«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра тракторів, автомобілів та енергетичних засобів

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИБИРАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ НА МАЛІЙ ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ»

Виконав:
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання
Олег ГАВАТЮК

Керівник:
доцент ***Віталій ПУКАС***

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____
«___» червня 2026 р.

Допускається до захисту:
«___» червня 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія», доцент ***Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ***

м. Кам’янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ 3
ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ 4
РЕФЕРАТ 5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА ПОЗНАЧАНЬ 7
ВСТУП 8
1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ 10
Висновки першого розділу 18
2. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДЖЕРЕЛ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ 20
Висновки другого розділу 31
3. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПРИБИРАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ТВАРИННИХ ВІДХОДІВ 33
3.1. Вибір обладнання для очищення свинарника 33
3.2. Обґрунтування структурної схеми біогазової системи 35
3.3. Розрахунок технологічних параметрів біогазової установки 36
3.4. Визначення енергетичного балансу установки 43
3.5. Силові розрахунки мішального механізму 45
3.6. Особливості монтажу насосного обладнання 48
Висновки третього розділу 50
4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ 52
4.1. Вимоги безпеки при експлуатації фермерського обладнання 52
4.2 Заходи з охорони довкілля 53
Висновки четвертого розділу 55
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ 57
Висновки п'ятого розділу 59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 62
ДОДАТКИ 66

ВСТУП

Після проголошення незалежності в Україні відбулися глибинні перетворення економічної системи, що безпосередньо торкнулися аграрного сектору. Колишні колгоспи та радгоспи трансформувалися у великі агрохолдинги з земельними масивами у десятки й сотні тисяч гектарів, поряд із якими функціонують значно менші за масштабами сільськогосподарські товариства, приватні фермерські господарства та індивідуальні присадибні ділянки. Протягом тривалого часу більшість підприємств дотримувалася вузької спеціалізації, концентруючись на виробництві обмеженого асортименту продукції. Проте сучасні тенденції змушують аграріїв розширювати спектр діяльності, щоб зменшити залежність від нестабільного внутрішнього ринку, переробних підприємств і торговельних посередників. Це призвело до активного розвитку тваринницьких і птахівничих напрямів навіть у тих компаніях, які раніше орієнтувалися виключно на вирощування зернових культур.

Процес диверсифікації значно легше реалізується у великих агроформуваннях, адже вони володіють достатнім фінансовим ресурсом, кваліфікованими кадрами та доступом до сучасної техніки, яка адаптована під їхні потреби. Для малих і середніх господарств вибір оптимального напряму розвитку є набагато складнішим завданням, що потребує ретельного аналізу виробничих можливостей та обґрунтованого підбору обладнання.

До числа таких підприємств належить ТОВ «Промінь Поділля» Кам’янець-Подільського району Хмельницької області, яке має реальні передумови для відновлення роботи свиноферми у повному обсязі. Для цього необхідно не лише відновити чисельність поголів’я до проєктних показників, а й упровадити сучасні технології та новітні засоби виробництва, що дадуть змогу мінімізувати витрати. Важливим аспектом є використання обладнання, яке забезпечує якісне виконання технологічних операцій при мінімальному споживанні традиційних енергоносіїв.

Особливу увагу заслуговує технологія біоконверсії гною, що поєднує ефективне знезараження з отриманням альтернативного джерела енергії – біогазу,

який може використовуватися для внутрішніх потреб господарства. Водночас критично важливим є питання організації системи видалення гною, адже від її ефективності залежить санітарно-ветеринарний стан приміщень, здоров'я тварин та рівень виробничих витрат.

З огляду на зазначене, метою дипломного проєкту є розробка практичних рекомендацій щодо впровадження удосконаленої технології видалення та утилізації гною на базовому тваринницькому об'єкті із застосуванням біогазової установки. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

1) здійснити аналіз перспектив розвитку малих ферм в Україні, оцінити виробничі показники базового господарства та визначити можливості відновлення роботи свиноферми;

2) дослідити існуючі технології видалення гною та конструктивні рішення біогазових установок, обрати найбільш ефективні для конкретних умов;

3) обґрунтувати технологічні режими роботи обладнання для очищення реконструйованого свинарника та визначити ключові параметри біогазової установки;

4) розглянути питання охорони праці та екологічної безпеки;

5) надати техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

У межах дослідження предметом виступає механізація процесів прибирання та утилізації гною на свинофермі, а об'єктом – комплекс обладнання для очищення тваринницьких приміщень із подальшою анаеробною переробкою відходів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз статистичних даних свідчить, що малий та середній бізнес у тваринництві України займає вагому частку – від 45 до 80% усіх господарств, хоча частка утримуваного поголів'я коливається від 6,5% у свинарстві до 42% у молочному скотарстві. У 2020 році більшість галузей тваринництва продемонстрували спад виробництва, проте свинарство стало винятком: при майже незмінній закупівельній ціні на свинину (+0,8%) обсяги реалізації зросли на 11%. Це підтверджує, що свинарство залишається одним із найстабільніших напрямів аграрної діяльності.

В Україні досі немає єдиного визначення, які господарства слід відносити до малих. Це ускладнює адаптацію серійного обладнання та розробку нових технологічних рішень, адже комплектація машин і режими їх роботи повинні відповідати реальним виробничим потребам. Доцільним є використання методики США, Канади та ЄС, де застосовується показник «еквівалент одиниці тварини (AUE)». У даному проєкті розрахунки виконані для умов ТОВ «Промінь Поділля».

Згідно зі звітністю базового господарства, понад третину доходів становить виручка від реалізації продукції тваринництва, зокрема молока (12%) та свинини (18%). Попри це, тваринництво залишається збитковим на рівні 12%, хоча існують реальні передумови для відновлення прибутковості. Найбільш перспективним напрямом є розвиток свиноферми, яка має достатній виробничий потенціал і може стабільно постачати продукцію.

Суттєве покращення показників можливе завдяки модернізації технології прибирання та утилізації гною. Нині ці роботи потребують значних витрат, головним чином через використання тракторів для транспортування та буртування. Запровадження скреперних установок КСГ для видалення гною та біогазової установки для його утилізації дозволить знизити витрати на паливо, скоротити трудомісткість процесів, отримати якісні органічні добрива та біогаз.

Запропонована біогазова установка безперервної дії повинна забезпечувати переробку близько 15 т субстрату на добу. При термофільному режимі та тривалості бродіння 7 діб загальний об’єм реакторів має становити 120 м³. Планується використання двох горизонтальних циліндричних метантенків по 60 м³ кожен, а також додаткових резервуарів для попереднього підігріву маси. Перекачування субстрату між ємностями здійснюватиметься насосом-подрібнювачем СД 16/25 (модифікація НФ1/2).

Для інтенсифікації процесу бродіння у метантенках передбачено секційну мішалку з трубчастим валом, по якому циркулює гаряча вода. Це забезпечує одночасне перемішування та прогрів маси. Частота обертання мішалки – 12 об/хв, потужність приводу – 2,2 кВт. Для підтримання температури у термофільному режимі установка комплектується котлом-пароутворювачем «Beretta VR6», який у зимовий період працює близько 8 годин на добу. Очікуваний вихід товарного біогазу – 300 м³ на добу, або 116 тис. м³ на рік.

Важливим аспектом є дотримання правил безпечної експлуатації обладнання та заходів з охорони довкілля.

Економічні розрахунки показали, що впровадження лінії потребує близько 2,162 млн грн інвестицій. При цьому річні приведені витрати скорочуються на 238 тис. грн, а додатково отримується 116 тис. м³ біогазу, що еквівалентно 72 тис. м³ природного газу вартістю 704 тис. грн. Сукупний економічний ефект становить 942 тис. грн на рік. За таких умов окупність проєкту очікується протягом 2,5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз економічних результатів сільськогосподарського виробництва у 2021 році: Експрес-випуск // Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua (дата звернення 15.03.2021).
2. Балінський І. С., Шпак І. Г., Савченко О. О. Проєктування систем газопостачання: навч. посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 136 с.
3. Безпечна експлуатація газового господарства. Безпека життєдіяльності: веб-сайт. URL: https://studme.com.ua/14860110/bzhd/ekspluatatsiya_gazovogo_hozyaystva.htm (дата звернення 11.06.2021).
4. Бендера І.М., Чекменьов В.В., Шолудько В.П. Методика дипломного проєктування з теплопостачання : навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. 552 с.
5. Біогазові технології в Україні. Встановлення та робота біогазових установок. Львів: Центр біогазових установок, 2011.330 с. URL: http://cba.org.ua/one/images/stories/CBA_news/Innovations_in_CBA/Budivnyctvo_i_ekspl_Biogas_2011.pdf (дата звернення 12.10.2021).
6. Брагіиець М. В., Педченко П. В. Монтаж, експлуатація і ремонт машин у тваринництві. Київ: Вища школа, 2010. 290 с.
7. Будівлі і споруди для тваринництва: Державні будівельні норми України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html7id_600=4024 (дата звернення 11.10.2021).
8. Буракова С., Супрович М., Берещук І. Дипломне проєктування. Розділи з охорони праці: навчальний посібник. Кам'янець- Подільський: ПП «Медобори-2006», 2010. 360 с.
9. Відомчі норми технологічного проєктування. Система видалення, обробки, підготовки та використання гною: ВНТП-АПК-09.06. ІЖБ:

https://dnaop.com/html/45452/doc-vntp-apk-0906-sistemy-udaleniia-obrabotki-podgotovki-i-ispolyzovaniia-gnoja (дата звернення 06.03.2022).

10. Воронцов О. О. Утилізація відходів тваринництва з отриманням біогазу. Київ: НУХТ, 2008. 17 с.
11. Галущак І. Біогаз: Українська перспектива. Соціально-економічні проблеми і дероісава. 2013. № 2(9). С. 277-278. URL: http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2013/13himbup.pdf. (дата звернення 08.04. 2022).
12. Гелетуха Г.Г., Кучерук П.П., Матвеєєв Ю.Б. Перспективи виробництва і використання біогазу в Україні: Аналітична записка №4 від 31.05.2013. URL: http://www.uabio.org/ img/files/docs/position-paper-uabio-4-ua.pdf. (дата звернення 04.10.2021).
13. Гідравліка: Навчально-методичний комплекс./В.І. Дуганець та ін.. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2013. 572 с.
14. Голуб Г., Гайденко О. Сучасні тенденції розвитку біогазових установок. Агробізнес сьогодні: веб-сайт. URL: http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8386-suchasni-tendentsii-rozvytku-biohazovykh-ustanovok.html. (дата звернення 08.09.2021).
15. Грибан В. Г. Негодченко О. В. Охорона праці: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури. 2009. 280 с.
16. ДБН В.2.2-1-95. Будівлі і споруди для тваринництва. URL: https://dnaop.com/html/34173/doc-%D0%92,2.2-1 -95 (дата звернення 16.04.2021).
17. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова малих сільськогосподарських підприємств та селянських (фермерських) господарств. Київ: Інститут "УкрНДІагропроєкт", 2018. 13 с.
18. Деталі машин : підручник / [Міняйло А.В., Тіщенко Л.М., Мазоренко Д.І. та ін.]. - К. : Агроосвіта, 2013. - 448 с
19. ДСТУ 4516:2006. Енергоощадність. поновлювані джерела енергії, установки біогазові. Загальні технічні вимоги.
20. Коваленко М.О., Польовий Л.В., Яремчук О.С. Практикум проєктування та

будівництва підприємств з виробництва продукції тваринництва. Київ: НУБіП, 2016. 339 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/riles/ul04 (дата звернення 14.02.2022).

21. Козій І. С. Виробництво біогазу з відходів тваринництва як елемент енергоресурсозбереження. Scientific Journal «ScienceRise», 2014. №1(1). - с. 18-21.
22. Кооп І.О. Виробництво і використання біогазу в Україні: посібник. Рада з питань біогазу Ltd Biogasrat e.V. в партнерстві з Адвокатським об'єднанням «Arzinger». Травень 2012 р. 74 с.
23. Котвалов В. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури, 2015. 224 с.
24. Куденко Д. М. Агроекологія. .Київ: Урожай, 2005. 302 с.
25. Кудря С.О., Головко В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії. Київ: НТУУ КПІ, 2015. 201 с.
26. Кучерук ГІ.П. Матвеєв Ю.Б., Дослідження ефективності метаногенезу при анаеробному зброджуванні гною ВРХ з рослинними рештками. Відновлювальна енергетика. 2010. В.20, №1. С. 83-89.
27. Марцинкевич В. Коломієць Н. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування . Київ: НЕЦУ, 2015.20 с.
28. Машини і обладнання для тваринництва: Електронний підручник. / ДУ НМЦ «Агроосвіта». ІЖЕ: http://rodak.if.iia/mot/index.htm (дата звернення 15.03.2022).
29. Обладнання та проєктування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці. Підручник / Під ред. Л.А. Саблій. - Рівне: НУВГП, 2016. 356 с.
30. 0полінський І. О. Удосконалення технології утилізації органічних відходів анаеробним зброджуванням з попередньою деструкцією субстрату. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 21.06.01 - Екологічна безпека. - Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського», Київ, 2019.

31. Півняк Г.Г. Шкрабець Ф.П. Альтернативна енергетика в Україні: монографія. Дніпропетровськ: Нац. гірн. Ун-т, 2013. 109 с.
32. Поліщук В.ІО. Тарасенко С. В., Сергеєва О. О Конструктивні особливості метантенків. MOTROL, 2011. №3. с. 56-61.
33. Прейскуранта на природний газ із ресурсів Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України». URL: http://www.naftogaz.eom/www/3/nakweb.nsf/0/OpenDocument (дата звернення 16.03.2023).
34. Проєктування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / за ред. І. І. Ревенка. Київ: Урожай, 2011. 144 с.
35. Ревепко 1.1., Мозолеико Є. М. Посібник майстра-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплексів. Київ: Урожай, 2005. 152 с.
36. Сайт «Аграрний сектор України» / розділ «Ціни». URL: http://agroua.net/technics/articles/index.php?aid=4 (дата звернення 22.06.2023)
37. Сайт «Енергія» / розділ «Установки біогазові» URL: http://www.energy.ru/biogas.htm (дата звернення 04.04.2023).
38. Тевченко В.І. Борхалепко Ю.О. Пазюк В.Р. Технології одержання біогазу і органічних добрив в агровиробпицтві. Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. 2018. Вип. 67. С. 167-176.
39. Шпачук В. П. Технічна механіка: навчальний посібник (для студентів денної і заочної форм навчання бакалаврів за напрямом 6.050701 - «Електротехніка та електротехнології») / В. П. Шпачук, М. С. Золотов, В. О. Скляров; Харків, нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. - Харків : ХНУМГ, 2015.-277 с.