; 6 – робоче колесо; 7 – лопать; 8 - міжлопатеві канали; 9, 10 - робоча і тильна сторона колеса; 11 – щілина; 12 - підрізка по зовнішньому діаметру робочого колеса

У корисній моделі № UA 86009 U [17] вдосконалено конструкцію робочого колеса вільновихрового насоса. Колесо має радіальні лопаті, які встановлено з можливістю регулювання в радіальному напрямку завдяки пазам у диску. Положення лопатей фіксується змінними кільцями та штифтами, а крайній винос обмежується гайкою. Це дозволяє змінювати ефективний діаметр виходу робочого колеса, що забезпечує можливість регулювання подачі та напору в широкому діапазоні без заміни колеса. Таким чином, за допомогою одного універса-

льного колеса можна забезпечити необхідні робочі параметри насоса з максимально можливим ККД, що є особливо цінним для експлуатації в умовах змінного навантаження.

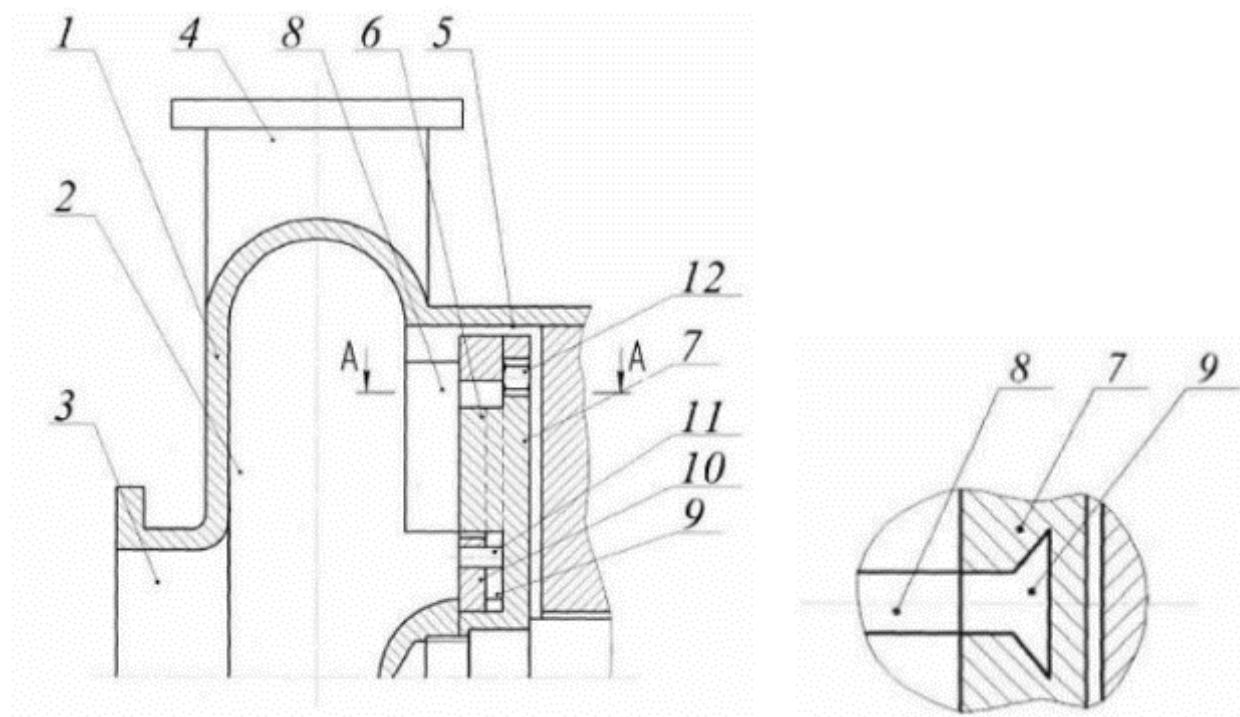


Рисунок 3.5 – Насос за пат. № UA 86009 U

3.2.3 Розробка варіанту удосконалення

З метою часткового усунення ручної праці та підвищення ефективності технологічного процесу видалення й переробки гною на фермі особливу увагу слід приділяти удосконаленню вже існуючих і розробці нових перспективних засобів механізації. Виходячи з цього, нами запропоновано модернізацію конструкції відцентрового насоса НЦІ-Ф-25 (рис. 3.6), в якому як робочий орган використано відцентрове колесо з напіввідкритими каналами. Такий насос призначений для перекачування рідкого або напіврідкого гною з накопичувальних ємностей у транспортні засоби або для подачі гною до гноєсховищ трубопроводами діаметром не менше 150 мм.



Рисунок 3.6 – Насосна установка на базі НЦІ-Ф-25

Однак базова конструкція цього насоса має низку обмежень: ККД складає лише близько 24 %, а споживана потужність сягає 11 кВт. Такі показники є наслідком недосконалої конструкції робочого колеса та відсутності спеціального вузла для гомогенізації гнойової маси. У типовому виконанні гомогенізація здійснюється не в потоці, а шляхом перекачування гною всередині гноезбірника: насос лише переміщує масу до триходового крана, відкритого на зворотну подачу. Лише після досягнення однорідності маси, кран переводиться в режим транспортування, і насос починає подачу гною до лагун.

Для зниження енергоспоживання нами запропоновано замінити існуюче робоче колесо відцентрового типу на діагональне. Насоси з діагональним колесом мають ряд переваг. Таке колесо має конусоподібну форму зі спіральними лопатками і встановлюється в конічному корпусі. Геометрія колеса передбачає зменшення висоти (ширини) до виходу, що дозволяє забезпечити більший напір. На виході передбачено короткі діагональні лопатки, що додатково підвищують енергетичну ефективність. Завдяки вертикальному розміщенню привода конструкція відзначається компактністю.

Крім того, для прискорення процесу гомогенізації та покращення якості змішування маси, нами передбачено встановлення подрібнюючого механізму у вхідному отворі насоса. Він оснащений плаваючими ножами, які працюють у парі з системою самоочищення. Під час роботи насоса електродвигун обертає вал із встановленим робочим колесом. Гній засмоктується в насос, і волокнисті

домішки потрапляють до зони дії ножів, де вони подрібнюються. Великі частки, які не можуть пройти між ножами, відкидаються відцентровою силою до країв, де скеровуються у вирізи корпусу. Спеціальні виступи на обертовому ножі додатково забезпечують інтенсивне перемішування та подрібнення.

Після проходження зони подрібнення маса потрапляє в осьове колесо, а далі транспортується діагональним робочим колесом до місця вивантаження. У результаті проведених удосконалень насосна установка отримує нові функціональні можливості:

- інтенсивніше перемішування гнойової маси;
- ефективне подрібнення волокнистих включень за допомогою рухомих і стаціонарних ножів;
- підвищена продуктивність при перекачуванні однорідної гнойової маси.

З метою забезпечення надійної роботи вдосконаленого насоса в подальшому буде виконано розрахунок його технологічних, силових і міцнісних характеристик.

3.3 Розрахунки основних параметрів удосконаленого насоса

Продуктивність насоса діагональним робочим колесом визначаємо по формулі:

$$Q = 576 \cdot \pi \cdot (D_{вс}^2 - d_{кр}^2) \cdot a \cdot z \cdot \rho \cdot \frac{\pi n}{30} \quad (3.1)$$

де $D_{вс}$ – всмоктувальний діаметр, м. $D_{вс}=0,155$ м;

$d_{кр}$ – діаметр крильчатки, м. $d_{кр}=0,14$ м;

z – число лопаток, шт. $z=3$;

ρ – щільність гнойової маси, т/м³;

n – частота обертання крильчатки, об/хв. $n=1500$ об/хв;

α_p – коефіцієнт внутрішнього тертя;

Тоді продуктивність удосконаленого насоса буде рівна:

$$Q = 576 \cdot 3,14 \cdot (0,155^2 - 0,14^2) \cdot 0,008 \cdot 3 \cdot 1,016 \cdot \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 30,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо корисну потужність двигуна:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot g}{3600}, \text{ кВт} \quad (3.2)$$

де Q – теоретична продуктивність проектованого насоса, $\text{м}^3/\text{год}$;

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

H – необхідний напір, м. Так як лагуни розміщено нижче за рельєфом відносно насосної станції:

$$H = 1,1 \cdot i \cdot L, \text{ м} \quad (3.3)$$

де i – гідравлічний ухил, $i=0,05$;

L – відстань до лагун. Згідно [2] $L=500$ м.

$$H = 1,1 \cdot 0,05 \cdot 500 = 27,5 \text{ м.}$$

Тоді корисна потужність двигуна

$$N = \frac{30,7 \cdot 27,5 \cdot 9,8}{3600} = 2,3 \text{ кВт.}$$

Визначимо необхідну потужність на привод насоса:

$$N_{np} = k \frac{N}{\eta_n \eta_m}, \text{ кВт} \quad (3.4)$$

де η_n – коефіцієнт корисної дії насоса, 0,5...0,7 для насосів з діагональним робочим колесом;

η_T – коефіцієнт корисної дії приводу (двигун, муфта), приймаємо $\eta_T=0,75$;

k_3 – коефіцієнт запасу.

$$N = 1,15 \frac{2,3}{0,5 \cdot 0,75} = 7,1 \text{ кВт.}$$

По розрахованій потужності вибираємо електродвигун типу А02-72-4, $N=7,2$ кВт, $n=1500$ об/хв.

Матеріалом для виготовлення вала вибираємо сталь 45. Діаметр вала визначимо виходячи допустимого напруження на скручування $[\tau]=10-20$ Н/мм²:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (3.5)$$

де M_k – крутний момент на валу, Н·мм;

$[\tau]$ – допустиме напруження на крутіння, $[\tau]=15$ Н/мм².

$$M_{кр} = \frac{N_{np}}{\omega} = \frac{30N_{np}}{\pi \cdot n}, \text{ Нм} \quad (3.6)$$

де n – частота обертання вала насоса, $n=1500$ об/хв.

Тоді:

$$M_{кр} = \frac{7200 \cdot 30}{3,14 \cdot 1500} = 45,8 \text{ Нм.}$$

Мінімальний діаметр вала буде рівний:

$$d = \sqrt[3]{\frac{45800}{0,2 \cdot 12}} = 36,7 \text{ мм.}$$

Конструктивно приймаємо діаметр вала $d=40$ мм

Для передачі крутного моменту від електродвигуна до вала насоса використано пружну втулково-пальцеву муфту. Її конструкція дозволяє амортизувати поштовхи завдяки пружним гумовим втулкам, які надягаються на пальці. Напівмуфти насаджуються на вали електродвигуна та насоса з натягом, фіксуючись за допомогою призматичних шпонок. В одній з напівмуфт пальці із гумовими втулками встановлюються на конічних хвостовиках, а їх вільні кінці вставляються в отвори циліндричної форми другої напівмуфти.

Завдяки пружній деформації гумових втулок під час передачі обертаючого моменту зменшуються удари та вібрації, що виникають при роботі, а також знижується чутливість до неідеальної співвісності валів.

Муфта забезпечує компенсацію незначних відхилень у з'єднанні:

- радіальних – у межах $0,3 \dots 0,6$ мм;
- кутових та осьових – до 1° .

Матеріали, які застосовуються у виготовленні муфти, включають: сірий чавун марки СЧ21 для напівмуфт, нормалізовану сталь 45 для пальців і спеціальну зносостійку гуму для втулок.

Для подальших розрахунків приймаються такі вихідні дані:

- обертаючий момент, що передається валом насоса: $M_k=45,8$ Н·м;
- діаметр вала електродвигуна: $d_v=45$ мм;
- діаметр вала насоса: 40 мм.

З огляду на динамічний характер роботи осьового насоса, який супроводжується значними поштовхами, ударами та пульсаціями моменту, розрахунок муфти проводиться не за номінальним, а за підвищеним розрахунковим моментом M_p

$$M_p = K \cdot M_{кр} \quad (3.7)$$

де K_p – коефіцієнт режиму роботи, приймаємо $K_p=2$;

Тоді

$$M_p=2 \cdot 45,8=91,6 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Приймаємо муфту за ГОСТ 21424-93 (рис. 3.3) з наступними параметрами (табл. 3.1).

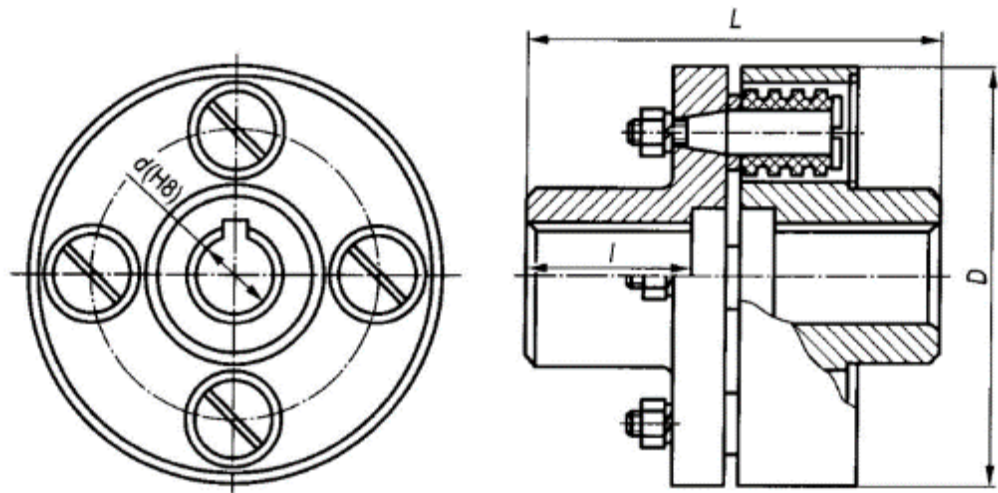


Рисунок 3.7 - Схема муфти

Таблиця 3.1 – Параметри втулково-пальцевої муфти

d, d ₁ мм	M _p , Нм	D, мм	D ₀ , мм	пальці			втулки	
				d ₂ , мм	l _p , мм	z	d _в , мм	l _в , мм
40, 45	91,6	140	100	18	42	8	35	36

Умови міцності пальця на згин розраховуємо по формулі:

$$\tau = \frac{10 \cdot M_p \cdot l_p}{D_0 \cdot z \cdot d_2} \leq [\tau] \quad (3.8)$$

де τ – найбільша напруга на згин в небезпечному перерізі пальця, Н/мм²;

M_p – розрахунковий момент, Нм;

l_p – довжина пальця, мм;

d_2 – діаметр пальця, мм;

D_0 – діаметр кола осей пальців, мм;

$[\tau]$ – допустиме напруження на згин, Н/мм². $[\tau]=80\dots90$ Н/мм².

$$\tau = \frac{10 \cdot 91,6 \cdot 42}{100 \cdot 8 \cdot 18} = 26,7 \text{ Н/мм}^2,$$

що значно менше $[\tau]=80\dots90$ Н/мм²

Міцність пальців на вигин забезпечена.

Проводимо перевірку міцності гумових втулок на зминання по формулі:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot M_p}{D_0 \cdot z \cdot d_g \cdot l_g} < [\sigma] \quad (3.9)$$

де l_b – довжина втулки, мм

$[\sigma]=1,9\dots2,0$ Н/мм² - допустима напруга зминання для гуми.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 91,6 \cdot 10^3}{100 \cdot 8 \cdot 36 \cdot 35} = 1,8 \text{ Н/мм}^2,$$

що менше $[\sigma]=1,8\dots2,0$ Н/мм².

Міцність гумових втулок забезпечена.

Для з'єднання валу з робочим колесом орієнтовно вибираємо шпонку призматичну звичайну (виконання А) з наступними розмірами: $b=16$ мм, $h=10$ мм.

Знаходимо допустиме напруження зминання зминання. Для матеріалу шпонки сталь 45 $[\sigma]=100$ Н/мм².

Визначаємо робочу довжину шпонки по формулі:

$$l_p = \frac{M_p}{0,5 \cdot d \cdot k \cdot [\sigma]}, \quad (3.10)$$

де M_p – переданий крутний момент ($M_k=136$ Н/м)

d – діаметр вала ($d=40$ мм)

k – глибина канавки шпонки.

$$K=0,4 \cdot h=0,4 \cdot 10=4 \text{ мм.} \quad (3.11)$$

$$l_p = \frac{91600}{0,5 \cdot 40 \cdot 4 \cdot 100} = 11,45 \text{ мм.}$$

Знаходимо загальну довжину шпонки:

$$l = l_p + b = 11,45 + 16 = 27,45 \text{ мм} \quad (3.12)$$

Приймаємо шпонку 16x10x33 ГОСТ189-95.

3.4 Робота модернізованого насоса

Удосконалена версія насоса НЦІ-Ф-25 (рис. 3.8) призначена для перекачування гною з вологістю не менше 92 % з прямиків, накопичувачів та каналів до транспортних засобів або в гноєсховища. Крім транспортування, насос також виконує функції гомогенізації рідкої гнойової маси та подрібнення включень великої фракції, що містяться в ній.

Робоче колесо насоса виготовлене у вигляді диска, на якому розташовано три криволінійні лопаті з прикріпленими ріжучими ножами. З внутрішнього боку кришки встановлено два нерухомі протиріжучі ножі. Безпосередньо під відкритою всмоктувальною частиною насоса розміщується лопатева мішалка, з'єднана

з робочим колесом. Мішалка оточена прутковою огорожею для запобігання потраплянню сторонніх предметів.

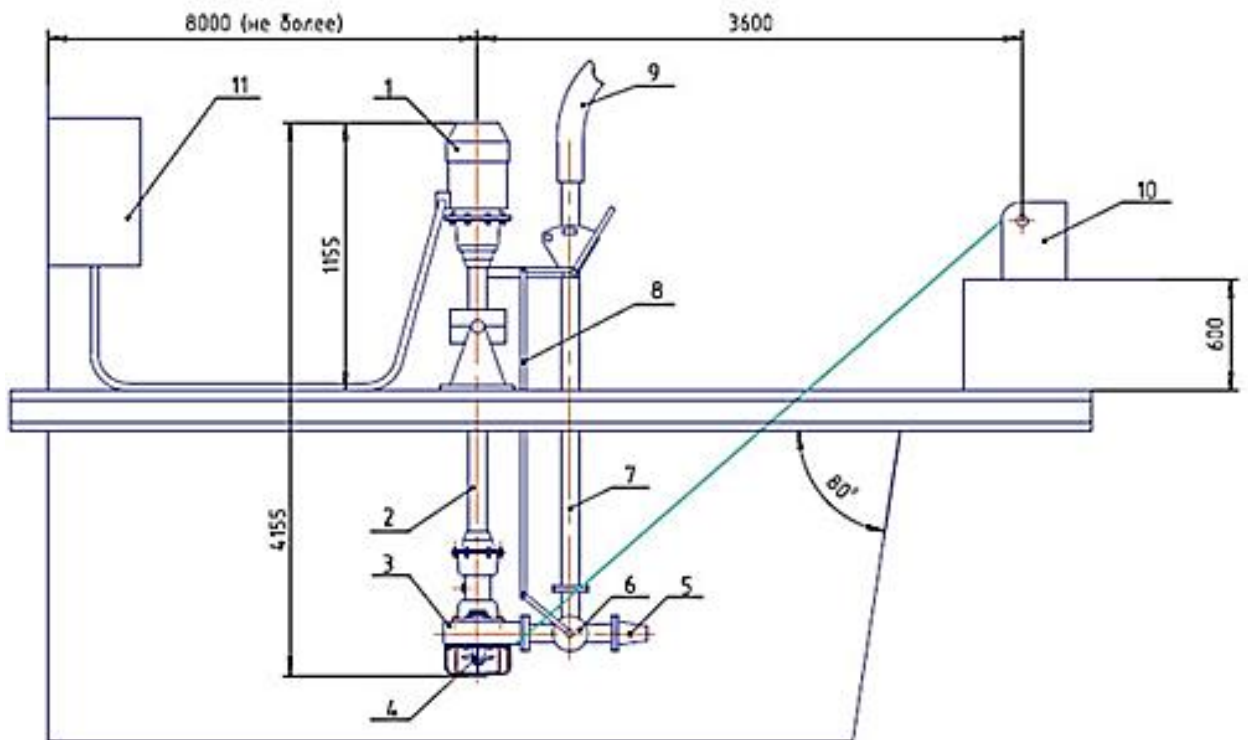


Рисунок 3.8 – Конструктивна схема модернізованого відцентрового насоса НЦІ-Ф-25: 1 – електропривід; 2 – труба з приводним валом; 3 – вивантажувальний рукав; 4 – подрібнювач; 5 – сопло; 6 – кран; 7 – вивантажувальна труба; 8 – механізм запирання; 9 – рукав; 10 – лебідка; 11 – шафа керування.

Магістраль насоса обладнана розподільчим затвором у вигляді трійника, що має два виходи – один для подачі на гомогенізуючий насадок, другий – у напірний трубопровід. Насос встановлено на опорних кронштейнах з можливістю повороту навколо горизонтальної осі у вертикальній площині за допомогою лебідки. Уся система керується дистанційно з електричного пульта керування.

Після запуску насоса лопатева мішалка починає перемішувати осад із загальною масою гною в прямку. Тверді включення більших розмірів під дією відцентрової сили переміщуються до стінок прямокутника, а рідкий гній засмоктується в забірну частину насоса. Тут волокнисті домішки подрібнюються ножами, після чого потрапляють на лопаті робочого колеса. Якщо затвор встановлено у

положення гомогенізації, гнойова маса викидається у приямок через конічне сопло під великим тиском, що забезпечує її активне перемішування. У разі перемикання затвора в режим подачі рідкий гній подається через напірний трубопровід до місця завантаження – у транспортний засіб або безпосередньо до гноєсховища.

Порівняно з базовою версією, удосконалений насос НЦІ-Ф-25 має розширені функціональні можливості, а також покращені технічні й економічні характеристики (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Порівняння технічних характеристик базового та удосконаленого насоса НЦІ-Ф-25

Показник	НЦІ-Ф-25	НЦІ-Ф-25 (удосконалений)
Продуктивність, м ³ /год	25	30,7
Глибина забирання гною, м	до 4	до 4
Напір повний, м	10	27,5
Частота обертання шнека, об/хв.	1500	1500
Встановлена потужність, кВт	11	7,2
Маса, кг	530	530

3.5 Висновки

У даному розділі було здійснено модернізацію фекального насоса НЦІ-Ф-25, що передбачала зміну конструкції його робочого колеса та доповнення системи подрібнюючим пристроєм. Запропоновані технічні рішення дозволили покращити експлуатаційні показники насоса, зокрема підвищити його продуктивність і знизити потребу в потужності приводу.

У наступному розділі буде розглянуто планування заходів з охорони праці під час експлуатації лінії.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги

При роботі з обладнанням для видалення рідкого гною на фермах необхідно дотримуватись загальних вимог охорони праці, які регламентовані чинними нормативно-правовими актами України та відповідними директивами Європейського Союзу. Робота з таким обладнанням відноситься до потенційно небезпечних через можливість контакту з біологічними агентами, хімічними речовинами, слизькими поверхнями, а також через використання електромеханічних агрегатів підвищеної потужності.

Згідно з вимогами Закону України «Про охорону праці» (ст. 13, 14), роботодавець зобов'язаний створити безпечні умови праці та забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту. Відповідно до ДНАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві» та ДСТУ EN 16524:2020, при експлуатації обладнання для перекачування гною слід дотримуватись вимог щодо електробезпеки, герметичності з'єднань, справності вентилів, клапанів та запірної арматури. Експлуатація насосів, мішалок, транспортерів і подрібнювачів допускається лише при наявності відповідного технічного стану, огорожень рухомих частин та справної сигналізації.

Особлива увага приділяється захисту працівників від біологічних чинників (згідно з Постановою КМУ № 908 від 14.08.2019 «Про затвердження переліку робіт, де можливе біологічне зараження») і вимогам Директиви 2000/54/ЄС ЄС щодо захисту працівників від ризиків, пов'язаних з впливом біологічних агентів на робочому місці. Робочі зони повинні бути обладнані засобами локальної вентиляції або витяжною вентиляцією, а також мати легкий доступ до води, мила і засобів дезінфекції. Працівники повинні проходити інструктажі з охорони праці та медичні огляди згідно з наказом МОЗ № 246 від 21.05.2007.

Європейські вимоги передбачають також дотримання стандартів ISO 12100:2010 щодо безпеки машин – загальні принципи проектування, оцінювання ризиків та зниження ризиків, а також стандарту EN 13525:2020 щодо машин для сільського господарства. Усі рухомі частини обладнання повинні бути захищені від випадкового контакту, а під час проведення технічного обслуговування обладнання слід знеструмлювати й блокувати доступ до небезпечних зон.

Таким чином, забезпечення охорони праці при роботі з обладнанням для видалення рідкого гною повинне базуватись на принципі комплексного запобігання виробничим ризикам, відповідності технічного стану обладнання нормативам безпеки, наявності ефективних засобів захисту та належній підготовці персоналу.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора системи видалення та переробки рідкого гною

Інструкція з охорони праці для оператора системи видалення та переробки рідкого гною складена з урахуванням чинного законодавства України (Закон «Про охорону праці», ДНАОП 0.00-1.28-10, ДСТУ ISO та EN стандартів) та загальних європейських вимог (зокрема Директиви 2000/54/EC та ISO 12100:2010).

1. Загальні положення

1.1. Інструкція визначає вимоги охорони праці під час обслуговування систем видалення, транспортування, переробки та зберігання рідкого гною.

1.2. До самостійної роботи допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли:

- медичний огляд;
- вступний та первинний інструктаж з охорони праці;
- перевірку знань безпечних методів роботи.

1.3. Оператор повинен знати будову, принцип дії, правила експлуатації та зупинки обладнання.

1.4. Під час роботи працівник зобов'язаний використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): прогумований спецодяг, рукавички, чоботи, захисні окуляри, респіратор.

1.5. Забороняється працювати в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, під впливом ліків, що знижують увагу.

1.6. Робота виконується з урахуванням потенційного біологічного ризику – необхідно дотримуватися вимог біобезпеки.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перевірити справність усіх елементів обладнання: насосів, мішалок, клапанів, фітингів, електрообладнання.

2.2. Переконатися у наявності та доступності вогнегасника, аптечки, засобів дезінфекції.

2.3. Встановити заземлення для всіх електропристроїв.

2.4. Оглянути робоче місце: не повинно бути слизьких поверхонь, відкритих колодязів, обірваних проводів.

2.5. Забороняється запускати обладнання без захисних кожухів, огорож та справної автоматики.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Пуск обладнання здійснювати тільки після сигналу або дозволу відповідальної особи.

3.2. Не залишати обладнання без нагляду під час його роботи.

3.3. Не проводити очищення, ремонт або обслуговування працюючих агрегатів.

3.4. Заборонено перебувати біля ділянок з підвищеним тиском, обертовими частинами, місцями можливого викиду гною без ЗІЗ.

3.5. У випадку виявлення сторонніх предметів, протікання або сторонніх звуків – негайно зупинити роботу та повідомити керівника.

4. Вимоги безпеки після завершення роботи

4.1. Зупинити обладнання згідно з інструкцією виробника.

4.2. Очистити робочі зони, промити обладнання за допомогою системи промивки.

4.3. Зняти та продезінфікувати засоби індивідуального захисту.

4.4. Повідомити відповідальну особу про всі несправності та події.

4.5. Пройти миття рук, обличчя та відкритих ділянок тіла.

5. Надзвичайні ситуації

5.1. У разі пожежі – діяти згідно з інструкцією з пожежної безпеки, викликати ДСНС (101).

5.2. При ураженні електричним струмом – знеструмити обладнання, надати першу допомогу, викликати медичну допомогу (103).

5.3. У випадку розливу гною – локалізувати аварію, ізолювати зону, скористатись сорбентами, викликати спеціалістів.

5.4. Повідомити про будь-який нещасний випадок керівництво та оформити відповідні документи.

6. Відповідальність

Працівник несе відповідальність за дотримання інструкції, збереження обладнання та власну безпеку відповідно до Кодексу законів про працю України та чинного законодавства ЄС.

4.3 Висновки

У розділі охорони праці розглянуто основні вимоги до безпечної експлуатації обладнання для видалення та переробки рідкого гною.

Визначено потенційні небезпеки, характерні для роботи з фекальними насосами, трубопроводами та подрібнювальними пристроями. Надано обґрунтовані заходи щодо зниження професійних ризиків, забезпечення електробезпеки, пожежної безпеки та дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Підкреслено важливість навчання персоналу, регулярного технічного обслуговування обладнання та застосування індивідуальних засобів захисту.

Реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити травматизм, підвищити ефективність праці та відповідати чинним вимогам національних і європейських стандартів з охорони праці.

5 Економічна оцінка

5.1 Вихідні дані

Для виконання розрахунку економічної ефективності використано вихідні дані, що включають вартість і потужність обладнання, кількість обслуговуючого персоналу та тривалість роботи за добу. Технічні характеристики базового варіанта подано у таблиці 3.2. У порівнянні з ним, удосконалений насос демонструє вищу ефективність гомогенізації гною, що дозволяє скоротити тривалість цього процесу. Окрім цього, як показано в розрахунках розділу 3, потужність приводу удосконаленого насоса зменшилася до 7,2 кВт. Всі необхідні для подальших розрахунків економічні показники зведено у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку економічних показників

Вихідні дані	Варіанти	
	базовий	проектний
Річний об'єм робіт, м ³	28470	28470
Добовий об'єм робіт, м ³	78,0	78,0
Продуктивність, м ³ /год.	25	30,7
Вартість обладнання, грн.	24250	31130
Час роботи обладнання на добу, год.	3,12	2,54
Встановлена потужність, кВт	11	7,2
Обслуговуючий персонал, люд	1	1

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для порівняння традиційної системи видалення та переробки гною з удосконаленою, оснащеною модернізованим насосом, доцільно використати аналіз питомих експлуатаційних витрат.

Такий підхід дозволяє об'єктивно оцінити, скільки енергетичних ресурсів, витрат на обслуговування та фінансових затрат необхідно для забезпечення безперебійного функціонування процесу видалення і переробки гною на одиницю об'єму перекачаної маси або за одиницю часу. Це дає змогу кількісно оцінити ефективність впроваджених удосконалень у конструкції насоса та визначити доцільність його використання в умовах господарства.

На основі даних, наведених у таблиці на аркуші 5 графічної частини (додатки), проведемо порівняльний аналіз двох варіантів системи видалення та переробки гною - базового (традиційного) та проектного (удосконаленого з новим насосом).

Річний і добовий обсяг робіт у двох варіантах однаковий і становить відповідно 28 470 м³ на рік і 78 м³ на добу. Це дозволяє зробити висновок, що обидва варіанти розраховані на однакове навантаження.

Проектний варіант має підвищену продуктивність - 30,7 м³/год проти 25 м³/год у базовому. За рахунок цього час роботи обладнання на добу скоротився з 3,12 до 2,54 год. Це свідчить про ефективніше використання ресурсу обладнання та зниження навантаження на систему в цілому.

Встановлена потужність у проектному варіанті знижена до 7,2 кВт проти 11 кВт у базовому, що безпосередньо впливає на зменшення споживання електроенергії. Це підтверджується значним скороченням витрат на енергоресурси: з 14 906,89 грн до 7 943,39 грн - економія становить майже 47%.

Вартість нового обладнання дещо вища (31 130 грн проти 24 250 грн), однак додаткові капітальні вкладення становлять лише 6 880 грн, що є прийнятною інвестицією з урахуванням економічного ефекту.

Загальні експлуатаційні витрати зменшилися з 41 195,41 грн у базовому варіанті до 32 305,82 грн у проектному, тобто на 8 889,59 грн на рік, що є значною економією. Найбільша частка економії припадає на:

оплату праці (зменшено на 3 714,89 грн),

енерговитрати (мінус 60 963,5 грн),

що демонструє перевагу нової системи не лише в технічному, а й у фінансовому аспекті.

Вартість амортизації та ремонту в проектному варіанті трохи зросла, що пояснюється вищою вартістю і складністю обладнання. Проте ця різниця перекривається за рахунок економії на інших статтях.

Термін окупності додаткових капіталовкладень становить 0,77 року, що є дуже швидким показником для подібних технічних оновлень. Річний економічний ефект - 71 857,59 грн, тобто оновлення не лише окупається швидко, а й надалі генерує стабільну економію.

Удосконалена система видалення та переробки гною із модернізованим насосом демонструє кращі показники енергоефективності, продуктивності та економічності. Незначне збільшення капітальних вкладень повністю компенсується зниженням експлуатаційних витрат, а термін окупності менш ніж рік робить цей проект доцільним і ефективним для впровадження.

5.3 Висновки

Порівняння економічних показників двох варіантів реалізації процесу перекачування гною показує, що застосування удосконаленого насоса у порівнянні з базовим обладнанням має значні переваги за експлуатаційними витратами, незважаючи на більші капіталовкладення. Строк окупності при впровадженні складе 0,77 роки, а річний економічний ефект за нашими розрахунками становить 71857,59 грн.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У процесі виконання дипломного проєкту було досягнуто наступних результатів:

Враховуючи плани керівництва ТОВ «Агро-Овен» щодо розвитку підприємства та поточний стан свиноферми в с. Оленівка, було поставлено завдання – розробити проєкт модернізації системи механізації лінії видалення та переробки гною.

Розроблено вдосконалений технологічний процес прибирання, транспортування та переробки гною. У межах запропонованої схеми впроваджено операцію розділення збродженого субстрату на тверду та рідку фракції, з подальшим прискореним компостуванням твердої частини та відстоюванням рідкої. Це дозволяє отримувати додаткову продукцію у вигляді органічного компосту.

Проведено конструктивне вдосконалення фекального насосу НЦ-Ф-25 шляхом модернізації робочого колеса та додавання подрібнювального пристрою. Це забезпечило підвищення продуктивності агрегату та зменшення енергоспоживання. Для підтвердження технічної спроможності модернізованого насоса виконано розрахунок його основних геометричних і кінематичних параметрів, а також розроблено комплект креслень.

Аналіз умов охорони праці в ТОВ «Агро-Овен» виявив, що найбільша виробнича небезпека виникає при роботі з системою видалення гною. З метою забезпечення безпечної експлуатації нової лінії нами розроблено комплекс вимог з охорони праці для відповідного обладнання.

Економічне порівняння базового та удосконаленого варіантів системи перекачування гною показало вагомі переваги вдосконаленого насоса за експлуатаційними витратами. Попри більші первинні капіталовкладення, строк окупності модернізованого обладнання становить 0,77 року, а річний економічний ефект – 71857,59 грн.

З огляду на отримані результати, можна рекомендувати впровадження запропонованого технічного рішення з удосконаленим насосом НЦІ-Ф-25 на інших свинарських підприємствах для підвищення ефективності та економічності процесів обробки гною.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-01.05. Свинарські 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, УкрНДЦВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с.
3. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДЦВПТ 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 діяння \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 Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic - 2018»*, Volume 20 *Przemysł: Nauka i studia -12-16 s.*

12. Дудін В.Ю. Огляд технологій переробки рідкого гною свиней /*Materiály 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 *Materialy 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. Котенко В.І. Вільновихровий насос. Деклараційний патент на винахід № 37350 U Україна, МПК F04D 7/04. – № u201307154; заявл. 04.01.2011; опублік. 25.06.2011, бюл. № 12.

17. Дрига А.І. Вільновихровий насос. Деклараційний патент на винахід № 73533 А Україна, МПК F04D 1/00. – № u 1200504519; заявл. 16.05.2005; опублік. 15.12.2005, бюл. № 12.

18. Владимірський О.Ф. Вільновихровий насос. Деклараційний патент на винахід № 86009 U Україна, МПК A23N 17/00. – № u201308954; заявл. 16.07.2013; опублік. 25.12.2013, бюл. № 24.

19. Павловський М.А. Теоретична механіка/ М.А. Павловський //Київ: Техніка, 2002. – 510 с.
20. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: підручник 2-е видання, К.:Кондор, 2004. - 584 с.
21. ВНТП-АПК-09.06/ Мінагрополітики України Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. 2006, Мінагрополітики України, Київ – 85 с.
22. 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.
23. Посібник-практикум: Машини 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 процесу видалення гною на свинофермі з розробкою фекального насоса

демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

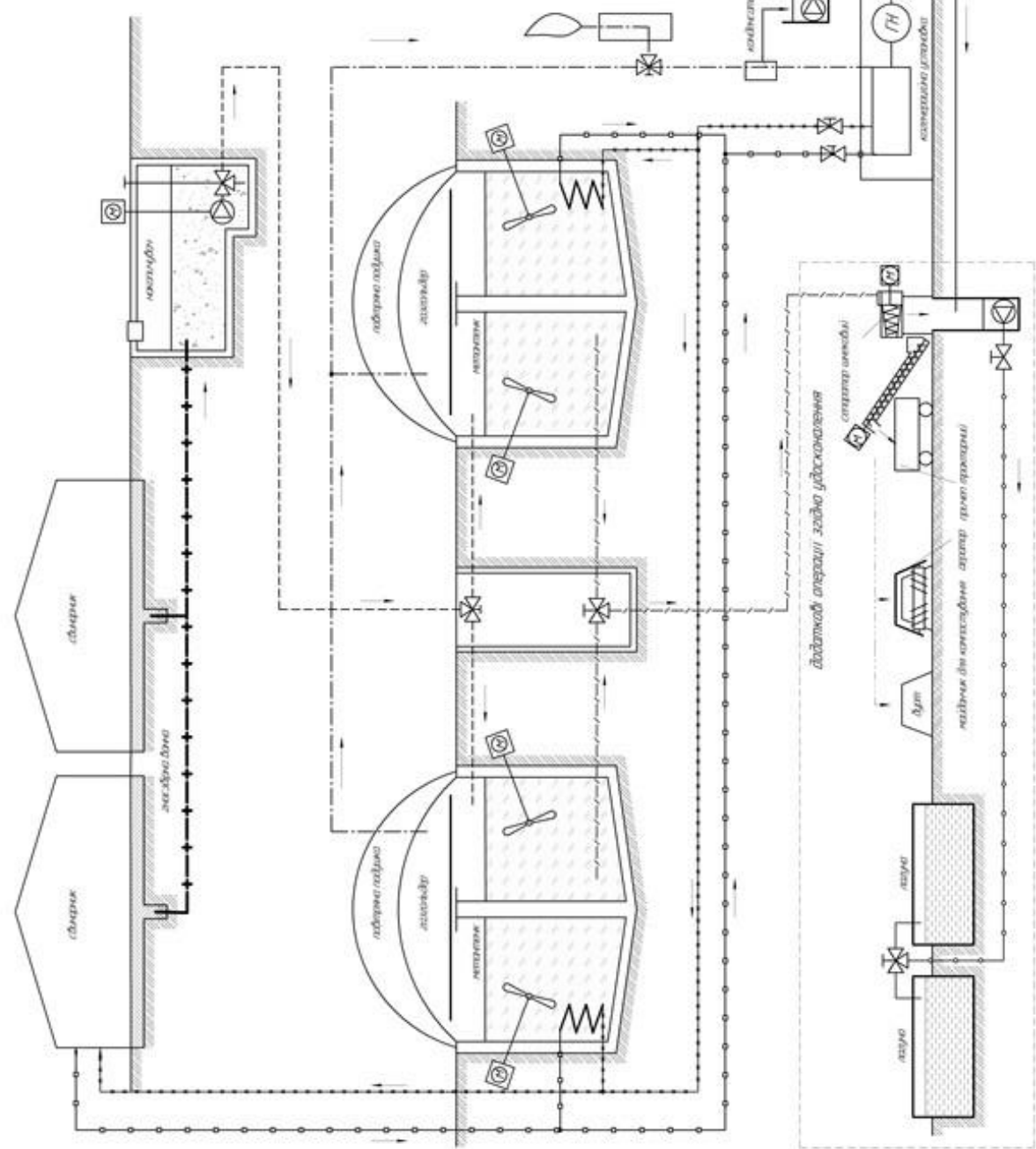
Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-21
Стаценко Артем Романович

Керівник: к.т.н., доцент
Івлєв Віталій Володимирович

Дніпро-2025

Умовні позначення

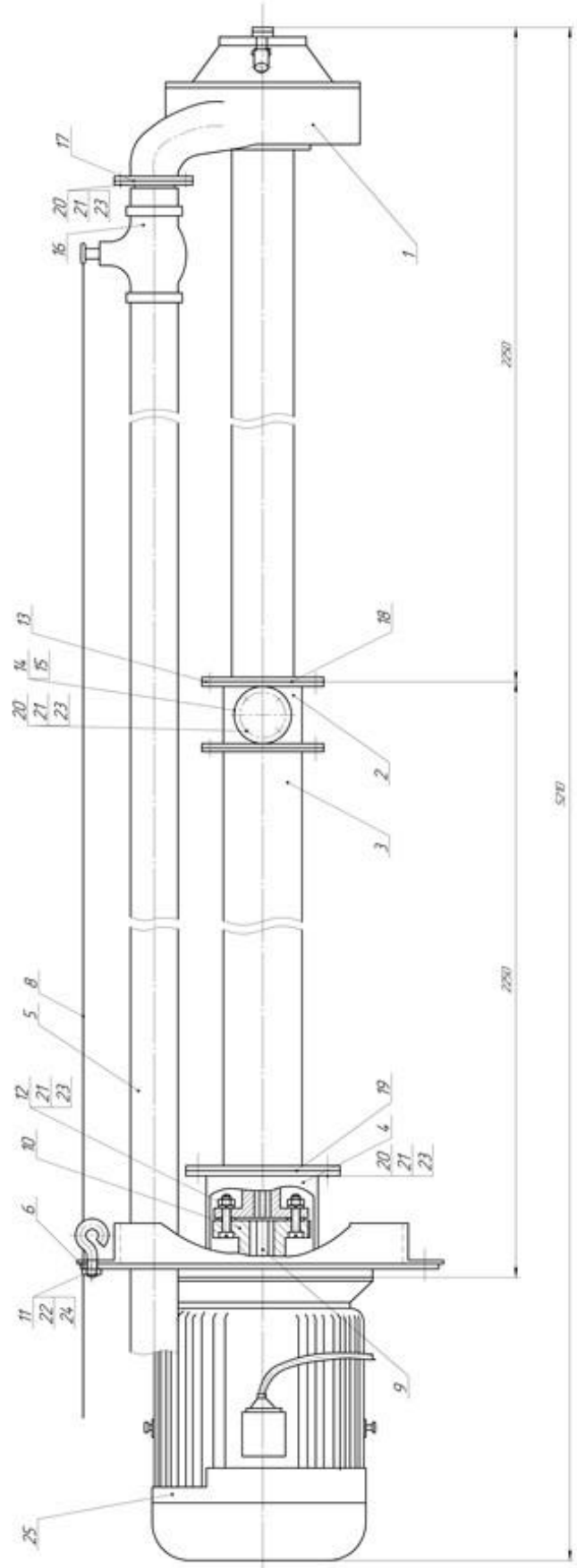
- рідинка з субстратом
- тверда фракція субстрату
- рідинка фракція субстрату
- тверда фракція субстрату
- газ
- тверда фракція субстрату
- рідинка фракція субстрату
- гаряча вода
- гаряча вода
- електроенергія
- електроенергія
- кран (газовий)
- електричний кран
- насос
- електросгенератор
- теплогенератор
- двигун



4610570000007X

4610570000007X	
Лист	№
Кол-во	№
Лист відбитий	
та обробки зносу	
Схема технологічна ДДБСУ №1-2-21	

46.01.057.100.000083

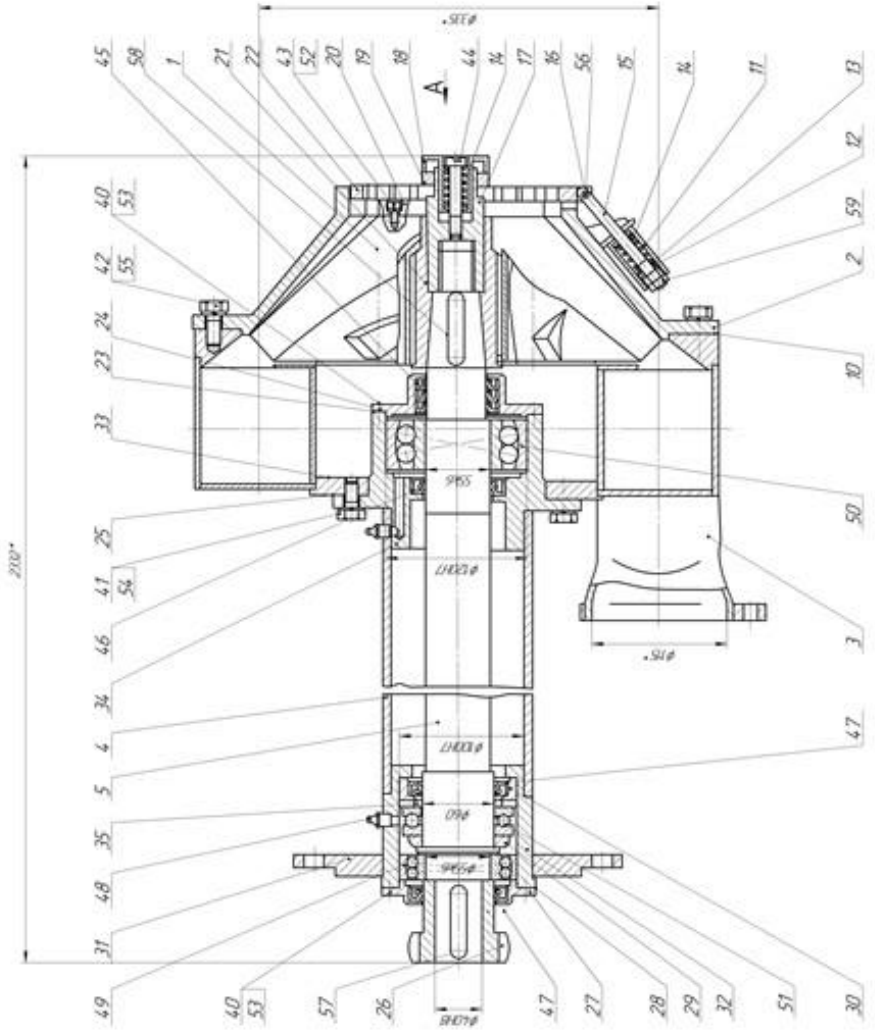


1 Шп. - насос-электрический 100л/мин
 2 Приводная ш. на муфты - 50 мм, со шлицами - 30 мм
 3 Шпр. - 50 мм
 4 Коробочка подшипников - 21 мм
 5 Шпр. - 200 мм

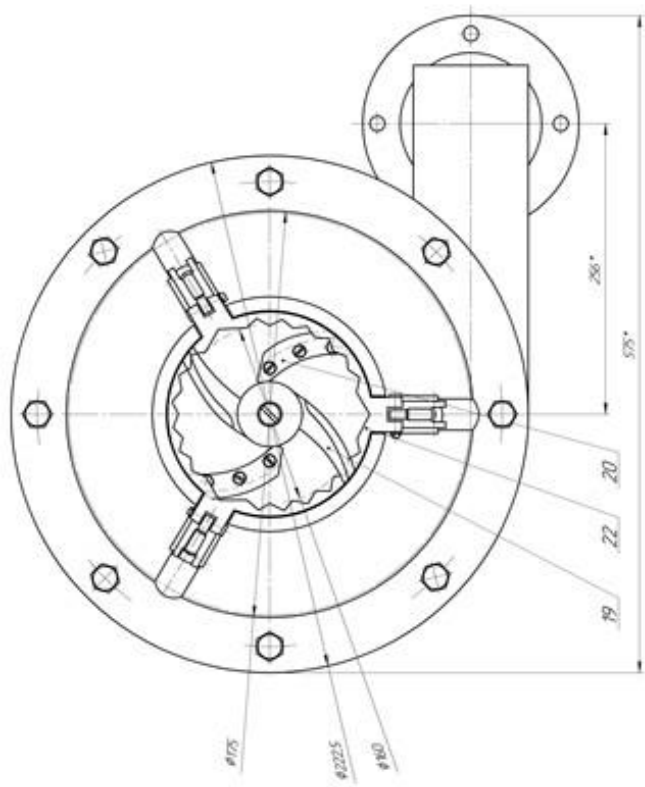
46.01.057.100.000083	
Исполн.	Иванов И.И.
Провер.	Петров П.П.
Утверд.	Сидоров С.С.
Дата	2000
Лист	15
Насос-электрический	
МД-Ф-25	
Вид чертежа	
ДИАГН. А1-2-21	

Исполн.	Иванов И.И.
Провер.	Петров П.П.
Утверд.	Сидоров С.С.
Дата	2000
Лист	15

46.07057.071000007



Вид А



- Технический проект
1. Эскизы наб. для 19 и 28 - 30
 2. Асфальтовые герметики, прокладки для 25
 3. Запчасти на шаровые краны для 1 и 10 (в том числе для 10)
 4. Запчасти на шаровые краны для 19 - 05, 1 м
 5. Асфальтовые герметики, прокладки / для 19 и 28
 6. Резина для 10

46.07057.071000007		Вальцовый насос		ИИ-Ф-25	
№	ИЗМ.	ИЗМ.	ИЗМ.	ИЗМ.	ИЗМ.
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1
65	1	1	1	1	1

Складские кресления ИИ-Ф-25

ИИ-Ф-25

46.01057.01026

1. Изготовлен из стали 45.50
2. * Поверхность для обточки

46.01057.01026

Напильник

№	Исполн.	Дата	Лист
1	И.И.И.	01.01.21	11

6-П-308 190993-36
Автом. 581.879 80881-79
ИЛДАСУ АИ-2-21

46.01057.01043

1. Изготовлено из стали 45.50
2. * Поверхность для обточки

46.01057.01043

Диск шлифовальный

№	Исполн.	Дата	Лист
1	И.И.И.	01.01.21	11

6-П-308 190993-36
Автом. 581.879 80881-79
ИЛДАСУ АИ-2-21

46.01057.01019

1. Изготовлено из стали 45.50
2. * Поверхность для обточки

46.01057.01019

Шпатель

№	Исполн.	Дата	Лист
1	И.И.И.	01.01.21	11

6-П-308 190993-36
Автом. 581.879 80881-79
ИЛДАСУ АИ-2-21

46.01057.01044

1. Поверхность для обточки
2. Изготовлен из стали 45.50
для 6-П, для 1:1/2 с резьбой на ступеньку

46.01057.01044

Гайка

№	Исполн.	Дата	Лист
1	И.И.И.	01.01.21	11

6-П-308 190993-36
Автом. 581.879 80881-79
ИЛДАСУ АИ-2-21

46.01057.010000X

1. Поверхность для обточки
2. Изготовлен из стали 45.50
для 6-П, для 1:1/2 с резьбой на ступеньку

46.01057.010000X

Вал

№	Исполн.	Дата	Лист
1	И.И.И.	01.01.21	11

6-П-308 190993-36
Автом. 581.879 80881-79
ИЛДАСУ АИ-2-21

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	Испр. примеч.			
							№	Дата		
				Документация						
A1			46ДП.057.100.000СК							
				Сборочные единицы						
*	1		46ДП.057.101.000	Насос	1	*A1 A1				
	2		46ДП.057.102.000	Стакан	1					
	3		46ДП.057.103.000	Корпус	1					
	4		46ДП.057.104.000	Кожух	1					
	5		46ДП.057.105.000	Напорный трубопровод	1					
	6		46ДП.057.106.000	Фонарь	1					
				Детали						
		8	46ДП.057.100.001	Трос	2					
		9	46ДП.057.100.002	Півмуфта	1					
		10	46ДП.057.100.003	Півмуфта	1					
		11	46ДП.057.100.004	Болт анкерний	8					
		12	46ДП.057.100.005	Палець	6					
		13	46ДП.057.100.006	Фланець	1					
		15	46ДП.057.100.008	Люк	1					
		16	46ДП.057.100.009	Кран триходовий	1					
		17	46ДП.057.100.011	Прокладка	1					
			46ДП.057100.000СК							
			Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
			Разраб	Стаценко				Лист	Лист	Листов
			Проб.	Івлев			4	1	2	
			Н.контр.	Івлев			Насос-гомогенізатор ДДАЕУ, АІ-2-21			
			Утв.	ДЦН						

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Инд. № подл.	Инд. № дубл.	
				<u>Документация</u>					
A1			46ДП.057.101.000 СК	Складальне креслення	1				
				<u>Сборочные единицы</u>					
		1	46ДП.057.101.100	Колесо робоче	1				
		2	46ДП.057.101.200	Корпус подріднювача	1				
		3	46ДП.057.101.300	Напорний патрубок	1				
		4	46ДП.057.101.400	Корпус насоса	1				
*		5	46ДП.057.101.500	Вал	1	* А4х3			
				<u>Детали</u>					
		10	46ДП.057.101.001	Прокладка	1				
		13	46ДП.057.101.004	Стакан	8				
		14	46ДП.057.101.005	Пружина	4				
		15	46ДП.057.101.006	Штанга	3				
		16	46ДП.057.101.007	Палець	3				
		17	46ДП.057.101.008	Корпус	1				
		18	46ДП.057.101.009	Стакан	1				
A4		19	46ДП.057.101.011	Ніж	1				
		20	46ДП.057.101.012	Кільце	1				
		21	46ДП.057.101.013	Корпус	1				
			46ДП.057.101.000						
			Изм/Лист	№ док.им.	Подп.	Дата			
			Разроб.	Спаценко					
			Проб.	Івльб					
			Нклянц.	Івльб					
			Члб.	Дцн					
			Насос				Лит	Лист	Листов
			ДДАЕУ, АІ-2-21				ч/в/п	1	3

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		48		Маслянка 1В.М8× 1,5-6г.019 ГОСТ 138-93	2	
				Підшипники ДСТУ 2848-90		
		49		1211	1	
		50		1611	1	
		51		Підшипник 8212Н ДСТУ 7872-89	1	
				Шайби ДСТУ 6402-70		
		52		6.65Г.019	6	
		53		8.65Г.019	11	
		54		10.65Г.019	6	
		55		12.65Г.019	8	
		56		Шпінт 2× 28.019 ГОСТ 397-79	3	
				Шпонки ДСТУ 23360-78		
		57		12× 8× 55	1	
		58		16× 10× 65	1	
		59		Гайка М8-6Н5.019 ДСТУ 15521-70	6	

Від. № подл.	Від. № докум.	Взам. шиф. №	Від. № змін.	Ізмін. і дата.	Ізмін. і дата.

Від. № подл.	Від. № докум.	Взам. шиф. №	Від. № змін.	Ізмін. і дата.	Ізмін. і дата.	46ДП.057.101.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			3

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
*			46ДП.057.101.500 СК	Складальне креслення	1	A2
<i>Детали</i>						
1			46ДП.057.101.501	Цапфа	1	
2			46ДП.057.101.502	Цапфа	1	
3			46ДП.057.101.503	Вал	1	
46ДП.057.101.500СК						
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		
Разроб	Стаценко				Лит	Лист
Проб	Івлев				ц д п	Листов
Нконтр	Івлев				1	
Утв	ДЦН				ДДАЕУ, АІ-2-21	
Вал						