

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

Обґрунтування параметрів шнекового сепаратора гною

Виконав: студент 2 курсу, групи МГАІ-2-22

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Цись Павло Валерійович

Керівник: _____ Івлєв Віталій Володимирович

Рецензент: _____ Садченко Роман Вікторович

Дніпро 2023

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

Кафедра інжинірингу технічних систем
Освітній ступінь: «Магістр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«09» листопада 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Цись Павлу Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів шнекового сепаратора гною

керівник роботи Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«09» листопада 2023 року № 3422

2. Строк подання студентом 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Аналіз стану питання процесів та обладнання для обробки гною, зокрема сепараторів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд систем сепарації рідкого гною на свинарських підприємствах. 2. Теоретичні дослідження процесу сепарації рідкого гною. 3. Експериментальні дослідження розробленого сепаратора. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. Аналіз (2 аркуші, А4). 2. Теоретичні дослідження (3 аркуші, А4). 3. Експериментальні дослідження (3 аркуші, А4). 4. Охорона праці (1 аркуш, А4). 5. Економічні показники (1 аркуш, А4). 6. Висновки (1 аркуш, А4)

6. Консультанти розділів роботи

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: 09.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 17.11.2023 р.	
2	Теоретичний	до 17.11.2023 р.	
3	Експериментальний	до 17.11.2023 р.	
4	Охорона праці	до 17.11.2023 р.	
5	Економічний	до 25.11.2023 р.	
6	Демонстраційна частина	до 04.12.2023 р.	

Студент

(підпис)

Цись П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Івлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Цись П.В. Обґрунтування параметрів шнекового сепаратора гною /Ви-
пускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спе-
ціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). –
ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Дипломна робота містить п'ять основних розділів. У вступі дипломної ро-
боти обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі, приведено
методи досліджень. З аналізу стану обробки рідкого гною встановлено схему
сепаратора, який підлягає удосконаленню. В другому розділі проведено теоре-
тичне моделювання роботи шнекового сепаратора гною на основі чого обґрун-
товано технологічні, геометричні, кінематичні та силові параметрів. В резуль-
таті лабораторних досліджень (розділ 3) визначено раціональні співвідношення
конструктивно-режимних параметрів розробленого сепаратора. Проведено до-
слідження розробленої конструкції з точки зору охорони праці. В п'ятому роз-
ділі виконано економічну оцінку розробленого шнекового сепаратора гною. На
завершення сформульовано загальні висновки, складено бібліографічний спи-
сок та оформлено додатки.

Ключові слова: рідкий гній, обробка, сепаратор, потужність, шнек, пи-
тома енергоємність, питомі експлуатаційні витрати.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Огляд систем сепарації рідкого гною на свинарських підприємствах	10
1.1 Технології та засоби поділу рідкого гною	10
1.2 Огляд установок для розділення рідкого гною	14
1.3 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми	23
1.4 Аналіз теоретичних досліджень процесу поділу рідкого гною на фракції	29
1.5 Висновки	32
2 Теоретичні дослідження процесу сепарації рідкого гною	33
2.1 Основні засади застосування мобільних установок для поділу рідкого гною	33
2.2 Теоретичні дослідження установки для поділу рідкого гною свинарських ферм	36
2.3 Енергетичні показники процесу поділу рідкого гною на фракції	45
2.4 Висновки	47
3 Експериментальні дослідження розробленого сепаратора	48
3.1 Загальна методика проведення досліджень	48
3.2 Програма експериментальних досліджень шіткового шнека	49
3.3 Методика визначення фізико-механічних властивостей рідкого гною та продуктів його переробки	49

3.4	Методика визначення технологічних, конструктивних та енергетичних параметрів встановлення	51
3.5	Результати досліджень	60
3.4	Висновки	65
4	Охорона праці	67
4.1	Загальні вимоги	67
4.2	Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з шнековим сепаратором гною	68
4.3	Правила поведінки в надзвичайній ситуації	69
4.4	Висновки	71
5	Економічна оцінка	72
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	76
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	78
	ДОДАТКИ	

ВСТУП

Головний ресурс виробництва рослинницької продукції - ґрунтовий потенціал сільськогосподарських угідь і, насамперед, ріллі. Інтенсивна експлуатація ґрунтів без належного вживання компенсаційних заходів призвела до їхньої значної деградації. Основним інтегральним показником родючості ґрунтів є вміст гумусу в орному горизонті. Матеріали восьми турів агрохімічного обстеження ґрунтів показали, що середній вміст гумусу в ґрунтах становить 3,2% (що відповідає градації слабогумусованих ґрунтів).

Ефективним прийомом відновлення ґрунтової родючості виступає застосування в продуктивному шарі ґрунту необхідної кількості органічних добрив необхідної якості. Внаслідок зниження поголів'я тварин знизилися обсяги виходу гною – основної сировини для одержання органічних добрив. За потреби внесення органічних добрив від 6 тон на гектар ріллі, що нині вноситься близько 0,1 тони, що не може забезпечити бездефіцитний баланс гумусу та оптимальний фізичний стан ґрунтів.

Дослідженнями встановлено, що рівень органозабезпеченості орних земель у становить 0,28 - 0,32%. Для поповнення дефіциту органічних добрив потрібна мобілізація всіх органічних ресурсів регіону (рослинного та тваринного походження). У вигляді органічних добрив вноситься близько 0,7 млн. тон, що становить 18% від загального обсягу гною та посліду, що виробляється. Це пояснюється відсутністю економічних та ефективних технологій підготовки рідких, напіврідких та твердих відходів тварин і птиці як органічні добрива.

Питаннями переробки гною підприємств тваринництва на органічні добрива вчені активно почали займатися у 70-х роках ХХ століття. Технології, що розроблялися раніше, і технічні засоби, що застосовуються для поділу рідкого гною на фракції, були орієнтовані на переробку великих обсягів гною, одержуваного на великих свинарських комплексах (24, 54, 108, 216 тис. голів). В основу технологій переробки рідкого гною покладено принцип механічного його поділу на тверду та рідку фракції з подальшим виробництвом на їх основі твердих та рідких органічних добрив.

В даний час більше половини продукції свинарства виробляється на малих (до 2000 голів), середніх (від 2000 до 8000 голів) та великих (до 12000 голів) свинарських ферм. На зазначених підприємствах виробляється за добу до 324 м³ рідкого гною вологістю від 94 до 96,5%. В даний час відсутні ефективні технології переробки зазначених обсягів рідкого гною. Технології та технічні засоби, що застосовуються для поділу на фракції рідкого гною на великих комплексах мають високу металоємність і енергоємність, дорожнечу і не прийнятні для переробки малих обсягів гною, що виробляється на свинарських фермах.

Для свинарських ферм необхідна розробка компактних, органічно вписуваних у технологічний процес виробництва свинини, установок, які мають низьку металоємність, енергоємність, що відрізняються високою ефективністю процесу розподілу. В даний час ведуться дослідження щодо вдосконалення установок для локальної обробки рідкого гною свинарських підприємств.

Враховуючи розташування технологічних приміщень на фермах (1, 2, 3 і більше корпусів) та існуючі проектні рішення щодо накопичення гною з позиції екології та економічної доцільності дане завдання може вирішити застосування мобільних установок для поділу гною на фракції. Таким чином, пошук рішень з переробки малих обсягів рідкого гною свинарських ферм з використанням мобільних агрегатів представляє науковий та практичний інтерес. Впровадження даної розробки сприяє покращенню екологічної обстановки у місцях накопичення гною, дозволить виробляти високоякісні тверді та рідкі органічні добрива, застосування яких у галузі рослинництва зумовлює отримання значного економічного ефекту.

Мета дослідження: обґрунтування параметрів процесу поділу рідкого гною свинарських ферм на фракції мобільною установкою на основі вдосконалення її конструкції, що забезпечить покращення якісних та технологічних показників.

У контексті поставленої мети дослідження визначено такі завдання:

- провести аналіз систем переробки гною на свинарських фермах;
- обґрунтувати конструктивні та режимні параметри обладнання мобільної установки для поділу рідкого гною свинарських ферм;

- дослідити вплив факторів на якісні та режимні показники роботи мобільної установки; -

- провести оцінку економічної ефективності роботи мобільної установки.

Об'єкт дослідження: процес поділу рідкого свинячого гною мобільною установкою.

Предмет дослідження: закономірності процесу поділу рідкого свинячого гною на фракції мобільних установок.

Методологія та методи дослідження передбачали теоретичні та експериментальні дослідження процесу поділу рідкого свинячого гною на тверду та рідку фракції мобільною установкою. Теоретичні дослідження проведено на основі відомих положень теорії фільтрування. Експериментальні дослідження передбачали використання стандартних та власних методик, серійні прилади та обладнання. Обробка результатів дослідів проводилася з використанням відомих статистичних програм.

1 Огляд систем сепарації рідкого гною на свинарських підприємствах

1.1 Технології та засоби поділу рідкого гною

Екологічна безпека держави на основі інтенсифікації сільськогосподарського виробництва виступає пріоритетною метою, заявленою у Державній програмі розвитку сільськогосподарства та регулювання ринків сільськогосподарської продукції, сировини та продовольства та інших нормативних документів.

На підприємствах галузі тваринництва, відповідно до технології утримання тварин, виробляється твердий (підстилковий) гній (вологістю 86-92%) і рідкий гній (вологістю 92- 97%). Вироблений гній різної консистенції вимагає виконання санітарних норм з його транспортування, накопичення і зберігання.

Найбільш трудомістким є переробка рідкого гною у високоякісні тверді та рідкі органічні добрива. В даний час застосовується сукупність технологій переробки рідкого свинячого гною, в результаті виробляються органічні добрива, біогаз, рідке паливо та інше. В умовах прискорення деградації ґрунтів сільськогосподарського призначення найбільш актуальними є технології переробки рідкого гною в тверді та рідкі органічні добрива. Застосування органічних добрив є основою зниження процесів деградації ґрунтів, а також відновлення та збільшення ґрунтової родючості.

Існуючий технологічний ланцюжок, що складається з операцій вивантаження гною з приміщень, транспортування до місця зберігання, зберігання, переробки гною в органічні добрива, що вимагає збереження максимальної кількості поживних речовин, забезпечення санітарної та екологічної безпеки. Рідкий гній з одного боку включає поживні елементи, необхідні рослинам, з іншого виступає джерелом навколишнього середовища, тому що в ньому міститься велика кількість патогенної мікрофлори.

Структурний вміст фракцій свинячого гною представлено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Вміст поживних речовин у свинячому гної, %

Гній та його фракції	Суша речовина	Азот загальний	Азот аміачний	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)
Рідкий гній	1,4-5,4	0,16-0,24	0,06-0,13	0,03-0,16	0,08-0,14
Осад	30-26,0	0,30-0,47	0,04-0,11	0,13-0,16	0,09-0,15
Рідка фракція	1,0-1,8	0,07-0,17	0,05-0,06	0,07-0,09	0,06-0,07

Обсяги виробництва рідкого гною на свинарських фермах з поголів'ям від 1 000 до 12 000 голів при використанні гідрозмивної системи представлені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Вихід рідкого гною на свинарських фермах (гідрозмивна система із утриманням тварин на щільній підлозі)

Поголів'я свиней	Вихід рідкого гною, м ³ /добу
1 000	27
2 000	54
4 000	108
6 000	162
8 000	216
10 000	270
12 000	324

З таблиці 1.2 видно, що кількість рідкого гною, що виробляється вологістю 98% змінюється від 27 м³/добу (1000 голів) до 324 м³ (12 000) голів). Рідкий гній (РГ) з технологічного приміщення надходить у гноєсховище. Обсяг гноєсховища розраховується, як правило, на накопичення 2-х річного обсягу рідкого гною. Гноєприймач обладнаний насосом, що забезпечує перемішування рідкого

гною перед його вивантаженням та подачу його в технологічну машину, яка доставляє його на гноєсховище, або, у разі наявності трубопроводів, безпосередньо подає його до однієї з секцій прифермського гноєсховища.

Рідкий гній подається до однієї з двох секцій, по заповненню якої починається процес біотермічного знезараження протягом 12 місяців. Одночасно заповнюється друга секція прифермського гноєсховища. Об'єм однієї секції розрахований на річне надходження гною від ферми. Через 12 місяців готове рідке органічне добриво (РОД), після локального перемішування, вантажиться насосом у технологічну машину та вноситься на поле з дозами до 100-200 м³/га.

Друга технологія передбачає виробництво компостів на основі рідкого гною та соломи. Рідкий гній із гноєсховища насосом подається в одну із секцій прифермського гноєсховища. У весняно-літній період на полі, де вносяться органічні добрива, проектується місце під реалізацію процесу компостування, ставиться скирта соломи. За результатів локального перемішування рідкий гній транспортується насосом технологічну машину та доставляється на майданчик компостування. Туди ж доставляється і солома, попередньо подрібнена до фракцій 6-10 см. Солома укладається шаром заввишки до 0,5-0,6 м заданої ширини та довжини. На шар соломи подається рідкий гній у співвідношенні 4:1 (на 1 частину соломи 4 частини РГ). На отриману суміш повторно подаються солома та гній, після чого компоненти перемішуються і поруч із майданчиком формується бурт заданих розмірів.

На майданчику компостування цикл повторюється, як описано вище. Протягом 6-9 місяців відбувається біотермічне знезараження та готовий компост (К) у вигляді твердого органічного добрива (ТОД) вантажиться у транспортний засіб та вноситься на поля дозами від 40 до 60 т/га.

Різновидом технології отримання компостів під час використання рідкого (напіврідкого) гною та соломи в польових умовах є застосування мобільного змішувача компонентів компосту (МЗКК). Схема мобільного змішувача представлена рис 1.1.

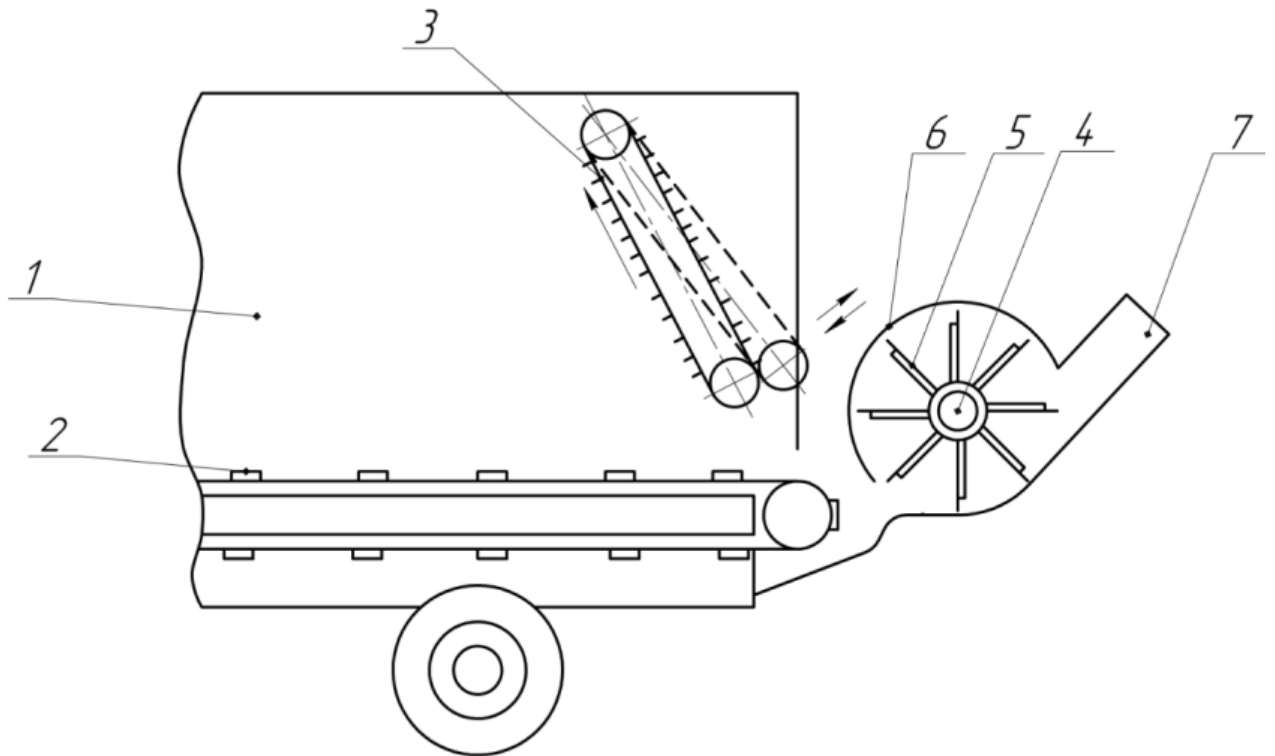


Рисунок 1.1 – Схема МЗКК для виробництва компостів у польових умовах: 1 – кузов; 2 – донний транспортер; 3 – транспортер; 4 – порожнистий вал лопатевого барабана; 5 – лопатевий барабан; 6 – змішувальна камера; 7 – дефлектор

МЗКК формується на базі кузовного розкидачу органічних добрив типу ПРТ-10. Замість розкидаючих бітерів генеровано технологічне обладнання, що включає корпус з розташованою в ньому змішувальною камерою з лопатевим барабаном, транспортер. Лопатевий барабан формований як порожнистий вал із лопатками. На передній частині рами розкидачу закріплений фекальний насос із приводом від валу відбору потужності трактора. Нагнітальний патрубок насоса через гофрований рукав з'єднаний з трубою нагнітальної лопатевого барабана, а всмоктувальний патрубок з ємністю для рідкого гною.

Робота МЗКК здійснюється в такий спосіб. МЗКК встановлюється на попередньо розміченому майданчику по краю поля поряд із скиртою соломи. Солома завантажується у кузов змішувача. Поруч встановлюється транспортно-технологічна машина з рідким насосом та після з'єднання гофрованим рукавом

починається процес виробництва компосту. У змішувальну камеру одночасно подаються солома і рідкий гній, перемішуються і викидаються лопатками на майданчик, формуючи бурт компосту шириною 2,5 м, висотою 2,5-3,0 м.

Третя технологія передбачає механічний поділ рідкого гною на тверду та рідку фракції. Рідкий гній з гноєнакопичувача насосом подається в цех поділу на установку, де він ділиться на тверду та рідку фракції. Тверда фракція вологістю не більше 75% ($W_{тф} \leq 75\%$) вантажиться в транспортний візок і подається на майданчик прифермського гноєсховища, де формується бурти заданих розмірів. Біотермічне знезараження ТФ проводиться протягом 6-9 місяців, після чого готові ТОД вносяться на поля дозами від 40 до 60 т/га. Рідка фракція $W_{рф} = 96\%$ і більше, насосом подається в одну з секцій гноєсховища прифермського, де протягом 12 місяців відбувається біотермічне знезараження. Готове РОД після локального перемішування вантажиться в технологічну машину і вноситься на поле під кормові культури із дозами від 200 до 500 м³/га.

Ефективність застосовуваних технологій розраховується у кожному конкретному випадку і залежить від обсягів гною, що виробляється, стан ґрунтів та інших показників. Основними недоліками розглянутих технологій є:

- високі капітальні витрати на виробництво гноєсховищ;
- відсутність контролю за якістю виробництва органічних добрив;
- високі дози внесення органічних добрив, що, як правило, не окупається збільшенням урожаю;
- технічні засоби для реалізації технологій не відповідають вимогам органічного землеробства, насамперед щодо якості продукції, що виробляється.

Найбільш ефективною вважається технологія переробки рідкого гною з механічним поділом його на тверду та рідку фракції.

1.2 Огляд установок для розділення рідкого гною

Численні дослідження зі створення машин та обладнання для поділу рідкого гною почалися на початку 70-х років минулого століття, вченим створити

безліч машин та механізмів для переробки рідкого гною, адаптованих, як правило, до місцевих умов. Усі попередні дослідження базувалися на класичній схемі основі отриманих знань щодо поділу рідких середовищ у різних галузях народного господарства. Класифікація способів та засобів поділу гною на фракції представлена малюнку 1.2.

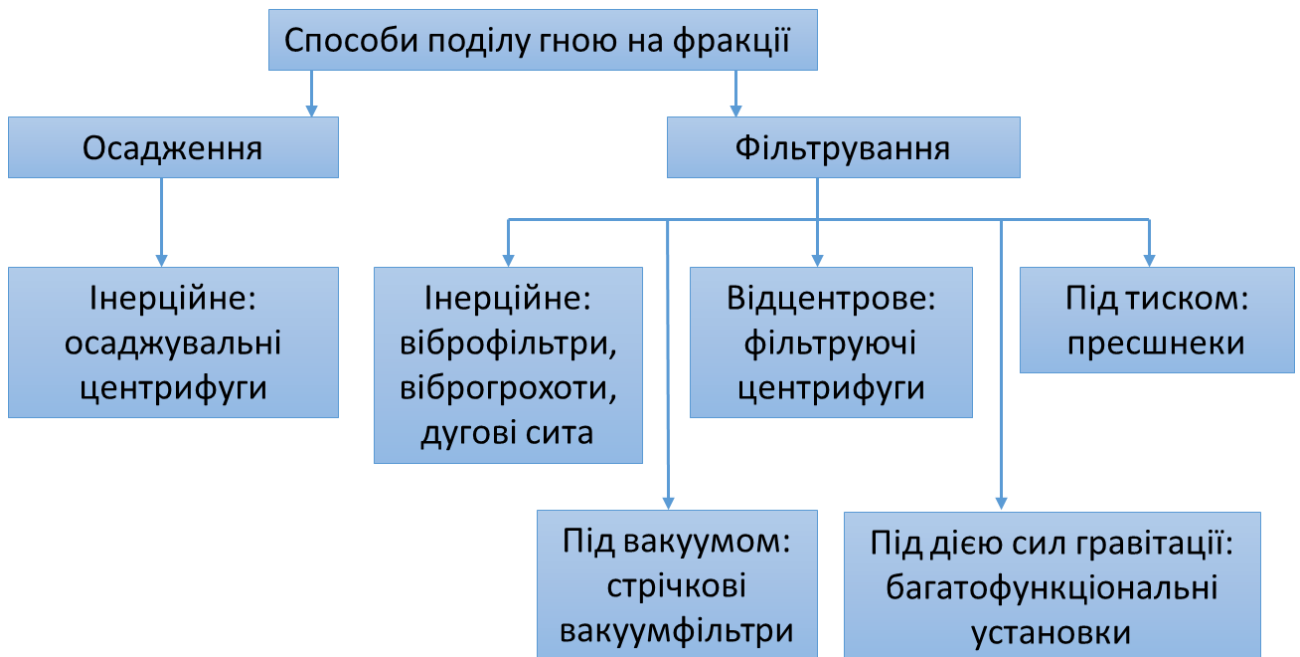


Рисунок 1.2 – Класифікація способів та засобів поділу рідкого гною на фракції

Під впливом інерційних сил відбувається осадження органічних відходів в осадових центрифугах. Поділ рідкого гною реалізується при впливі відцентрових сил у суцільному роторі та при різниці щільностей твердої та рідкої фракції. На цій фізичній основі було створено осаджувальну центрифугу ОГШ-502-К4. При вихідній вологості гною ($W_{\text{вих.}}$) дорівнює 89-97,5%, продуктивність її становить 20-25 м³/год. При цьому установки містять кілька суттєвих недоліків. Зокрема, високий вміст суспензій в об'ємі рідкої фракції, чутливість до варіювання фізико-механічних властивостей трансформованого продукту, висока енергоємність.

Фільтрування здійснюється при впливі інерційно-відцентрових і поверхневих сил тиску. Вплив інерційних сил реалізується у процесі поділу рідкого гною на вібраційних фільтрах та вібраційних гуркотах, базовою складовою яких виступає фільтрувальна перегородка, пов'язана з джерелом коливань. Вібраційні фільтри є основним елементом технології виробництва рідкого свинячого гною на великих свинокомплексах. Розробником є італійська фірма «Джі-і-Джі». Вібраційні фільтри не набули поширення з низки причин: висока енергоємність, складність обслуговування, низька продуктивність та якісні показники процесу поділу.

Віброгрохоти ГІЛ-32, ГІЛ-42, ГІЛ-52, запозичені з вугільної промисловості, характеризуються простотою конструкції та експлуатації, високою надійністю реалізації технологічного процесу та високою продуктивністю (до 120 м³/год). У зв'язку з низькою ефективністю процесу поділу та високою металоємністю, застосування вібраційних гуркотів дуже обмежене.

Для поділу рідкого гною використовують грохоти барабанного типу марки ГБН-100. Маючи переваги незначну металомісткість, простоту обслуговування, високу продуктивність, ГБН-100 виявили незадовільну якість поділу відходів.

Велике застосування на підприємствах свинарської підгалузі знайшли установки типу дугове сито, різновидом яких є СДФ-50. Перевагою СД-Ф-50 (СД-100) виступає простота її конструкції, легкість у техніко-технологічному обслуговуванні, малі показники металоємності, енергоємності, відносно висока продуктивність. При цьому вироблена тверда фракція формується в вигляді осаду, що вимагає додаткового зневоднення.

Раціональна конструкція дугового сита приведена на (рисунок 1.3). Установка забезпечена трубою, що підводить, пов'язана з приймальною камерою, на вході якої вмонтована похила фільтруюча перегородка з днищем і боковинами. Нижче перегородки знаходиться накопичувач рідкої фракції з отвором для її виведення. У нижній частині сформовано накопичувач твердої фракції з вмон-

тованими у вал віджимними валиками та скребковим скидувачем. Вихід приймального резервуара має вирівнювач потоку, виконаний як вал з лопатями, що має можливість обертатися навколо своєї осі. Лопаті валу закріплені радіально по гвинтовій лінії. При габаритних розмірах перегородки, що фільтрує, по ширині 1,0 м і довжині 1,8 м, продуктивність установки складає до 80 м³/год.

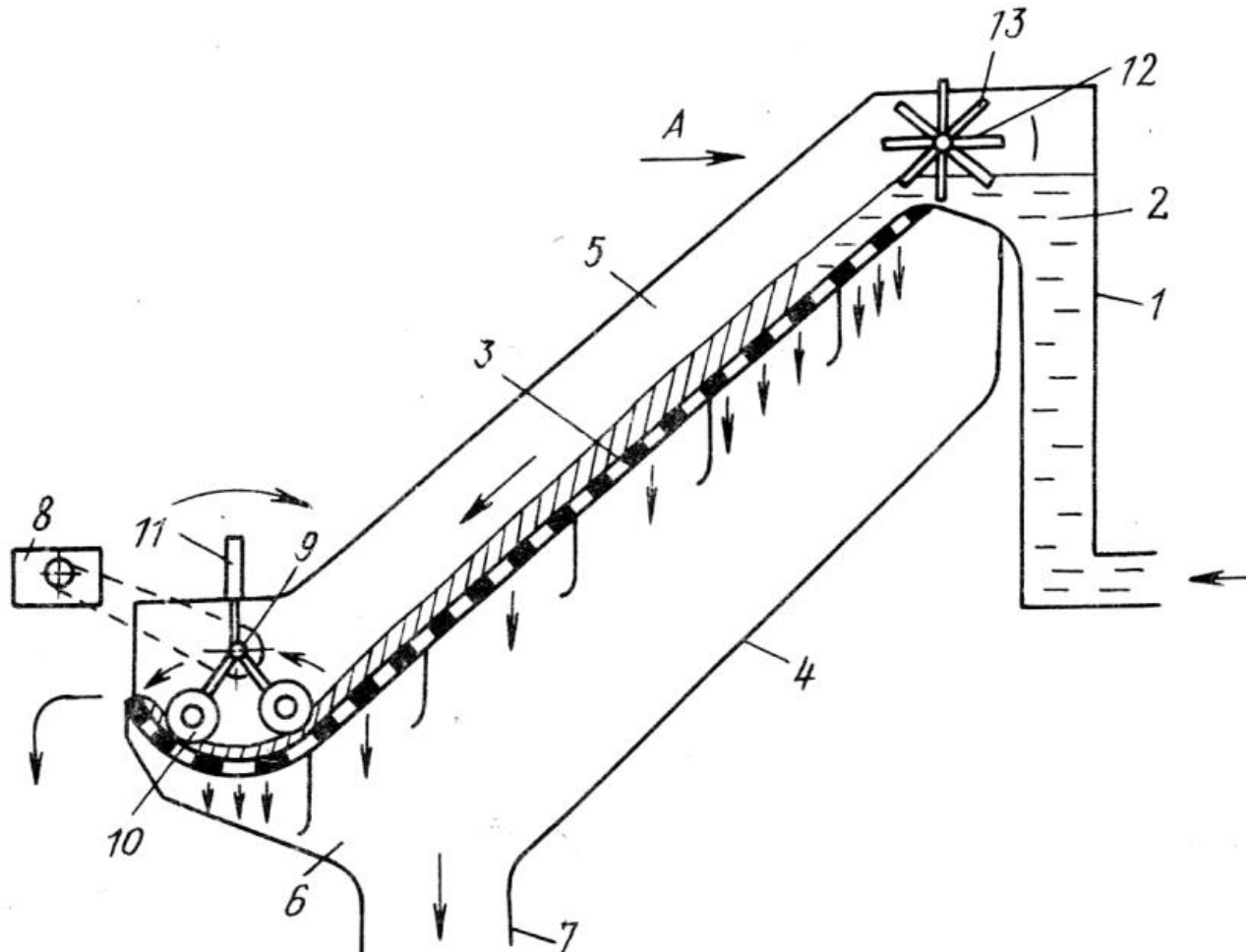


Рисунок 1.3 - Схема дугового сита: 1 - приймальна камера, 2 - рідкий гній, 3 - похила фільтрувальна перегородка, 4 - днище, 5 - боковина, 6 - ємність для рідкої фракції, 7 - отвір для виходу рідкої фракції, 8 привід дожимного пристрою, 9 - Дожимний пристрій, 10 - віджимні валики, 11 -скребок, 12 - вирівнювач потоку

Основною перевагою установки є простота конструкції, висока експлуа-

таційна надійність. Основний недолік - низька ефективність поділу, висока вологість твердої фракції, що зумовило наявність додаткової машини для її зневоднення.

Широке поширення для диференціації рідкого гною на видові фракції набули фільтруючі центрифуги з ножовим зніманням осаду, інерційним та шнековим вивантаженням осаду. Протягом кількох десятиліть при зневодненні рідкого гною використовують центрифуги УОН-700 (УОН-Ф-835) зі зніманням твердої фракції (осаду). Продуктивність установки досягає до 120 м³/год. Недоліками УОН-700 є: чутливість до зміни фізико-механічних властивостей рідкого гною, значно високий вміст завислих речовин з фільтратом, висока вологість твердої фракції.

В ІМТ спроектована конструкція центрифуги, яка від УОН-700 відмінна тим, що має конічно-циліндричний ротор з конусоподібною перегородкою, що затримує необхідний шар оброблюваного продукту в роторі, наявність дисків з вивантажувальними вікнами, що керують часом знаходження осаду в конічній поверхні ротора. Розглянута установка досягала продуктивності близько 30 м³/год, при цьому вологість вихідної сировини варіювалася в інтервалі 96- 98%. За результатами диференціації вихідного гною отримуємо тверду фракцію з вологістю в межах 67-70%, рідку фракцію з вологістю в районі 97,5-98,5%. Ефективність процесу поділу становить 28-46%.

Недоліком центрифуги є: значне винесення твердих частинок з фільтром (відносно низька вологість фільтрату), перетирання частинок твердої фракції транспортуючим шнеком, закупорка пір фільтрувальної перегородки, швидке зношування фільтрувальної перегородки.

Диференціація рідкого гною на фракції в даній технології здійснюється в спірально-гвинтовій центрифугі. Основним робочим органом центрифуги є спіральний гвинт, який приводиться в обертання за допомогою валу (труби). Недоліками цього пристрою є: відносно висока вологість осаду, що утворюється (твердої фракції), низька продуктивність.

Для зневоднення осадів гнойових стоків застосовують пресшнеки різних

марок, взяті з харчової промисловості ВПНД-5, ВПНД-10, а також їх удосконалені конструкції ВПО-20, ПНЖ-68А. Привід фільтр-пресів ВПО-20А та ПНЖ-68А гарантує обертання пресуючого та транспортуючого шнеків з різними кутовими швидкостями. Продуктивність фільтр-пресів типу ВПНД становить від 4 до 8 м³/год. Продуктивність ВПО-20А, ПНЖ-68 змінюється від 20 до 17,4 м³/год. Основні недоліки фільтруючих пресів у наступному. Висока металомісткість та енергоємність процесу поділу осадів. Прес-шнеки сприяють відходу вологу тільки від попередньо зневодненої гноївки, тобто необхідні додаткові технології та обладнання попереднього зневоднення вихідного продукту.

Для фільтрування рідкого гною під тиском також використовуються взяті із промисловості сита дугові марки СД-100. Основним недоліком конструкції є відносно низька продуктивність (до 39 м³/год.) та низька ефективність поділу. При цьому вологість твердої фракції є високою і досягає 87,1%.

Фільтрування при впливі сил гравітації здійснюється в багатофункціональних установках, різновидом яких є установка для місцевої переробки рідкого гною та обладнання для диференціації рідкого гною. Вченими ІМТ розроблено установку для локальної обробки рідкого гною. Установка включає гвинтовий конвеєр (шнековий транспортер) встановлений у перфорованому жолобі U-ної форми, по периметру витків якого встановлені еластичні щітки для регенерації фільтрувальної перегородки, піддон для збирання рідкої фракції. Основним недоліком установки є висока вологість твердої фракції ($W_{тф} = 84-79\%$), що вимагає додаткової операції для її зневоднення.

Особливістю установки є те, що в процесі руху скребків перфорованою поверхнею вільна волога надходить у піддон, а осад, що утворюється, в процесі транспортування неодноразово піддається підпресуванню спеціально встановленими двоплечими важелями, тим самим переводячи фізико-механічно пов'язану вологу у вільну. Багаторазова дія двоплечих важелів на масу осаду сприяє зниженню його вологості та одержанню твердої фракції вологістю менше 80%. Основним недоліком даної конструкції є низька продуктивність установки (до 14 м³/год) та низька ефективність процесу диференціації гною на фракції.

Для зневоднення осадів за допомогою вакууму в хімічній промисловості та комунальному господарстві застосовуються дискові, барабанні та стрічкові вакуум-фільтри (рис. 1.3).

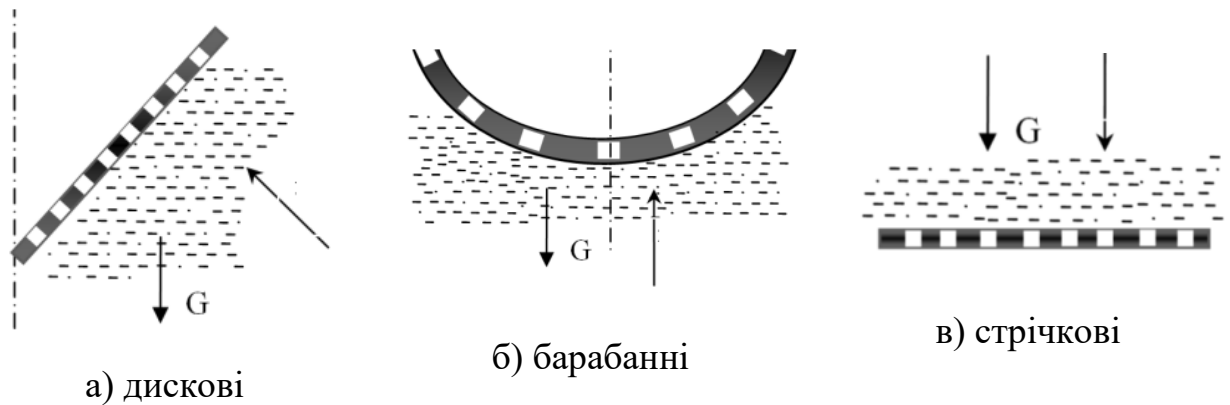


Рисунок 1.3 – Схема фільтрування суспензій на вакуум-фільтрах

Вивчення процесу зневоднення осадів та інших суспензій на дискових та барабанних вакуум-фільтрах показало, що основними їх недоліками є невідповідність напрямку сили тяжіння, що діє на тверду частинку в процесі фільтрування та напрямки потоку (рисунок 1.3 а та б), що пов'язано з конструктивним розташуванням фільтрувальних перегородок. У цьому випадку до поверхні, що фільтрує, прилипають насамперед тверді частинки з найменшим розміром, утворюючи підшар з найбільшим опором фільтрування, а потім більші частинки. Збільшення питомого опору шару осаду призводить до зниження швидкості фільтрування. Цей недолік виключено у вакуум-фільтрів з горизонтальною поверхнею фільтрування (рисунок 1.3, в).

Для диференціації рідкого свинячого гною та опадів гнойових стоків на фракції у ІМТ спроектовано та введено в експлуатацію стрічковий вакуум-фільтр, схема якого представлена рис. 1.4. Оптимізація процесу зневоднення осадів підприємств підгалузі свинарства стрічковим вакуум-фільтром передбачає його оснащення нагнітальною камерою, розробленою як короб із розташованими над стрічкою кришкою, боковинами та шарнірно монтованими по ходу

руху стрічки перегородками, що вирівнюють.

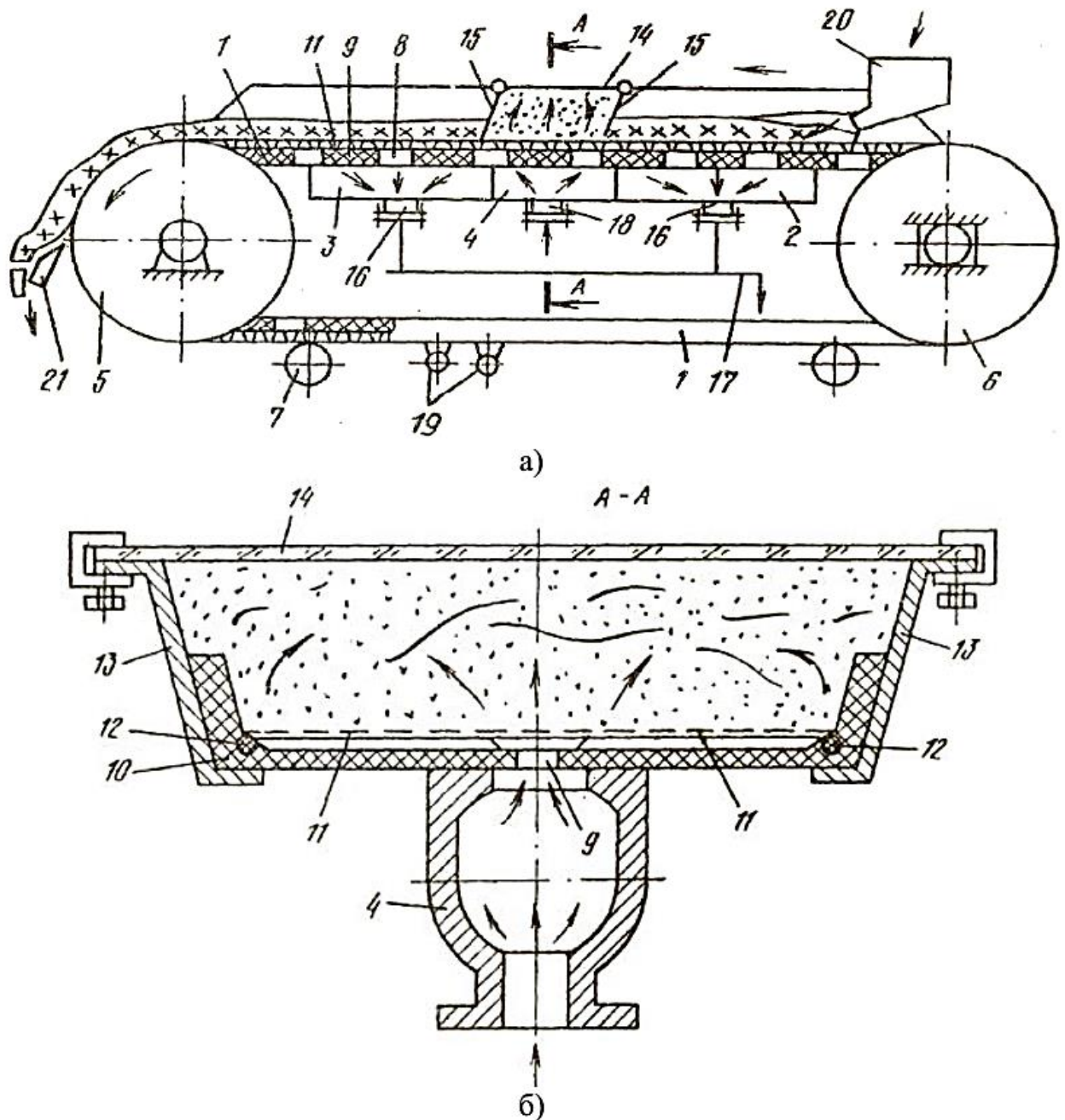


Рисунок 1.4 – Схема стрічкового вакуум-фільтра з камерою нагнітання: 1 – стрічка, 2, 3 – вакуум-камера, 4 – нагнітальна камера, 5,6 – приводний та ведений барабани, 7 – підтримуючі ролики, 8 – наскрізні поздовжні прорізи, 9 – поперечні пази, 10 – поздовжні канавки, 11 – фільтрувальна тканина, 12 – гумові шнурки, 13 – нерухомі боковини, 14 – кришка, 15 – вирівнюючі перегородки, 16 – патрубок для з'єднання з вакуум-колектором, 17 – колектор, 18 – патрубок для з'єднання з компресором, 19 – пристрій для промивання стрічки, 20 – завантажувальний лоток, 21 – ніж для знімання твердого осаду

Функціонал установки передбачає реалізацію наступних операцій. Осад за допомогою завантажувального лотка потрапляє рівномірним шаром на ширину стрічки, що транспортується, з фільтрувальною тканиною. Рідка фракція як вільна та частково фізико-механічно пов'язана волога проникає крізь фільтрувальну тканину. Транспортування стрічки під час роботи установки по диференціації гною на фракції дозволяє її поздовжні прорізи поєднувати з отворами вакуум-камери. За рахунок поєднання твердий осад проникає під вплив вакууму та відбувається процес додаткового зневоднення, тобто його досушування. При цьому вплив вакууму викликає деформацію та ущільнення частинок твердого осаду, що призводить до різкого підвищенню питомого опору шару осаду та зниженню швидкості фільтрування.

При подальшому переміщенні стрічки матеріал потрапляє в нагнітальну камеру, де під дією потоку повітря, спрямованого знизу вгору, руйнується структура ущільненого осаду, внаслідок чого капілярна волога переходить у вільну, яка видаляється при подальшому вплив вакууму за межами нагнітальної камери. Видалення залишків вільної вологи сприяє зниженню вологості твердої фракції.

З вищевикладеного випливає, що зусилля вчених переважно спрямовані на переробку великих об'ємів рідкого гною, що виробляється на великих тваринницьких комплексах. Однак для малих об'ємів переробки гною ці технічні засоби використовувати недоцільно через їх високу металоємність, енергоємність, значні витрати на будівництво очисних споруд. Для малих об'ємів переробки свинячого рідкого гною шляхом поділу його на фракції потрібні компактні установки невеликої енергоємності, органічно які вписуються в існуючі прифермські технології.

У ряді іноземних держав, спільно з гомогенізацією (при застосуванні подальшого анаеробного зброджування та ферментації), доцільною виділяють сепарацію рідкого гною. Нижче наведено загальні дані щодо поділу рідкого гною стаціонарними установками.

У Швеції значне застосування у практиці знайшов сепаратор Roto Sive

3024-51 фірми "Roto Sive". Сепаратор включає перфорований барабан, всередині якого розташований шнек для транспортування твердої фракції.

Якісні показники процесу диференціації гною на фракції продемонстрував сепаратор фірми "Reime AS" (Норвегія). Конструкторське рішення моделей сепараторів фірми просте. Шнек вмонтований у перфорований циліндр, вивантажувальний отвір має форму конуса. Як недолік слід виділити незначну продуктивність, яка змінюється в інтервалі до 2 м³/год при диференціації гною ВРХ та 4...6 м³/год при диференціації свинячого гною.

Двоступінчасте зневоднення та досушування свинячого гною реалізовані в конструкторській ідеї дугового сита із шнековим пресом SP – 304/12,2 фірми «Ausrustungsbetriebe Gullewirtschaft Sunger heusen» (Німеччина) та агрегату фірми "Merprozet Nierodzim" (Польща). Розглянуте технологічне обладнання включає дві самостійні частини, що трансформуються в один технологічний агрегат: дугове сито та шнековий прес.

Фірма «Pan» (Німеччина) реалізує принцип двоступеневого зневоднення та досушування у конструкції сепараторів свинячого гною. Характерною особливістю сепараторів цієї фірми є акумулювання двох ступенів очищення в єдиній технологічній конструкції.

Фірмою «Parrow Separator» (Велика Британія) виробляється сепаратор Parrow Dewater MK-2. Конструкторське рішення цієї моделі включає два послідовно скріплені криволінійні сита. Над ситами розміщуються ротори, забезпечені щітками та віджимними валиками. Основним недоліком зарубіжного обладнання є висока вартість, низька продуктивність та якість поділу.

1.3 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми

На сьогодні актуальним виступає напрямок розробки технічних засобів та обладнання для фракціонування гною на основі розробок мобільних установок для диференціації рідкого гною. Вирішенням цієї проблеми займаються вчені-аграрії різних країн та отримані деякі позитивні результати.

Фірма «Sudstall» (Німеччина) пропонує мобільну установку для сепарації гною, агреговану на шасі причепа. Мобільна установка обладнана барабанными сепараторами, насосом, гомогенізатором.

Ще одна розробка німецьких вчених – фірма «Energie Versorgung Schwaben AG» (Німеччина) розробила мобільний сепаратор рідкого гною. Основа сепаратора, його рама сформована як одновісний причіп. Установка оснащена перфорованим барабаном, в який вмонтовано віджимні вальці.

Однак зазначені пристрої, поряд зі складними конструкціями, не забезпечують необхідні якісні показники процесу поділу, насамперед, за вологістю твердої та рідкої фракції, ефективності поділу.

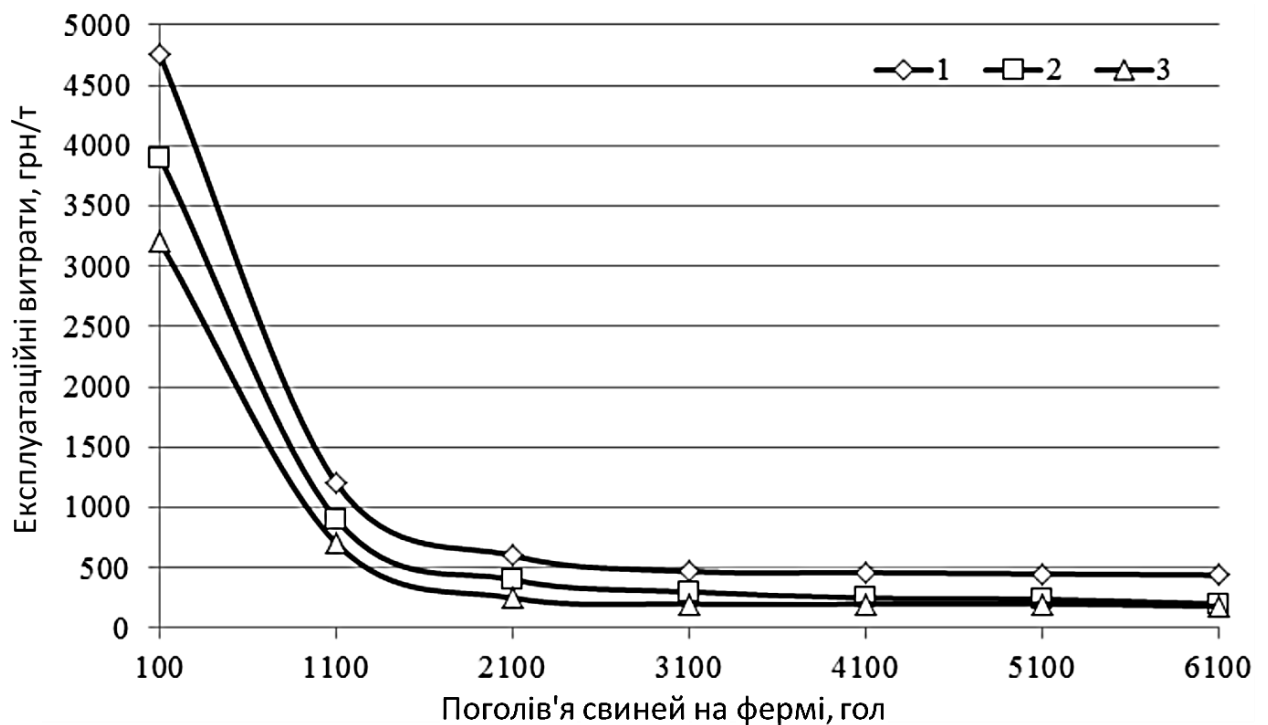


Рисунок 1.5 - Зміна експлуатаційних витрат на переробку рідкого гною за різними технологіями залежно від поголів'я свиноферми: 1 – технологія з використанням відстійників – накопичувачів; 2- технологія з використанням цеху для диференціації гною на фракції; 3– технологія з використанням мобільної установки

При прийнятті управлінського рішення використання технологій переробки рідкого гною важливу роль відіграють питання економічної ефективності технологій, що розглядаються. Насамперед сільськогосподарських товаровиробників цікавить величина витрат за впровадження та реалізацію технологій з переробки гною. На рис. 1.5 представлені результати розрахунку експлуатаційних витрат на переробку рідкого гною свинарських ферм за трьома технологіями та різним поголів'ям.

Застосування технології з використанням стаціонарного цеху для диференціації гною на фракції вимагає значних експлуатаційних витрат від 3 900 грн./т (при поголів'ї 100 свиней). При застосуванні технології з використанням мобільної установки для диференціації гною на фракції експлуатаційні витрати змінюються від 3200 грн/т (при поголів'ї 100 свиней) до 180 грн/т (при поголів'ї понад 6000 свиней) (крива 3). Для свинарських ферм із поголів'ям до 12 000 голів пропонується технологія переробки рідкого гною з використанням мобільної установки для диференціації гною на фракції (рисунок 1.6).

Технологічний процес реалізується у наступній послідовності. Біля кожного свинарника є приймальний резервуар, поділений на 2 частини: для прийому РГ та РФ після механічного поділу. Мобільна установка 10 під'їжджає до торця корпусу 1, з'єднуються гідрошланги насоса 11 в кузові агрегату і приймальному резервуарі 4. Насосом 11 рідкий гній подається на установку 12 для механічного поділу на фракції. Рідка фракція самопливом надходить в ємність 5, тверда фракція шнеком вивантажується в тракторний візок, що знаходиться поруч. З ємності 5 насосом 11 рідка фракція перекачується в одну з секцій лагуни 14, а тверда фракція виводиться та буртується на майданчику 13. Після завершення роботи установка по черзі під'їжджає до корпусів 2, 3 і цикли повторюються. При необхідності мобільна установка може переробити органічні відходи різних фермах.

Огляд та детальний аналіз технічних засобів для диференціації гною на фракції показав, що найбільш економічно прийнятною за металоємністю, енергоємністю та продуктивністю є щітковий шнек для локальної переробки гною.

З метою інтенсифікації процес зневоднення рідкого свинячого гною у верхній частині щіткового шнека передбачено пристрій, що складається з перфорованого мундштука, в якому розташована перфорована порожниста пластина (рисунок 1.7). Це дозволяє інтенсифікувати процес диференціації гною на фракції та використовувати щітковий шнек у складі мобільної установки.

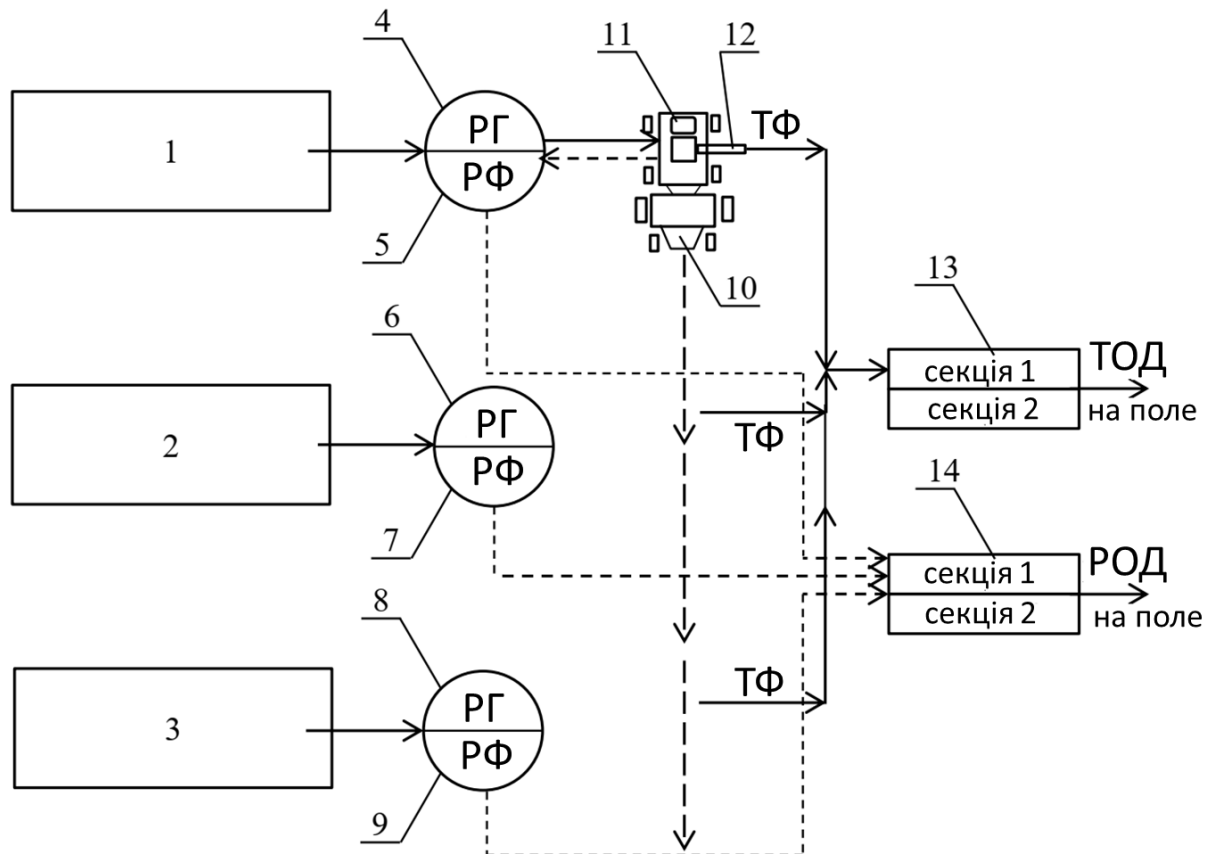


Рисунок 1.6 – Схема вдосконаленої технології переробки гною на свинарській фермі: 1-3 – технологічні приміщення (свинарники); 4, 6, 8 - приймальні резервуари для РГ; 5, 7, 9 – приймальні резервуари для РФ; 10 - мобільна установка; 11 – відцентровий насос; 12 – установка для диференціації гною на фракції; 13 - майданчик для накопичення ТФ; 14 - лагуна для накопичення РФ

Працює щітковий шнек в такий спосіб. Через завантажувальне пристрій подається рідкий гній у перфорований корпус та гвинтовим конвеєр транспортується в мундштук (зону дожиму). У процесі перемішування матеріалу вільна

волога через отвори в перфорованому корпус надходить у піддон для збору рідкої фракції. Осад вологістю 82-88% подається в перфорований мундштук, де відбувається його взаємодія з притискною пластиною.

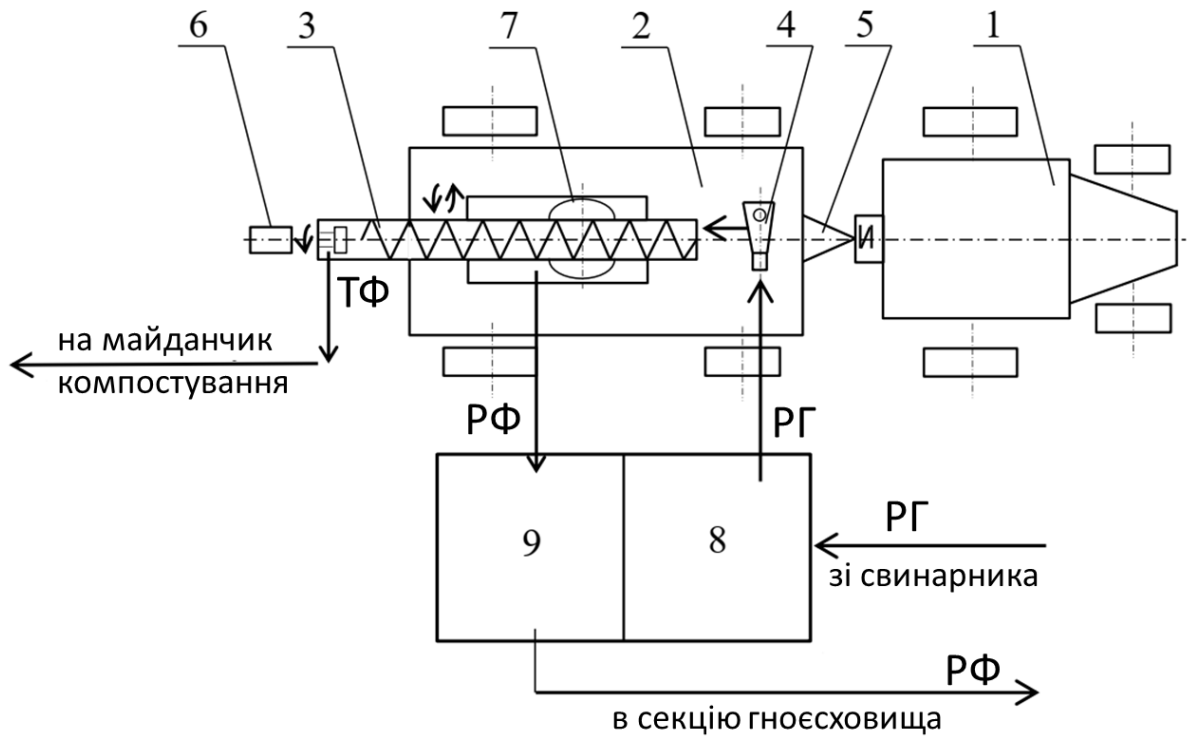


Рисунок 1.7 – Схема техніко-технологічного процесу переробки рідкого гною мобільною установкою: 1 – трактор, 2 – тракторний причіп, 3 – щітковий шнек, 4 – фекальний насос, 5 – карданний вал, 6 – гідромотор для приводу валу шнека, 7 – рама, 8 – резервуар-накопичувач рідкого гною, 9 – резервуар-накопичувач рідкої фракції з насосом

Забезпечуючи процес регулярного та безперервного надходження осаду за допомогою гвинтового контейнера, реалізується нагнітання тиску, що сприяє порушенню фізико-механічних зв'язків у масі гною та забезпечує додаткове виділення вільної води. Виділена вода за допомогою перфорації в мундштуку виводиться в піддон установки. У ситуації значення величини тиску між витками шнека підпружиненої порожнистою пластиною більшим, ніж тиск пружини, порожня пластина пересувається і цим відкриває вивантажне вікно, через

яке виводиться виділена із вихідної сировини тверда фракція. При досягненні тиску пружини більшої величини, ніж тиск маси гною, що надходить, порожня пластина пересувається в початкове положення та технологічний цикл відновлюється.

Ефективна робота щіткового шнека забезпечується суміщенням у розглянутому технологічному процесі двох операцій: фільтрування (зона фільтрування) і дотиску осаду, що утворюється (зона дожатиску).

Установка змонтована на шасі двовісного причепа і включає себе щітковий шнек, встановлений на рамі з можливістю повороту у горизонтальній та вертикальній площинах, фекальний насос для подачі рідкого гною з приймального резервуара на фермі, систему сполучних трубопроводів та гідрантів для з'єднання із системами трубопроводів гною на фермі. Схема технологічного процесу переробки рідкого свинячого гною на фракції мобільною установкою показано рис 1.7. Привід валу установки для поділу гною здійснюється гідромотором, фекального насоса – від ВВП трактора.

Працює система в такий спосіб. Мобільна установка з технологічним обладнанням під'їжджає до резервуара-накопичувача рідкого гною. За допомогою гідрантів шланг підключається до фекального насоса 4. Після включення ВВП трактора 5 за допомогою фекального насоса рідкий гній надходить на щітковий шнек 3 для диференціювання його на тверду та рідку фракцію. Рідка фракція, що утворюється, самопливом подається в резервуар-накопичувач 9, тверда фракція - в розташований поруч транспортний візок. Для оперативної роботи обладнання передбачено пристрій на рамі 7, що дозволяє здійснювати поворот щіткового шнека в горизонтальній площині на 180° , у вертикальній - до 45° . Рідка фракція з резервуара-накопичувача перекачується в одну секцій прифермського накопичувача рідкої фракції, а тверда фракція доставляється тракторним причепом в одну із секцій для її накопичення, де формується у бурти заданих розмірів для протікання процесів біотермічного знезараження.

1.4 Аналіз теоретичних досліджень процесу поділу рідкого гною на фракції

Аналіз теоретичних досліджень показав, що існуючі розробки вирішують широке коло питань, однак у цій роботі вони можуть бути використані частково, так як фізико-механічні властивості рідкого свинячого гною істотно відрізняються від фізико-механічних середовищ інших галузей народного господарства (хімічного, комунального господарства) та ін, і як правило носять локальні характери при описі та вивченні конкретних процесів.

Характер зміни фізико-механічних властивостей матеріалів у процесі впливу на них визначається кількістю вологи, що містяться в них, формами її зв'язку з твердими частинками, режимами впливу на продукт (сушіння, механічна дія та ін.). За визначенням академіка П.А. Ребіндера загальноприйнятою є енергетична класифікація форм зв'язку вологи із матеріалом.

За цією класифікації всі форми зв'язку поділяються на три групи.

До першої групи відноситься хімічний зв'язок вологи з матеріалом; друга – фізико-хімічна зв'язок вологи; третя – фізико-механічний зв'язок. Також існує вільна волога, не пов'язана з твердими частинками досліджуваного матеріалу.

Хімічно пов'язана волога входить до складу молекул матеріалу, точніше до складу їх кристалічних решіток. Для її видалення потрібна значна кількість енергії шляхом руйнування кристалічних решіток. Фізико-хімічно пов'язана волога видалається при нагріванні матеріалу до 100°C . Фізико-механічно пов'язана волога знаходиться в капілярах матеріалу та утримується в матеріалі за рахунок неміцних сил поверхневого натягу та капілярного тиску.

Перерозподілити вологу різних видів суспензіях можна зміною структури її твердої складової. Найбільш доступним прийомом зміни структури частинок у суспензіях є використання катіоноактивних коагулянтів (наприклад, хлорне залізо FeCl_3). При введенні у суспензію коагулянтів відбувається укрупнення частинок, що сприяє перерозподілу фізико-механічної та частково фізико-хімічно пов'язаної вологи у вільну, завдяки чому підвищується ступінь зневоднення

суспензії та знижується енергоємність процесу. Зважаючи на те, що властивості гною істотно відрізняються від властивостей інших суспензій, проведено дослідження щодо визначення кількісних співвідношень видів вологи в рідкому свинячий гній і вплив коагулянтів на їх перерозподіл. Аналіз отриманих даних щодо визначення кількісних видів вологи в рідкому гною (рисунок 1.8) показує, що залежність інтенсивності сушіння від вологості має чотири характерні ділянки та дві критичні точки.

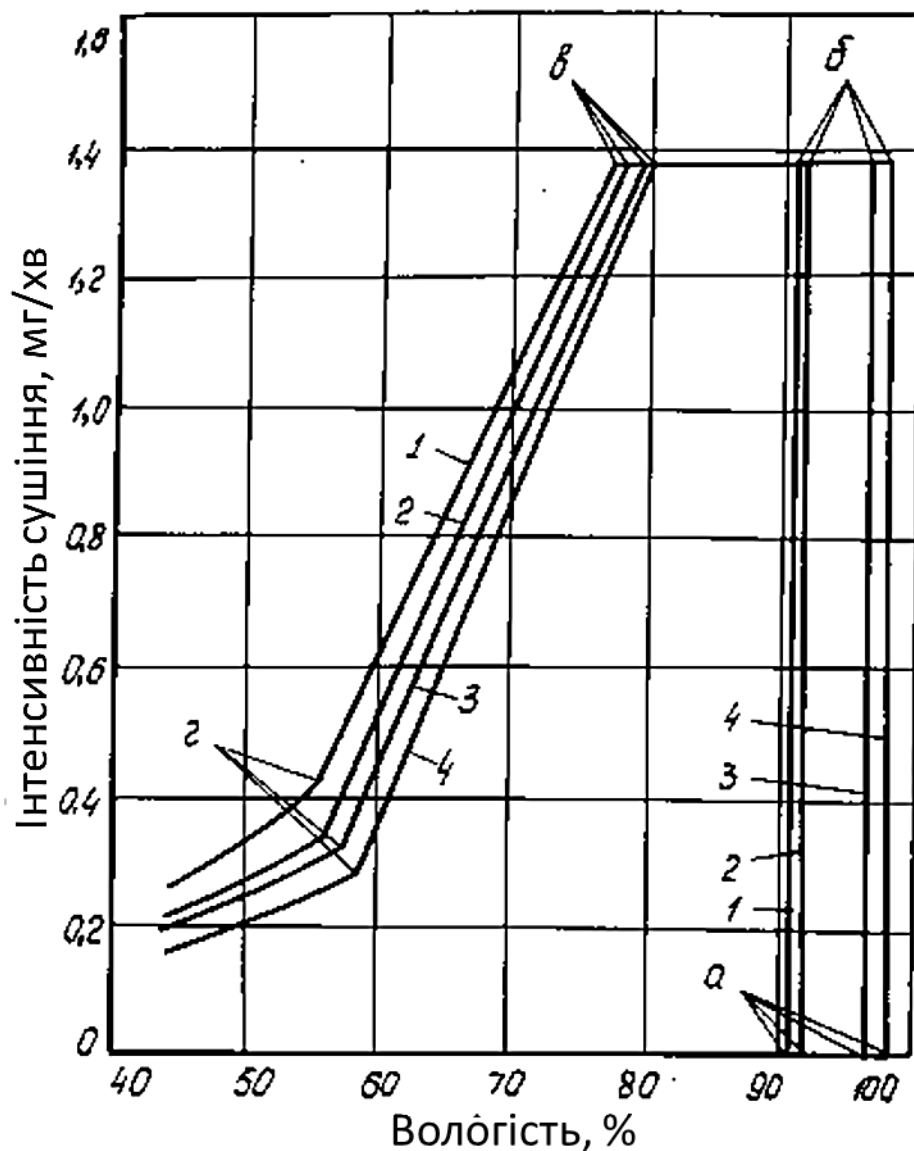


Рисунок 1.8 – Залежність інтенсивності сушіння опадів від вологості: 1 - $W_{icx} = 90,48\%$; 2 - $W_{icx} = 91,84\%$; 3 - $W_{icx} = 96,65\%$; 4 - $W_{icx} = 98,46\%$; «в» - перша критична точка вологості; «г» - 2-а критична точки вологості

На ділянці "аб" відбувається прогрівання маси, інтенсивність сушіння різко зростає, при цьому виділяється невелика кількість вільної вологи. На ділянці «бв», що характеризується постійною інтенсивністю сушіння, видалається вільна волога. Довжина ділянки "бв" визначається вологістю осадів, яка залежить в основному від вмісту вільної вологи. На ділянці «вг» відбувається руйнування сил зв'язку рідини з твердими частинками при видаленні фізико-хімічно пов'язаної вологи.

Критичними точками отриманих залежностей є "в" і "г". Точка «в» характеризує вологість осадів після видалення вільної вологи, а точка «г» - після видалення вільної та фізико-механічно пов'язаної вологи. Результати експериментів показують, що вихідна вологість опадів гнойових стоків практично не впливає на координати критичних точок по осі абсцис (вісь вологості), так як вологість, що є величиною відносною, буде при повному видаленні того чи іншого виду вологи постійної незалежно від кількості твердих частинок в осаді.

Коливання координат критичних точок по осі абсцис пояснюються деякою відмінністю фізико-механічних властивостей твердої та рідкої фракцій осадів у досліджуваних наважках. В середньому за результатами експериментів вологість гною після видалення вільної вологи знаходиться в межах 76,0-81,5%. Видалення, крім вільної, ще й фізико-механічно пов'язаної вологи, знижує вологість продукту до 55,4-58,0%.

Наявність увігнутості на ділянках після критичної точки вологості "г" вказує на те, що внутрішня дифузійна волога є контролюючим фактором сушіння в точці межі структури твердих включень гною. Наведені дані дозволяють зробити висновок про те, що в процесі механічного зневоднення рідкого гною без особливих витрат енергії можна одержати тверду фракцію вологістю 76,0-81,5%. Однак ці параметри не відповідають вимогам, що пред'являються до вологості твердої фракції.

Визначено продуктивність, режимні та конструктивні параметри роботи стрічкового вакуум-фільтра, дугових теоретично описали процес роботи стрічкового фільтр-пресу

1.5 Висновки

Аналіз теоретичних досліджень процесу поділу суспензій у промисловості та, зокрема, процесу поділу рідкого свинячого гною на фракції показав, що багатьма авторами знайдені залежності для визначення конструктивних та режимних параметрів машин, що реалізують процес. Проте знайдені залежності описують лише конкретний процес на конкретній установці, і в більшості випадків їх застосування утруднено при визначенні конструктивних і режимних параметрів пропонованої мобільної установки для поділу свинячого рідкого гною на фракції. Тому необхідно розробити математичну модель процесу поділу гною мобільною установкою з додатковим пристроєм, визначити режимні, конструктивні та технологічні параметри її роботи.

2 Теоретичні дослідження процесу сепарації рідкого гною

2.1 Основні засади застосування мобільних установок для поділу рідкого гною

Основним принципом застосування мобільних установок для поділу рідкого гною свинарських ферм є визначення місця їх у застосовуваних технологіях, заснованих на реалізації підсистеми «органічне добриво-поле-додатковий урожай». Стосовно теми дослідження структурна схема реалізації підсистеми представлена рис. 2.1.

Структурна схема є складною системою, ефективність функціонування якої залежить від багатьох факторів. Підсистема виробництва органічних добрив включає два основних блоку: тваринницькі приміщення та виробництво з рідкого гною твердих та рідких органічних добрив. Основними вхідними параметрами першого блоку є поголів'я свиней, технології їх утримання, кількість корпусів. Основною продукцією ферми є м'ясо і рідкий гній. Важливими параметрами, що характеризують масштаби виробництва органічних добрив у підсистемі, що розглядається, є, з одного боку, кількість гною, що переробляється мобільною установкою (МУ ПЖН), його вид та вологість, вміст поживних речовин у твердій (Nі, Рі, Кі ТФ) та рідкій (Nі, Рі, Кі ПФ) фракціях, ритм надходження, з іншого - попит на ті або інші види добрив із підсистеми використання органічних добрив (рослинництво).

Підсистема використання добрив включає цех рослинництва (структура площ, сівозміни, стан ґрунтової родючості), що виробляє сільськогосподарську продукцію. У цьому випадку враховується збільшення врожаю в порівнянні з існуючими сьогодні технологіями виробництва продукції рослинництва.

При оцінці підсистеми враховуються запобіжні збитки від забруднення навколишнього середовища, втрати поживних речовин у процесі виробництва органічних добрив, ґрунтова родючість, вид сільськогосподарських культур, що вирощуються, пробна кількість азоту, фосфору, калію.

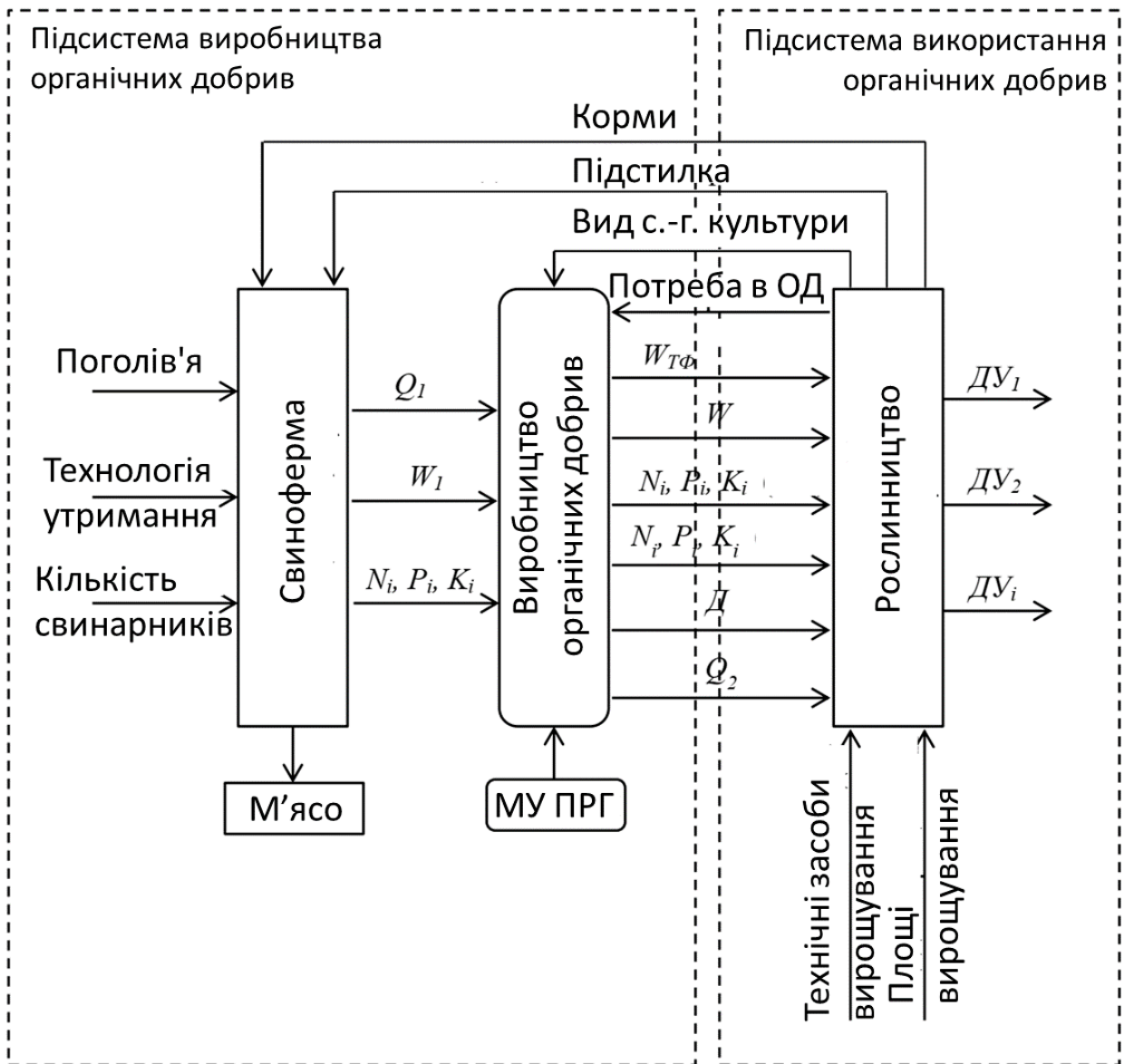


Рисунок 2.1 – Структурна схема підсистеми «Гній-органічні добрива-поле-додатковий урожай»

У структурній схемі у блоці виробництва органічних добрив базовою машиною є мобільний засіб переробки рідкого гною (МУ ПНЖ). На основі описаної конструктивно-технологічної схеми мобільної установки для поділу рідкого гною на фракції, розроблено її функціональну схему (рисунок 2.2).

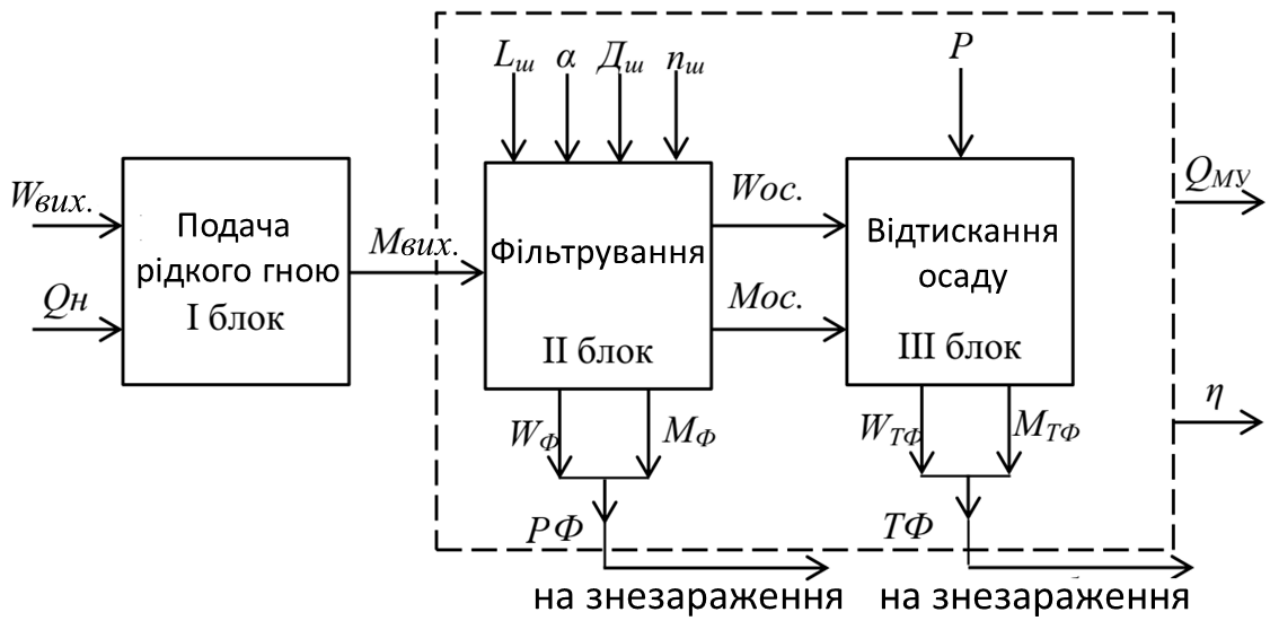


Рисунок 2.2 – Функціональна схема установки для поділу рідкого гною

Функціональна схема включає три блоки. Блок I – подача рідкого гною в установку. Включає фекальний насос із приводом від ВВП трактора, систему гнучких шлангів. Вхідними параметрами є вологість вихідного гною ($W_{вих.}$, %), що подається з накопичувального резервуара насосом, продуктивністю (Q_n , $m^3/год$), яка узгоджена з продуктивністю щіткового шнека для поділу його на фракції. Вхідним параметром II блоку є маса вихідного, що подається гною ($M_{вих.}$) із заданою вологістю $W_{вих.}$. У процесі фільтрування утворюється два вихідних параметра: осад, що характеризується його вологістю ($W_{ос.}$, %) та його кількість ($M_{ос.}$, $m^3/год.$); рідка фракція, що характеризується її вологістю ($W_{ф.}$, %) та її кількістю ($M_{ф.}$, $m^3/год.$).

У блоці II основними визначальними, режимні та конструктивні параметри роботи установки є довжина шнека ($L_{ш}$, м), кут його нахилу до горизонту (α , град.), діаметр шнека ($D_{ш}$, м), число оборотів шнека ($n_{ш}$, s^{-1}). Важливу роль також у блоці II грають крок витків шнека (t , м) та розміри осередків фільтрувальної перегородки.

У блоці III відбувається дозневоднення осаду, тому вхідними параметрами є вологість осаду, що подається ($W_{ос.}$, %) і його кількість ($M_{ос.}$, $m^3/год.$).

Для забезпечення необхідної вологості твердої фракції ($W_{тф}$, %) не менше 75%, важливим параметром є величина тиску пружин на порожню пластину (притискний диск) (P , кг/см²).

Тверда і рідка фракції, що утворюються, подаються на прифермське гноєсховище для подальшого біотермічного знезараження. Отже, продуктивність мобільної установки ($Q_{му}$, м³/год) та якісні показники процесу поділу (η , %) на основі одержуваних $W_{тф}$ і $W_{рф}$, залежать як від режимних та конструктивних параметрів установки для поділу гною на фракції, так само від кількості приймальних резервуарів на фермі та відстані між ними.

Для розробки та створення мобільної установки для поділу гною на фракції необхідно теоретично та експериментально обґрунтувати зазначені вище параметри.

2.2 Теоретичні дослідження установки для поділу рідкого гною свинарських ферм

Технологічний процес відбувається в такий спосіб. Рідкий гній, потрапляючи в зону впливу шнека, піддається зневодненню процесі чого вільна волога через перфорацію надходить у збірник фільтрату (зона фільтрування), а осад підвищеної вологості, що утворюється, переміщається витками шнека, в результаті чого частина вільної вологи проходить через перфорацію (зона зневоднення). Для отримання твердої фракції заданої вологості (72%) осад надходить в зону дожиму і далі на переробку. Схема роботи щіткового шнека представлена малюнку 2.3.

Відповідно до схеми технологічний процес поділу рідкого гною на фракції проходить три етапи: фільтрування (зона фільтрування) на ділянці довжиною $l_{ф}$, зневоднення осаду (зона зневоднення) на ділянці довжиною $l_{об}$ та дожим осаду (зона дотискання) на ділянці довжиною $l_{д}$.

Об'ємна продуктивність щіткового шнека визначається з виразу:

$$Q_{цш} = Q_{\phi} + Q_{т\phi}, \quad (2.1)$$

де Q_{ϕ} і $Q_{т\phi}$ - об'ємна продуктивність установки, відповідно, фільтрату та твердої фракції, м³/с.

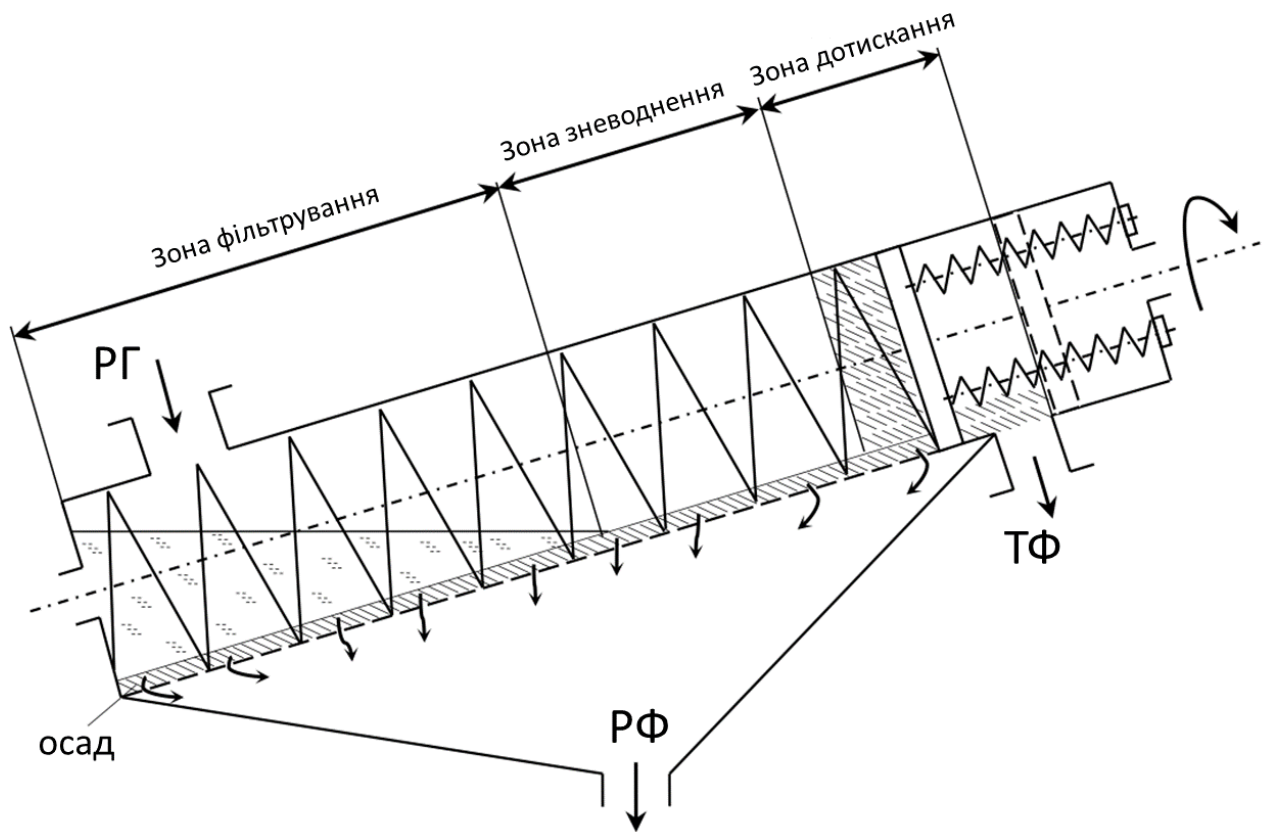


Рисунок 2.3 – Схема роботи шнека

Об'ємна продуктивність установки за фільтратом визначається за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{\tau_{\phi}}, \quad (2.2)$$

де V_{ϕ} - об'єм фільтрату, отриманий за час фільтрування, м³;

τ_{ϕ} - час фільтрування, с.

Об'єм фільтрату визначається з основного рівняння фільтрування:

$$\frac{dV_{\phi}}{F_{\phi} \cdot d\tau_{\phi}} = \frac{\Delta P_{\phi}}{\mu_{\phi} \left(\frac{r_{oc} m_{oc} V_{\phi}}{F_{\phi}} + r_{\phi\Pi} \right)}, \quad (2.3)$$

де F_{ϕ} – площа ділянки перфорації, де проводиться фільтрування, м²;
 $F_{\phi} = \pi R l_{\phi}$.

R – радіус витка шнека, м;

l_{ϕ} – довжина ділянки фільтрування, м;

ΔP_{ϕ} – тиск фільтрування, Па;

r_{oc} – питомий опір осаду, 1/м;

$r_{\phi\Pi}$ – питомий опір фільтрувальної перегородки, 1/м;

m_{oc} – маса абсолютно сухої речовини осаду, що відкладається одиницею об'єму фільтрату, т.

$$m_{oc} = \frac{c_H \cdot \rho_{ж\phi} \cdot (100 - W_{oc})}{100 \cdot [100 - (W_{oc} - c_H)]}, \quad (2.4)$$

де c_H – масова концентрація абсолютно сухої речовини у вихідному продукті, т.;

$\rho_{р\phi}$ – щільність рідкої фракції, отриманої в процесі фільтрування, т/м³;

W_{oc} – відносна вологість осаду, одержуваного у процесі фільтрування, %.

Експериментально встановлено, що швидкість фільтрування у щітковому шнеку постійна. Тоді, перетворивши вираз (2.3), отримаємо:

$$V_{\phi} = F_{\phi} \left[\sqrt{\frac{\Delta P_{\phi} \tau_{\phi}}{\mu_{\phi} m_{oc} r_{oc}} + \left(\frac{r_{\phi\Pi}}{2 m_{oc} r_{oc}} \right)^2} - \frac{r_{\phi\Pi}}{2 m_{oc} r_{oc}} \right] \quad (2.5)$$

Тиск фільтрування, що входить у вираз (2.5), викликається дією сил тяжіння, які змінюються при русі потоку в процесі обертання витків шнека через зменшення його маси у процесі фільтрування. Проінтегрувавши рівняння (2.3)

у межах від 0 до V_ϕ та від 0 до τ_ϕ , отримаємо вираз визначення обсягу фільтрату, використовуючи яке знаходимо об'ємну продуктивність шнека за фільтратом:

$$Q_\phi = \frac{F_\phi}{\tau_\phi} \left[\sqrt{\frac{2\Delta P_\phi \tau_\phi}{\mu_\phi m_{oc} r_{oc}} + \left(\frac{r_{\phi\Pi}}{m_{oc} \cdot r_{oc}}\right)^2} - \frac{r_{\phi\Pi}}{r_{oc}} \right]. \quad (2.6)$$

Об'ємна продуктивність осаду визначається з виразу:

$$Q_{oc} = \frac{m_{oc} F_\phi}{c_{oc} \rho_{oc} \tau_\phi} \left[\sqrt{\frac{2\Delta P_\phi \tau_\phi}{\mu_{oc} m_{oc} r_{oc}} + \left(\frac{r_{\phi\Pi}}{m_{oc} \cdot r_{oc}}\right)^2} - \frac{r_{\phi\Pi}}{r_{oc}} \right] \quad (2.7)$$

Величина тиску фільтрування у виразах (2.6) та (2.7) визначається за формулою:

$$\Delta P_\phi = \Delta P_G + \Delta P_I = \frac{m_\phi}{F_\phi} g \cos \varphi_{\text{ш}} + \frac{m_\phi v_K^2}{F_\phi R}, \quad (2.8)$$

де ΔP_G – тиск, який викликається діями сил тяжіння, Па;

ΔP_I – тиск, що викликається відцентровими силами інерції, Па;

$\varphi_{\text{ш}}$ – кут тертя осаду об фільтрувальну перегородку, град.;

v_K – швидкість руху периферійних частинок осаду щодо фільтрувальної перегородки, м/с.

$$v_K = \frac{S\omega}{2\pi \sin \beta} \cdot \frac{\text{tg} \beta}{\text{tg} \alpha + \text{tg} \beta}, \quad (2.9)$$

де S – крок гвинта, м;

ω – кутова швидкість обертання гвинта, с^{-1} ;

α – кут підйому гвинтової лінії по зовнішній кромці гвинта, град.;

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi D},$$

де D – діаметр гвинта, м;

β – кут підйому гвинтової лінії, якою рухаються периферійні частинки зневодненого осаду, град.

Визначається з виразу:

$$\lambda c_2 \sin \beta - c_1 \cos \beta = \frac{2c_1 l_{o\delta}}{\lambda(1+\psi) f_k \sqrt{D^2 - 4l_{o\delta}^2(1-\psi)}}, \quad (2.10)$$

де λ - співвідношення діаметра гвинтової лінії, за якою прикладена рівнодіюча реактивна сила стрічки гвинта (D_0 , м) до діаметра гвинта (D , м), визначається:

$$\lambda = \frac{D_0}{D}$$

де α_0 – кут підйому гвинтової лінії центрів тиску осаду на гвинтову поверхню, град.

D_0 – діаметр гвинтової лінії, по якій прикладена рівнодіюча реактивних сил стрічки гвинти.

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi D_0};$$

l_0 – величина усунення центру тяжкості осаду під впливом гвинтової поверхні, м.

$$l_0 = R_y \sin \varphi_u$$

R_y – умовний радіус, м. Приймається рівним $R_y \approx D/5$ при $\psi=0,5$; $R_y \approx D/2$ при $\psi \leq 0,1$.

ψ – коефіцієнт наповнення гвинтового конвеєра, що становить 0,1...0,5

m_o – маса зневодненого осаду, тобто

$$m_o = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \rho_{oc} l_{об} \psi \quad (2.11)$$

де d - Діаметр валу гвинта, м.

Вирішуючи спільно рівняння (2.8), (2.9) і (2.11) отримаємо вираз для визначення тиску фільтрування

$$\Delta P_{oc} = \frac{\rho_{oc} \psi}{2D} (D^2 - d^2) \left[g \cos \varphi_{ш} + \frac{S^2 \omega^2}{\pi^2 R_y} \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} \right)^2 \right] \quad (2.12)$$

Виходячи з того, що час до зневоднення осаду:

$$\tau_{\phi oc} = \frac{l_{об}}{v_z}$$

де v_z – осьова швидкість руху осаду у гвинтовому контейнері, м/с.

$$v_z = \frac{Sn}{60} \cdot \frac{\operatorname{ctg}(\alpha_0 + \varphi_{ш})}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg}(\alpha_0 + \varphi_{ш})}, \quad (2.13)$$

де n - кутова частота обертання шнека, s^{-1} .

Залежності зміни часу фільтрування осаду від кількості обертів шнека, часу фільтрування та маси осаду, що утворюється, по довжині зони зневоднення, а також тиску фільтрування осаду від частоти обертання шнека, представлені на рис. 2.4 – 2.6.

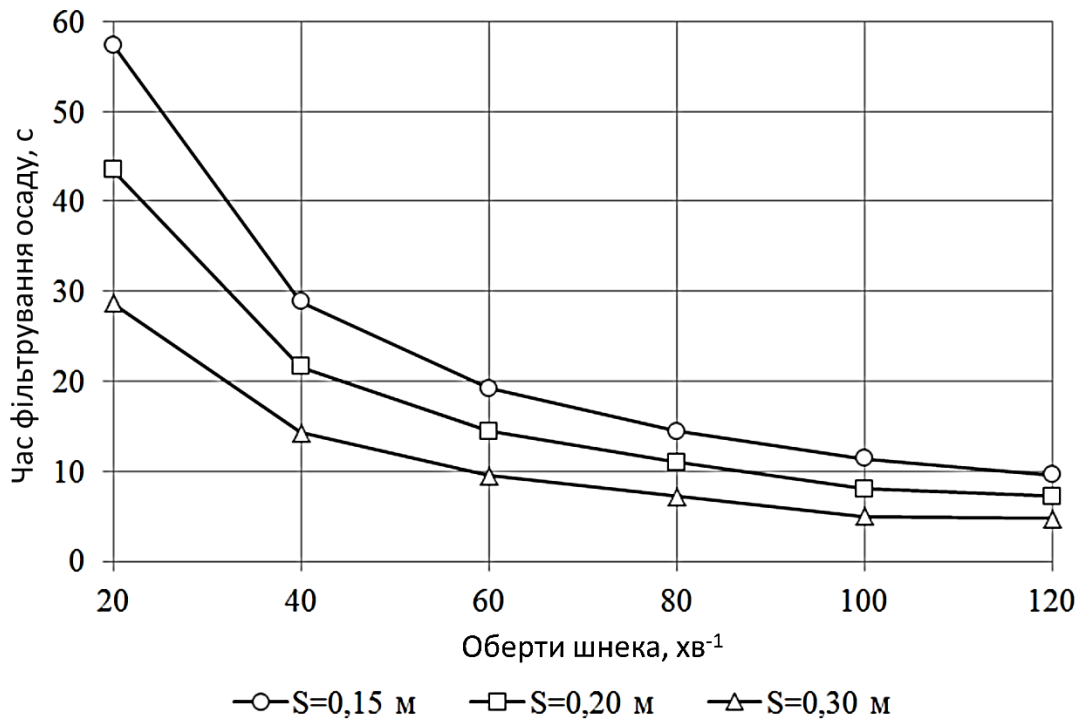


Рисунок 2.4 – Залежність часу фільтрування осаду від числа обертів шнека при довжині зони зневоднення 3 м

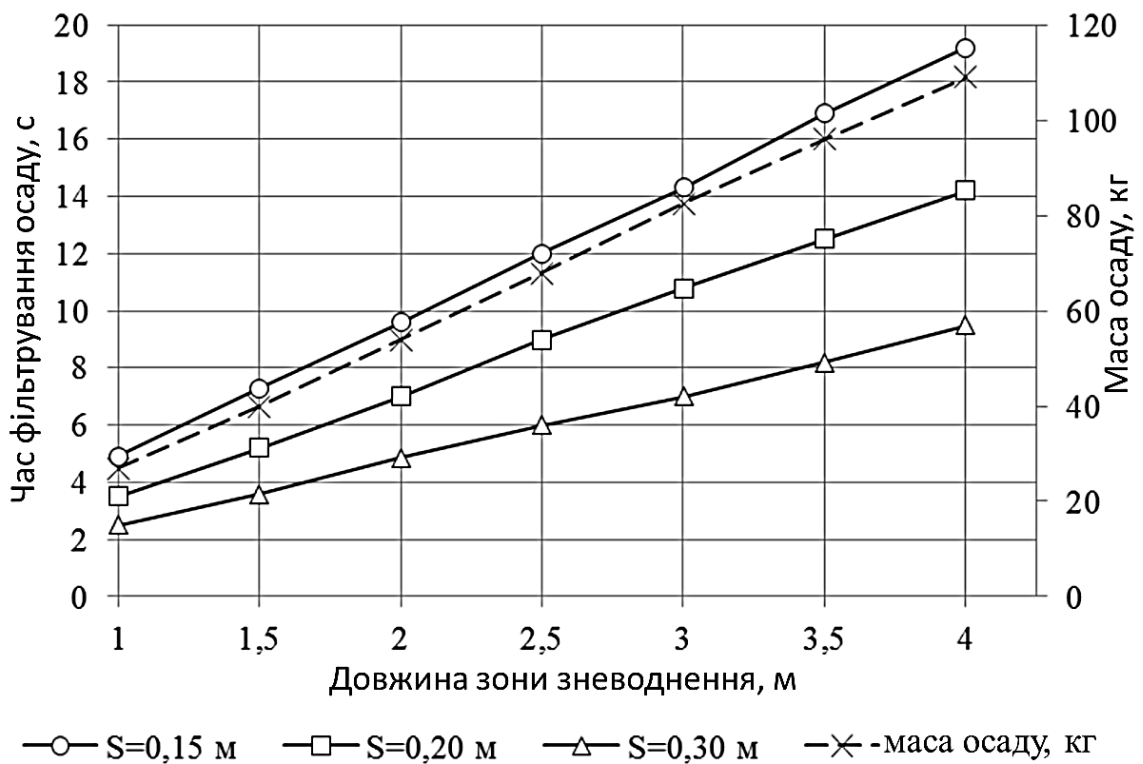


Рисунок 2.5 – Залежність часу фільтрування та маси утвореного осаду від довжини зони зневоднення

З рис. 2.4 видно, що зі збільшенням числа обертів шнека час фільтрування осаду асимптотично знижується. Після 80 об/хв інтенсивність зниження часу фільтрування осаду зменшується.

З рис. 2.5 видно, що із збільшенням довжини зони зневоднення осаду час його фільтрування та маса збільшуються за лінійним законом.

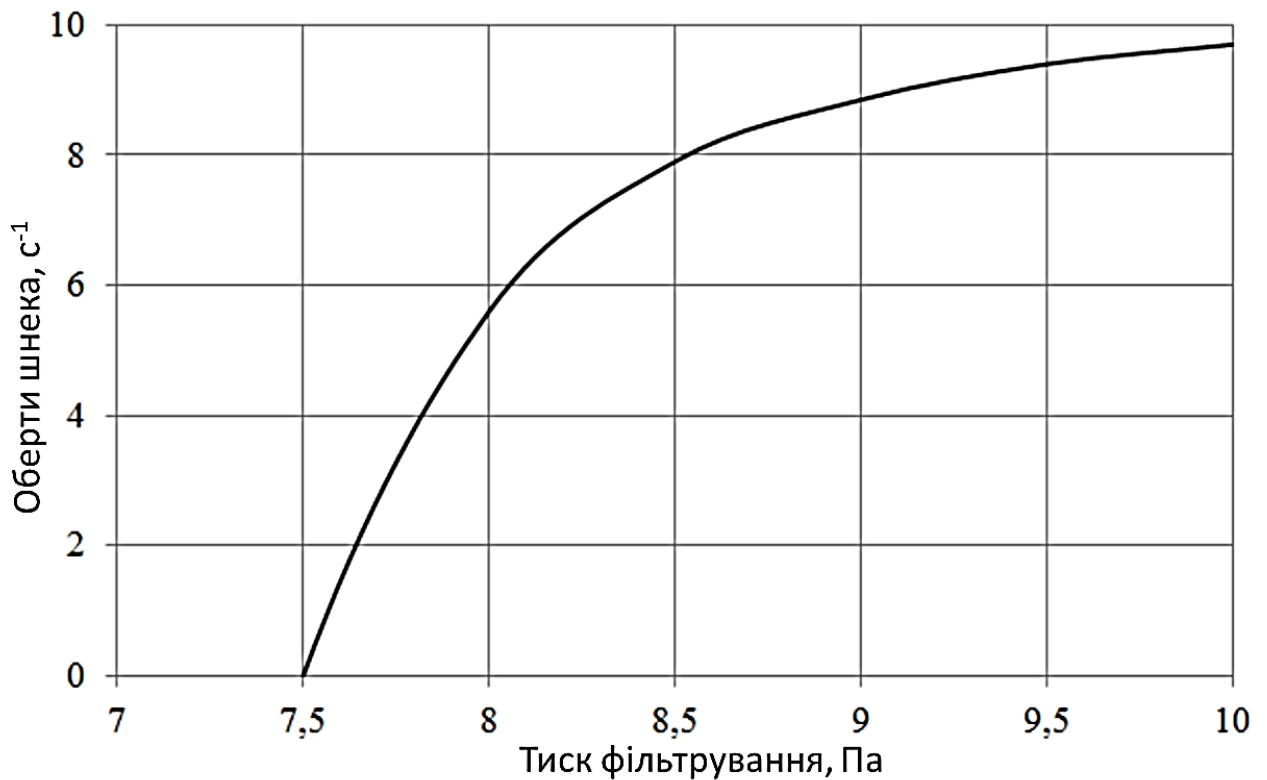


Рисунок 2.6 – Зміна тиску фільтрування від частоти обертання шнека

Зі збільшенням частоти обертання шнека тиск фільтрування збільшується за гіперболічною залежністю (рис. 2.6). Підсумовуючи вирази (2.6) та (2.7) отримуємо формулу для визначення продуктивності щіткового шнека:

$$Q_{\text{шш}} = \frac{F_{\phi}}{\tau_{\phi}} \left[\sqrt{\frac{2\Delta P_{\phi}\tau_{\phi}}{\mu_{\phi}m_{\text{ос}}r_{\text{ос}}} + \left(\frac{r_{\text{фп}}}{m_{\text{ос}}r_{\text{ос}}}\right)^2} - \frac{r_{\text{фп}}}{r_{\text{ос}}} \right] + \frac{m_{\text{ос}}F_{\phi}}{c_{\text{ос}}\rho_{\text{ос}}\tau_{\phi}} \left[\sqrt{\frac{2\Delta P_{\phi}\tau_{\phi}}{\mu_{\text{ос}}m_{\text{ос}}r_{\text{ос}}} + \left(\frac{r_{\text{фп}}}{m_{\text{ос}}r_{\text{ос}}}\right)^2} - \frac{r_{\text{фп}}}{r_{\text{ос}}} \right] \quad (2.14)$$

З виразу (2.14) видно, що продуктивність шнека залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного продукту (μ_ϕ , μ_{oc} , m_{oc} , c_{oc} , ρ_{oc}), розрахункових параметрів (τ_ϕ , ΔP_ϕ , r_{oc}) та конструктивних параметрів установки (F_ϕ , $r_{\phi\Pi}$, D , S , L_Π), які визначаються експериментальним шляхом. Виходячи з того, що опір фільтрувальної перегородки ($r_{\phi\Pi}$) дуже малий в порівнянні з питомим опором осаду (r_{oc}), то їм можна знехтувати.

Тоді вираз (2.14) набуває вигляду

$$Q_{\text{шш}} = \frac{F_\phi}{\tau_\phi} \left[\sqrt{\frac{2\Delta P_\phi \tau_\phi}{\mu_\phi m_{oc} r_{oc}}} \right] + \frac{m_{oc} F_\phi}{c_{oc} \rho_{oc} \tau_\phi} \left[\sqrt{\frac{2\Delta P_\phi \tau_\phi}{\mu_{oc} m_{oc} r_{oc}}} \right] \quad (2.15)$$

З іншого боку, продуктивність мобільної установки визначається за формулою:

$$Q_{MY} = \frac{V_{\text{ЖН}}}{T_\Pi} \quad (2.16)$$

де $V_{\text{РГ}}$ - об'єм рідкого гною, що переробляється на фермі, м^3 ;

T_Π - час циклу переробки рідкого гною на фермі, годин.

Цикл роботи мобільної установки представлений рис. 2.7.

Цикл полягає в переробці РГ, що накопичується в одному гноєприймачі (наприклад, Н1) з урахуванням його переїзду до наступного (Н2), розташованого на відстані l_2 . Добовий цикл роботи полягає у переробці гною з гноєприймачів Н1, Н2, Н3, ..., Ні.

Продуктивність мобільної установки залежить від продуктивності шнека ($Q_{\text{шш}}$), обсягу гною, що переробляється ($V_{\text{Н}}$), кількості гноєприймачів (Н), відстані переїздів (l), тобто: $Q_{\text{MY}} = f(Q_{\text{шш}}; V_{\text{Н}}; \text{Н}; l)$.

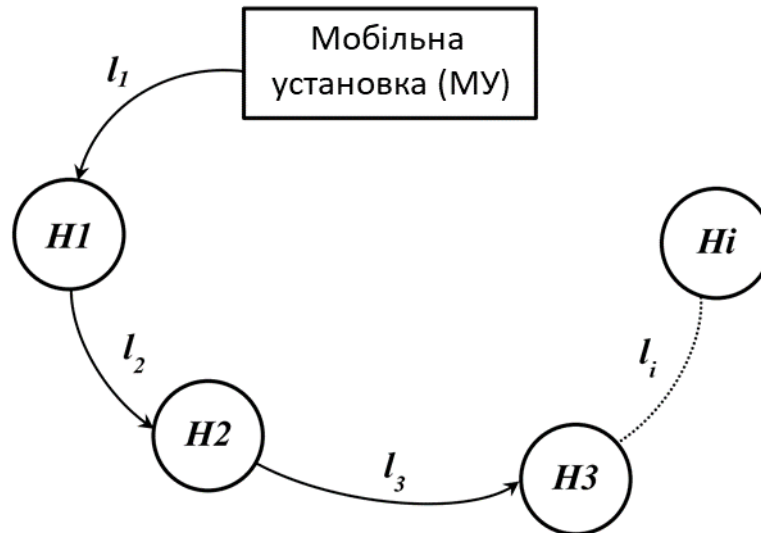


Рисунок 2.7– Цикл роботи мобільної установки

Час циклу ($T_{ц}$) визначається за формулою

$$T_{ц} = T_{п} + T_{під} + T_{пер} + T_{роз} \quad (2.17)$$

де $T_{п}$ - час переїзду на відстань l , хв;

$T_{під}$ - час підключення комунікацій, хв;

$T_{пер}$ - час переробки рідкого гною щітковим шнеком, хв;

$T_{роз}$ - час роз'єднання комунікацій, хв.

$T_{п}$ залежить від кількості переїздів N , яка визначається показником $(N-1)$.

Приймаємо $T_{під} = T_{роз}$, а $T_{пер} = N Q_{щш} / V_{н}$. Тоді

$$T_{ц} = (N-1) T_{п} + N (T_{під} + T_{роз}) + N Q_{щш} / V_{н} \quad (2.18)$$

2.3 Енергетичні показники процесу поділу рідкого гною на фракції

Потужність, необхідна для приводу щіткового шнека складається з суми двох складових: потужності на переміщення вихідного гною та отримуюмого осаду на фільтрувальній перегородці та потужності, необхідної на подолання

опору віджимної пружини в зоні дотиску осаду:

$$N_{\text{ШШ}} = N_{\text{ТР}} + N_{\text{Д}} \quad (2.19)$$

де $N_{\text{ТР}}$ - потужність на перемішування гною та одержуваного осаду по фільтрувальній перегородці, Вт;

$N_{\text{Д}}$ - Потужність на процесі дотиску осаду, Вт.

Потужність на переміщення гною та осаду по фільтрувальній перегородці визначається за формулою:

$$N_{\text{ТР}} = g_1 \cdot Q_{\text{ШШ}} \cdot (L + H) \cdot K_C \cdot K_{\text{Д}} \quad (2.20)$$

де $Q_{\text{ШШ}}$ – продуктивність щіткового шнека, м³/с;

g_1 - погонна маса матеріалу, н/м;

L - довжина переміщення продукту, м;

H – висота підйому продукту, м;

K_C – коефіцієнт опору руху вантажу, $K_C = 1,2$;

$K_{\text{Д}}$ - коефіцієнт, що враховує додатковий опір руху від сил інерції, $K_{\text{Д}} = 1,5$.

Потужність на процес дотиску осаду визначається за такою формулою:

$$N_{\text{Д}} = K_{\text{Д}} \cdot P_{\text{Д}} \cdot S_{\text{Д}} \quad (2.21)$$

де $K_{\text{Д}}$ - коефіцієнт, що враховує витрати енергії на подолання сил тертя у процесі дотиску осаду;

$P_{\text{Д}}$ - зусилля дотиску осаду, Па;

$S_{\text{Д}}$ - площа віджимного елемента, м².

Підставляючи вирази (2.20) та (2.21) у формулу (2.19) отримаємо:

$$N_{\text{ШШ}} = g_1 \cdot Q_{\text{ШШ}} \cdot (L + H) \cdot K_C \cdot K_{\text{Д}} + K_{\text{Д}} \cdot P_{\text{Д}} \cdot S_{\text{Д}} \quad (2.22)$$

З формули (2.22) видно, що потужність, потрібна на привід щіткового шнека залежить від технологічних та конструктивних параметрів, а також фізико-механічних властивостей продукту, що транспортується.

2.4 Висновки

Базовим елементом мобільної установки є пристрій для поділу гною на фракції, виконаний у вигляді щіткового шнека встановленого в перфорованому жолобі. Процес поділу гною ділиться на 3 фази: фільтрування, зневоднення осаду та дожим осаду, що визначено конструктивними особливостями установки. Теоретичні дослідження дозволяють описати процеси в зонах фільтрування та зневоднення осаду.

Встановлено, що продуктивність щіткового шнека залежить від фізико-механічних властивостей рідкого свинячого гною та продуктів його переробки, режимних та конструктивних параметрів установки, які будуть визначено експериментальним шляхом.

Експлуатаційна продуктивність мобільної установки залежить від обсягів гною, що переробляється, кількості накопичувачів гною на фермі, їх розташування, і навіть від продуктивності щіткового шнека.

Необхідно провести експериментальні дослідження щодо виявлення факторів, що впливають на вологість твердої фракції в зоні дотиску осадка з метою уточнення конструктивних параметрів установки за заданих якісних показників процесу.

Для остаточної перевірки отриманих залежностей, що описують процес поділу гною на фракції мобільною установкою, необхідно проведення експериментальних досліджень для встановлення раціональних значень режимних та конструктивних параметрів установки.

3 Експериментальні дослідження розробленого сепаратора

3.1 Загальна методика проведення досліджень

Для обґрунтування раціональних конструктивних та режимних параметрів роботи мобільної установки важливо знати фізико-механічні властивості рідкого свинячого гною. Розрізненість і непорівнянність даних з фізико-механічних властивостей рідкого свинячого гною, заснована на окремих випадках і часто без посилання на умови за яких вони визначалися, призвели до необхідності їх визначення. У зв'язку з цим, завдання експериментальних досліджень включали наступні.

1. Вивчення фізико-механічних властивостей рідкого свинячого гною та продуктів його переробки (твердої та рідкої фракцій), основними з яких є: вологість, вміст сухої речовини, вміст завислих речовин, щільність, в'язкість, питомий опір осаду. Важливою умовою роботи всіх механічних роздільників є показник ефективності поділу гною, що характеризується вологістю одержуваної рідкої та твердої фракцій при заданій вологості вихідного гною. У різних установок для поділу гною на фракції цей показник змінюється у межах (від 30 до 90%). У зв'язку з цим необхідно:

2. Визначення якісних показників процесу поділу рідкого свинячого гною мобільною установкою. Для вибору раціональних параметрів щіткового шнека у складі мобільної установки необхідні фактичні дані про вплив на продуктивність часу фільтрування гною та зневоднення осаду, частоти обертання витків шнека, сили тиску пружин на натискний диск у зоні дожиму осаду, геометричні розміри шнека (довжина, діаметр та крок витків). Звідси випливає завдання:

3. Визначення продуктивності щіткового шнека у складі мобільної установки залежно від режимних та конструктивних параметрів. Проведені у розділі 2 теоретичні дослідження можна використовуватиме розрахунку технологічних показників процесу поділу гною на фракції пропонованої установкою.

3.2 Програма експериментальних досліджень щіткового шнека

Експериментальні дослідження проводились у три етапи. Перший етап полягав у визначенні фізико-механічних властивостей рідкого гною, рідкої та твердої фракцій. Другий етап полягав у визначенні деяких режимних та конструктивних параметрів процесу поділу свинячого рідкого гною на лабораторній установці. Необхідною умовою роботи щіткового шнека є подача в нього однорідної гнойової маси. Перемішування проводилося в ємності механічною мішалкою. За допомогою фекального насоса рідкий гній подавався в зону завантаження і витками шнека переміщався довжиною шнека. У зонах фільтрування та зневоднення відбувався поділ його на осад та рідку фракцію.

Рідка фракція, проходячи через перфорацію, відводилася у приймач рідкої фракції, а осад витками шнека подавався в зону дожиму (мундштук). За допомогою додаткового тиску з боку віджимного диска частина рідкої фракції відводилася через перфорацію в приймач рідкої фракції, а тверда фракція після переміщення віджимного диска вивантажували в накопичувач твердої фракції. Зміна частоти обертання витків шнека проводилася підбором зубчастих коліс через ланцюгову передачу.

3.3 Методика визначення фізико-механічних властивостей рідкого гною та продуктів його переробки

3.3.1 Методика визначення вологості рідкого гною та продуктів його переробки

Визначення вологості рідкого гною, твердої та рідкої фракцій проводили в лабораторних умовах відповідно до ДСТУ 26713-85 та ДСТУ 53381-2009 шляхом висушування проб масою 10 - 15 г до постійної маси при температурі в печі

муфельної 105 °С протягом 24 годин. Вологість взятої проби розраховувалася за такою формулою:

$$W=(G_2-G_3)/(G_2-G_1)100 \quad (3.1)$$

де G_1 - маса бюкса, г;

G_2 - маса бюкса з наважкою, г;

G_3 – маса бюкса з наважкою після висушування, г.

3.3.2 Методика визначення щільності гною та осаду

Розглядаючи рідкий гній, що складається з абсолютно сухої речовини та води, щільність якої 1,000 г/см³, запропоновано формула, що дозволяє з високою точністю визначати цей показник на вихідному свинячому гною та продуктах його переробки:

$$\rho=128/100+0,28W, \quad (3.2)$$

де W - вологість гною (початкового, твердої фракції, рідкої фракції), %.

3.3.3 Методика визначення динамічної в'язкості рідкої фракції

Динамічна в'язкість рідкої фракції визначалася за формулою:

$$\mu_{рф} = \mu_k \rho_{рф} \quad (3.3)$$

де μ_k -кінематична в'язкість рідкої фракції, м²/с

Кінематичну в'язкість рідкої фракції визначали з використанням віскозиметра Пінкевича з діаметром капіляра 0,42 мм.

3.3.5 Методика визначення питомого опору осаду

Ефективність роботи установки значною мірою залежить від властивостей осаду, що утворюється в процесі механічного поділу.

Основним фактором, що характеризує рідкий гній, є питомий опір осаду. Проведені раніше дослідження показали, що питомий опір осаду найпростіше визначається об'ємним методом. Стосовно досліджуваної машини (шнек у перфорованому жолобі) і виходячи з основного рівняння фільтрування, приймаємо тиск і швидкість фільтрування постійними. Опір фільтрувальної перегородки, зважаючи на її незначність стосовно шару осаду, можна знехтувати. Тоді вираз визначення питомого опору осадка набуває вигляду:

$$R_{oc} = \Delta P St_{\phi} / \mu_{\phi} h_{\phi} V_{\phi} \quad (3.4)$$

Лабораторна установка визначення R_{oc} показано рис. 3.1.

Лабораторна установка містить мірний циліндр 1 у верхній частині якого встановлюється фільтрувальна перегородка і за допомогою з'єднувального пристрою 3 кріпиться з циліндричною ємністю 4. У верхній частині встановлена ємність-дозатор 5, за допомогою якої фільтрат подається рівномірним потоком в циліндричну ємність, забезпечуючи постійний тиск потоку на висоті h_{ϕ} .

При проведенні дослідів висота шару осаду змінювалася в межах від 0,008 м до 0,016 м. Висота шару фільтрату становила 0,050 м. Повторність Дослідів 3-х кратна.

3.4 Методика визначення технологічних, конструктивних та енергетичних параметрів встановлення

3.4.1 Методика розрахунку параметрів шнека

Основними конструктивними параметрами щіткового шнека є довжина шнека, діаметр витків шнека, крок витків. Основні режимні параметри: частота обертання шнека, осьова швидкість переміщення органічної маси.

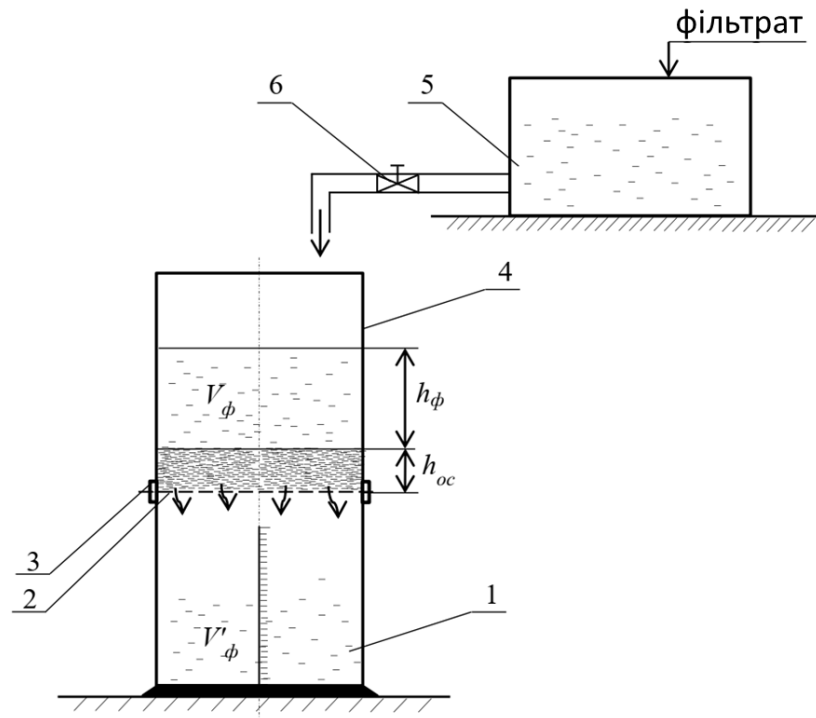


Рисунок 3.1 – Схема лабораторної установки для визначення питомого опору осаду: 1 – мірний циліндр, 2 – фільтрувальна перегородка, 3 – сполучна утрійство, 4 – циліндр, 5 – ємність-дозатор, 6 – регулювальний кран

Як критерій для вибору раціональних режимних і конструктивних параметрів взяті продуктивність установки і вологість твердої фракції, що отримується.

3.4.2 Методика визначення раціональних режимних та конструктивних параметрів щіткового шнеку

Визначення раціональних режимних та конструктивних параметрів щіткового шнеку проводилося на установці, схема якої представлена на рис. 3.2. Основними параметрами щіткового шнеку, що впливають на продуктивність установки, є: діаметр витків шнеку (D_B), крок витків (S_B), довжина робочої зони

шнека ($L_{\text{ф}}$ та $L_{\text{об}}$). Розрахунковими параметрами є переріз потоку ($F_{\text{п}}$) та осьова швидкість переміщення продукту (U).

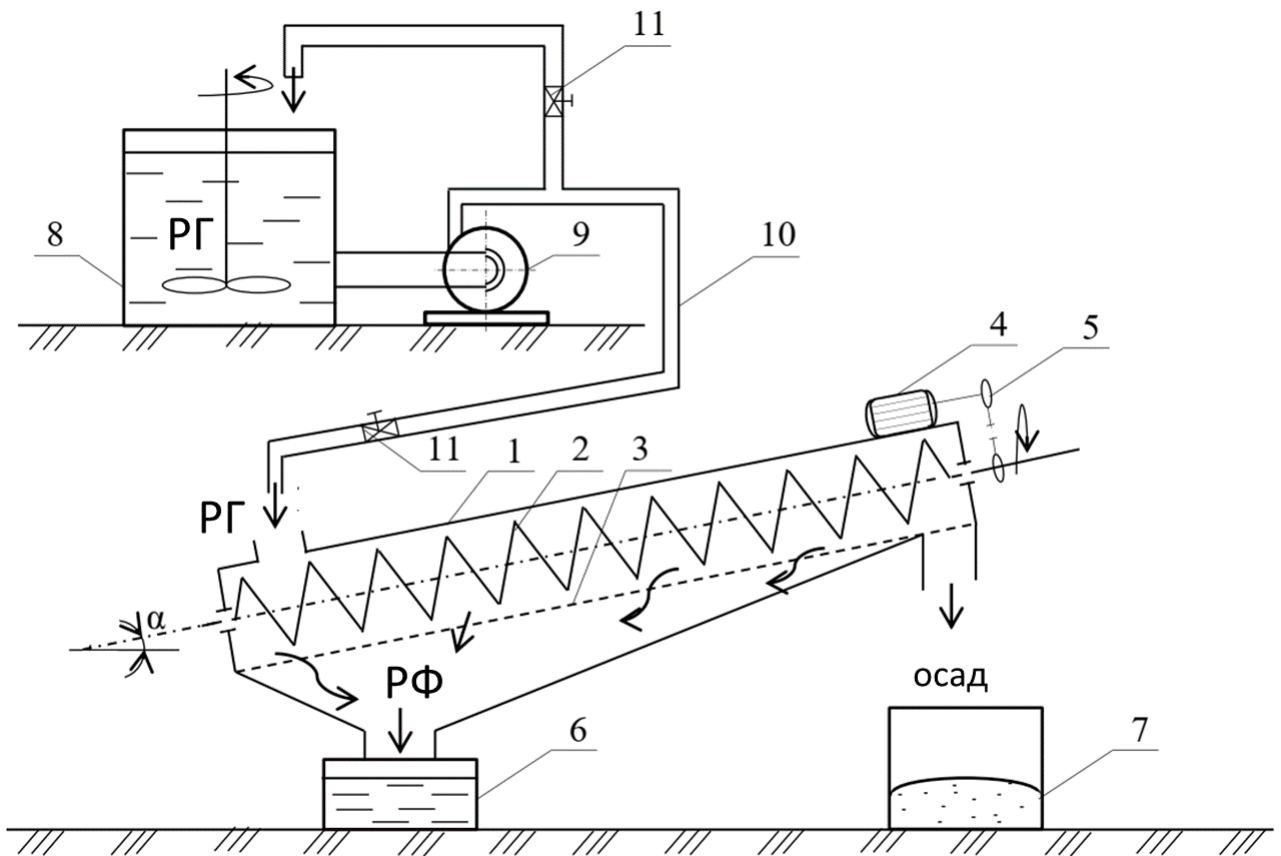


Рисунок 3.2- Схема лабораторної установки для визначення режимних та конструктивних параметрів щіткового шнека: 1-корпус щіткового шнека; 2- шнек; 3-перфорований жолоб; 4- гідромотор; 5-ланцюгова передача; 6-ємність для збору рідкої фракції; 7- ємність для збирання осаду; 8- ємність для гомогенізації рідкого гною з механічною мішалкою; 9 - фекальний насос; 10 - система трубопроводів; 11 – регулюючі засувки

В експериментах $D_{\text{в}}$ приймається 0,3 м, 0,4 м, 0,5 м та 0,6 м. Частота обертання змінюється в межах $2,07 \text{ с}^{-1}$, $6,63 \text{ с}^{-1}$ та $10,3 \text{ с}^{-1}$. Крок витків $S_{\text{в}}$ змінюється від 0,1 до 0,15 м. Л

лабораторна установка має довжину до 4 м. Експерименти проводилися на свинарській фермі, яка виробляє рідкий гній вологістю 94,1-95,6%. Порядок

проведення експериментів наступний. Рідкий гній подається до приймального резервуару 8 (рисунок 3.2), де ретельно перемішується до однорідного стану механічною мішалкою. Після включення шнека 2 фекальним насосом 9 гній подається в нижню частину. У процесі транспортування відбувається його поділ на тверду та рідку фракції, які накопичуються, відповідно, у ємностях 7 та 6. При цьому за допомогою підбору зірочок на ланцюговій передачі встановлюються обороти шнека, зазначені вище. Регулювання подачі рідкого гною здійснюється регулюючими засувками 11. Після завершення досліду заміряється маса виробленої рідкої фракції (МРФ) та маса твердого осаду (МТО) за певний відрізок часу ($t_{\text{оп}}$). Продуктивність установки визначається як сума продуктивностей по рідкій фракції та осадку:

$$Q = Q_{\text{ТФ}} + Q_{\text{ТО}}, \quad (3.5)$$

$$\text{де } Q_{\text{РФ}} = M_{\text{РФ}}/t_{\text{оп}}; Q_{\text{ТО}} = M_{\text{ТО}}/t_{\text{оп}}$$

Після закінчення досліду перфорований жолоб 3 (рисунок 3.3) вставляється шнек з іншими конструктивними параметрами і повторюється досвід аналогічно описаному вище. Повторність дослідів 3-х кратна. Довжина робочої зони шнека визначається після вибору його раціональних режимних та конструктивних параметрів шляхом виміру вологості виробленого в процесі роботи осаду відповідно до схеми, представленої на рис. 3.3.

Попередніми дослідженнями встановлено, що вологість осаду ($W_{\text{ос}}$) залежить різною мірою від довжини зони фільтрування та зневоднення ($l_{\text{ф}}$, $l_{\text{зн}}$), кута нахилу шнека до горизонту (α) та частоти обертання витків шнека (n), тобто $W_{\text{ос}} = f(l_{\text{ф}}, l_{\text{зн}}, \alpha, n)$. Зони фільтрування та зневоднення при проведенні однофакторних експериментів умовно ділилися на ділянки забору проб на вологість осаду - 1, 2, 3, 4, 5 м (рис. 3.4). При цьому кут нахилу шнека змінюється з інтервалом 0° , 20° , 30° , 45° , частота обертання гвинтів шнека n приймається 20, 60, 90, 150 хв^{-1} .

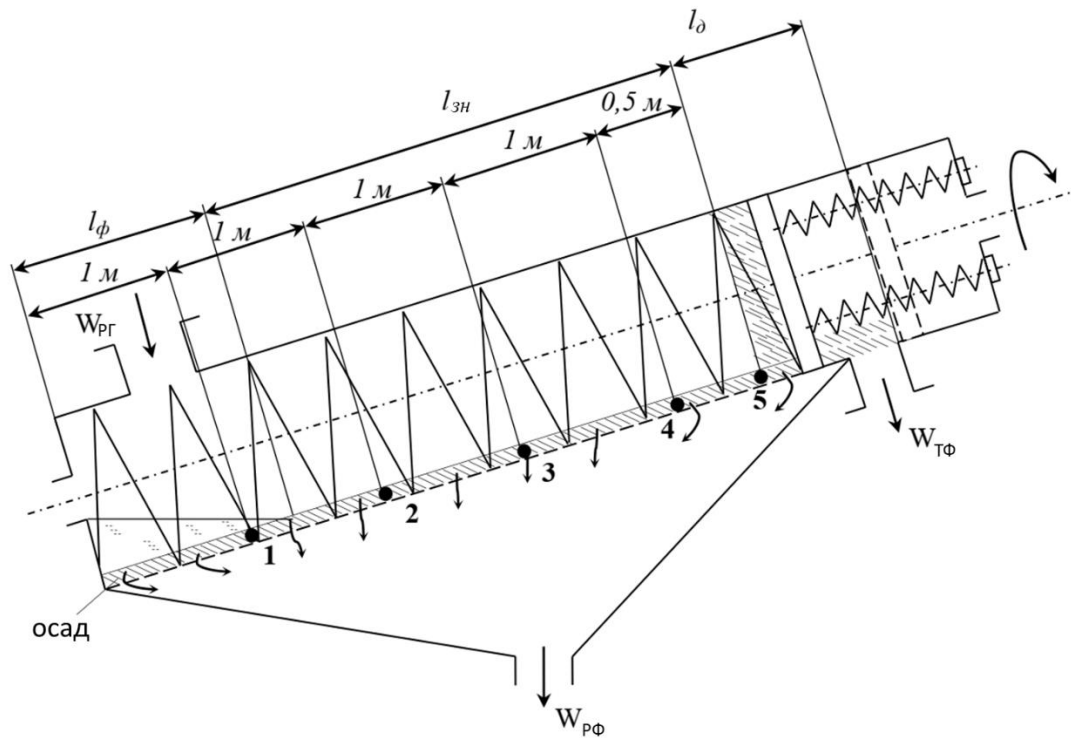


Рисунок 3.3 – Схема лабораторної установки визначення довжини робочої зони щіткового шнека: l_{ϕ} – довжина зони фільтрування; $l_{зн}$ – довжина зони зневоднення; $l_{д}$ – довжина зони дотиску

3.4.2 Методика визначення тиску пружини у дотискному пристрої

Схема пристрою визначення тиску пружини в дожимном будову щіткового шнека представлена на рис. 3.4, фото загального виду рис. 3.6. Пристрій складається з двох циліндрів – внутрішнього та зовнішнього. Внутрішній циліндр має перфоровані боковини та основу. Розмір отворів 2 мм. Він встановлюється всередині зовнішнього циліндра на стійку, закріплену на його основі.

Зовнішній циліндр представляє ємність у нижній частині якої розташована випускна трубка із запірним краном. Важливим елементом є натискний диск, нижня частина якого контактує з порцією гною, а верхня служить для установки вантажу змінної маси. Вся конструкція встановлюється на електронні ваги.

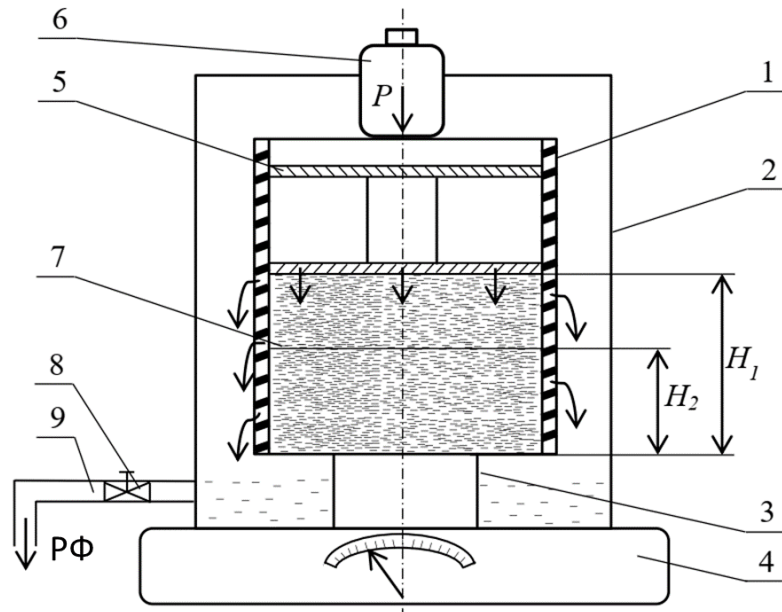


Рисунок 3.4 – Схема пристрою визначення пружини в дотискному пристрої щіткового шнека: 1 – перфорований циліндр внутрішній; 2 – циліндр зовнішній; 3 – стійка; 4 – ваги електронні; 5 – диск натискний; 6 – вантаж; 7 – осад; 8 – кран; 9 – шланг для відведення рідкої фракції



Рисунок 3.5 - Загальний вигляд пристрою визначення тиску пружини в дожимному пристрої щіткового шнека

Порція осаду (з W_{oc} і ρ_{oc}) завантажується у внутрішній циліндр перфоровану зону та займає висоту $H1$. Зверху встановлюється диск натискний з масою $m1$ та електронні ваги встановлюються на позначку «0». Встановлюється вантаж масою m_1 , створюючи тиск P_1 на порцію гною, що фіксується на терезах у внутрішньому циліндрі за рахунок сили тиску P_1 відбувається ущільнення гною і вантаж переміщає її до позначки $H2$.

Фізико-механічно пов'язана волога проходить через перфорацію та збирається в нижній частині зовнішнього циліндра з об'ємом $V1$. Ущільнена порція гною вилучається, визначаються її вологість ($W_{тф}$) та щільність ($\rho_{тф}$). Наступний дослід проводиться аналогічно, але при масі вантажу m_2 який створює силу тиску P_2 і т.д. Вологість осаду бралася дискретно: 80,7% та 88,9%. Маса вантажу становила 0,6; 1,1; 1,7; 3,2; 5,2; та 6,7 кг.

Сила тиску визначалася за такою формулою:

$$P = m/F \quad (3.6)$$

де F – площа тиску, cm^2 .

За результатами вимірювань будується залежність $W_{тф}=f(P)$. Вид даної залежності представлено рис. 3.6.

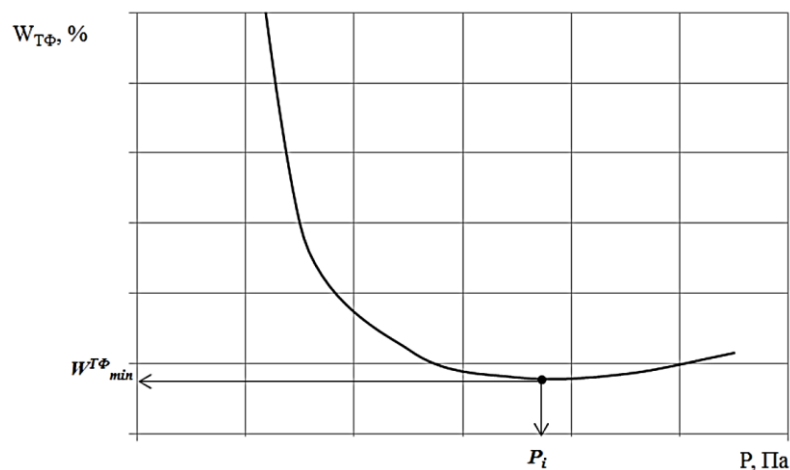


Рисунок 3.6- Залежність зміни $W_{тф}$ від тиску пружини P на натискний диск

Експериментальні дослідження параметрів, вказаних на рис. 3.1 проводилися на експериментальній установці, схема якої представлена рис. 3.7.

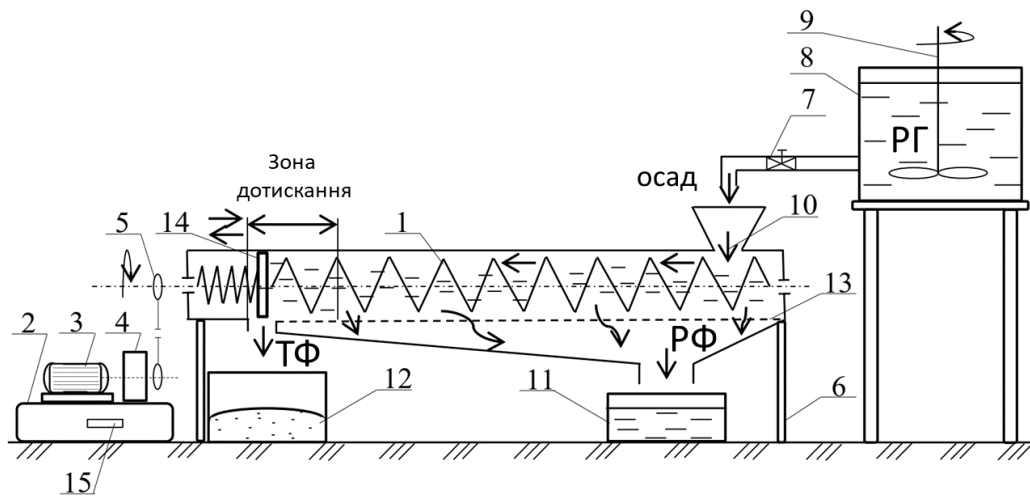


Рисунок 3.7 – Схема лабораторної установки для визначення вологості твердої фракції в зоні дожиму осаду: 1 – щітковий шнек у корпусі, 2 – приводна станція, 3 – електродвигун, 4 – редуктор, 5 – ланцюгова передача, 6 – рама, 7 – ємність для підготовки осаду, 8 - пристрій, що перемішує, 9 - кран дозуючий, 10 - завантажувальна горловина, 11 – ємність для збирання рідкої фракції, 12 – ємність для збору твердої фракції, 13 – перфорований жолоб, 14 – дожимний диск, 15 – пульт керування

Загальний вид установки із приводною станцією представлений на рис. 3.8.

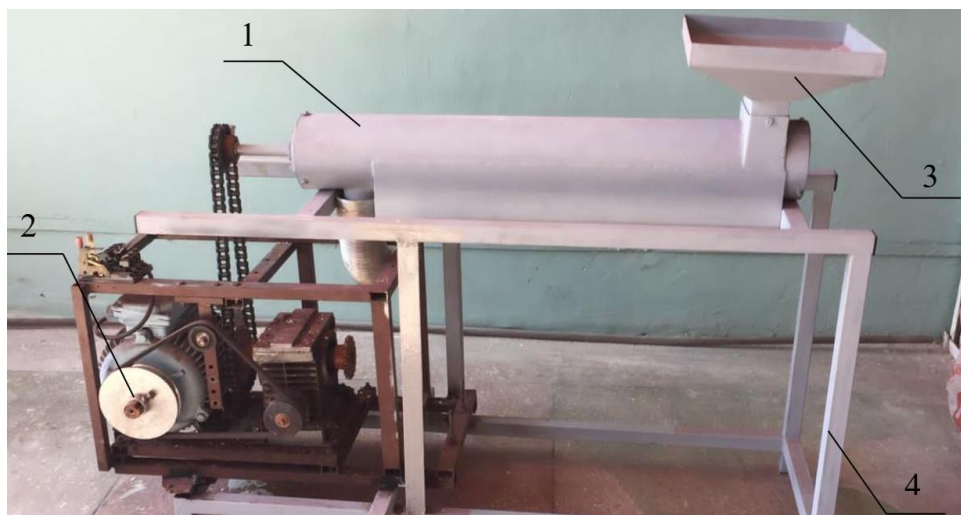


Рисунок 3.8 – Загальний вид установки для проведення дослідження дожимного пристрою: 1 корпус шнека з дожимним пристроєм; 2 – приводна станція; 3 – завантажувальний пристрій; 4 - рама

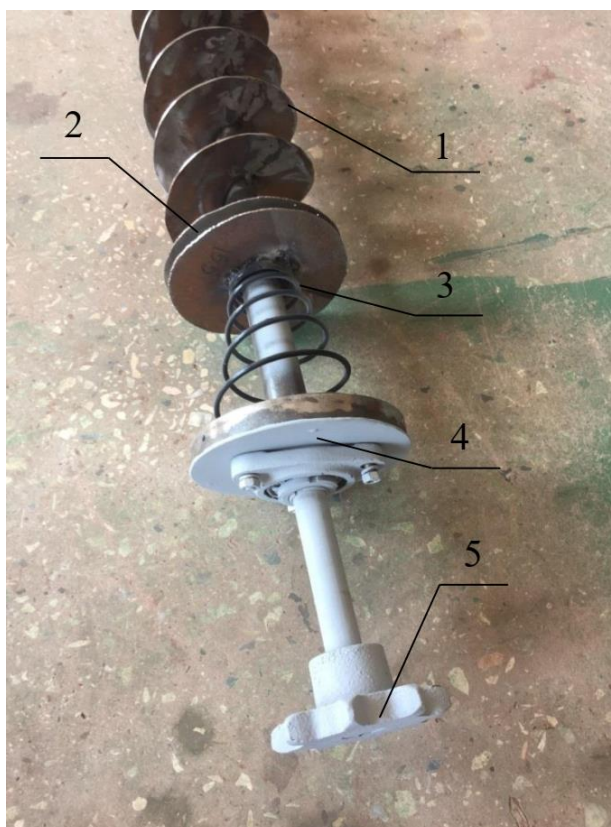


Рисунок 3.9 – Загальний вигляд дожимного пристрою: 1 – витки шнека; 2 - притискний диск; 3 – пружина; 4 – заглушка; 5 – привідна зірочка



Рисунок 3.10 – Фрагмент перфорованого жолоба

3.5 Результати досліджень

Щільність рідкого гною, твердої та рідкої фракцій залежить від їх вологості (див. формулу 3.2). Аналіз проведених раніше досліджень показав, що щільність сухої речовини у свинячі гною коливається від 1,20 до 1,36 г/см³. При вологості твердої фракції від 70 до 90% щільність становить 1,070-1,022 т/м³, при вологості більше 90% - до 1,000 т/м³ (рисунок 3.11).

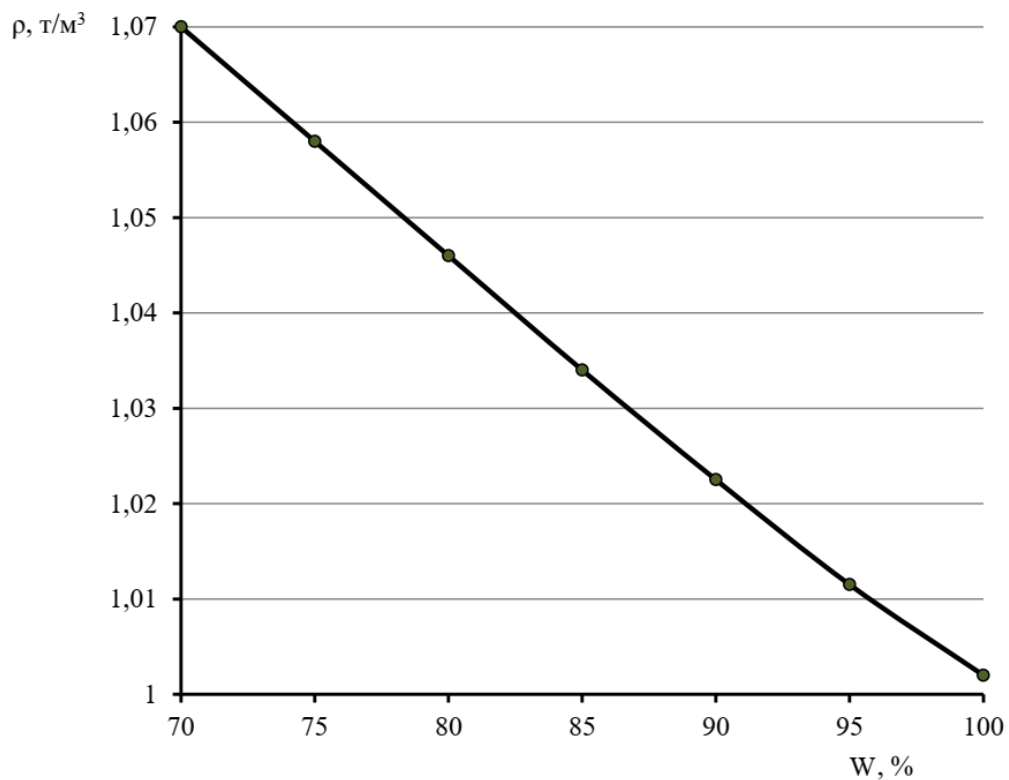


Рисунок 3.11 - Графік залежності щільності свинячого гною від його вологості

Експериментально встановлено, що на динамічну в'язкість рідкої фракції впливає її вологість. Проведені дослідження дозволили визначити його діапазон, який знаходиться в межах від $1,25 \cdot 10^{-3}$ (при $W_{рф} = 97,8\%$) до $1,13 \cdot 10^{-3}$ Па*с (при $W_{рф} = 98,1 \cdot 10^{-3}$ Па*с). Збільшення динамічної в'язкості пояснюється наявністю рідкої фракції більшої кількості колоїдних включень.

Результати дослідження щодо визначення об'ємного питомого опору осаду залежно від вологості та висоти шару на фільтрувальній перегородці представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1- Результати визначення об'ємного питомого опору осаду залежно від вологості та висоти шару осаду

Вологість осаду, %	Висота шару осаду, $\cdot 10^{-2}$ м	Питомий опір осаду, $\cdot 10^{10}$, м ⁻²
88,61-91,27	8	0,11
	12	0,41
	16	1,64

З таблиці 3.1 видно, що при зазначених вологості осаду, зі зміною висоти його шару на фільтрувальній перегородці від 0,008 м до 0,016 м, об'ємний питомий опір осаду змінюється від $0,11 \cdot 10^{10}$ м⁻² до $1,64 \cdot 10^{10}$ м⁻².

Технологічним параметром роботи є продуктивність щіткового шнека у складі мобільної установки. Продуктивність щіткового шнека пов'язана з конструктивними параметрами. На підставі теоретичних досліджень була висунута гіпотеза про тому, що отримати необхідну вологість твердої фракції можливо за рахунок відповідної довжини зони фільтрування та утворення осаду, а також рахунок зони дотиску осаду. Необхідний діаметр шнека визначали з умови переробки всього обсягу гною, що надходить у приймальний резервуар із тваринницького приміщення.

Однозмінна робота щіткового шнека в склад мобільного агрегату складає при однозмінній роботі від 2,5 до 20,3 м³/годину, при разових включеннях до 40 м³/годину.

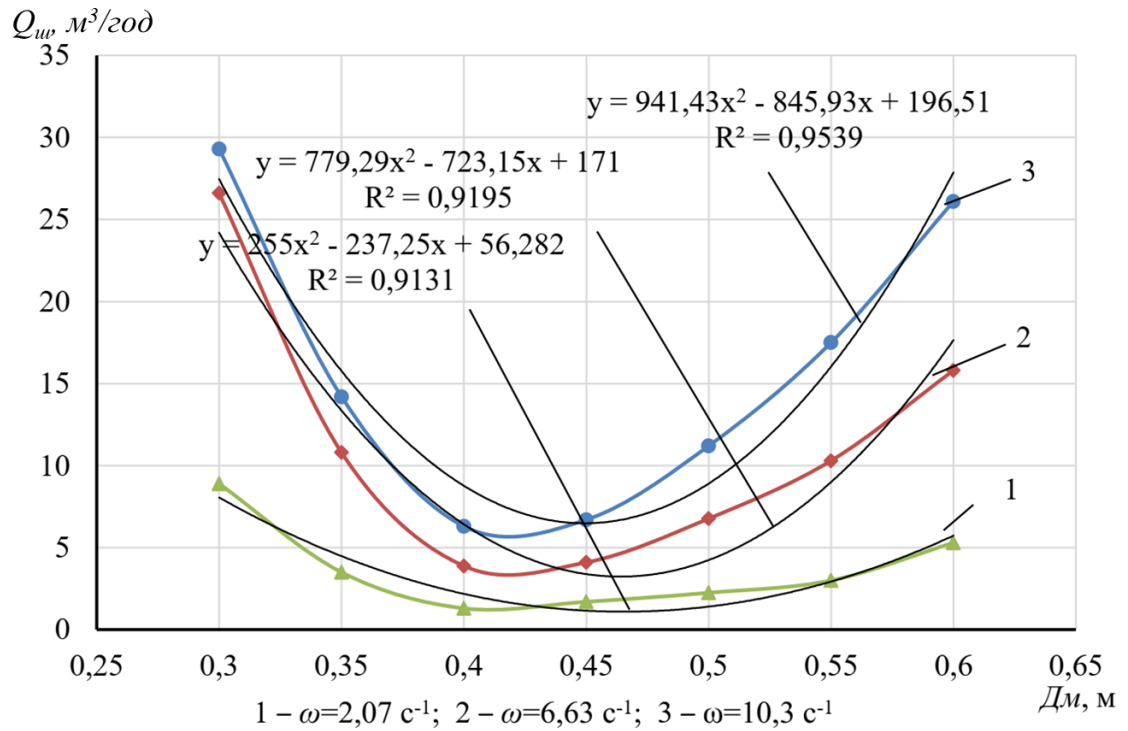


Рисунок 3.12 – Залежність продуктивності шнека при розподілі рідкого гною на фракції від діаметра витків при кроці $S=0,1\text{ м}$ та куті нахилу $\alpha=0^\circ$

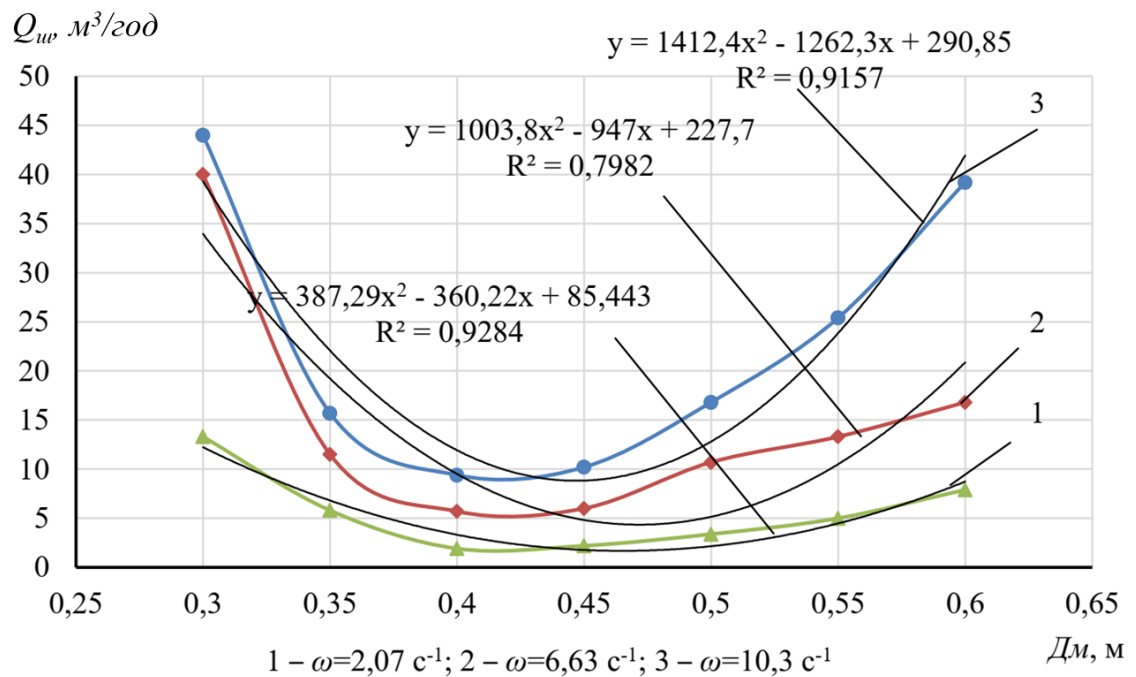


Рисунок 3.13 – Залежність продуктивності шнека під час поділу рідкого гною на фракції від діаметра витків при кроці $S=0,15 \text{ м}$ та куті нахилу $\alpha=0^\circ$

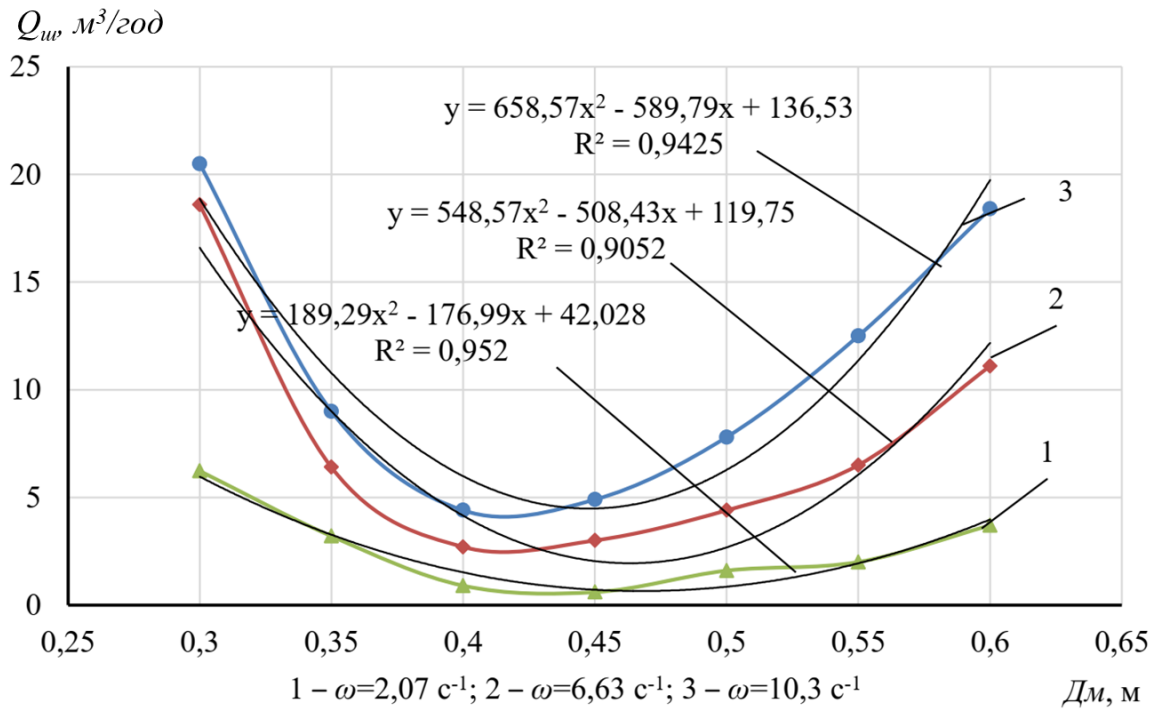


Рисунок 3.14 – Залежність продуктивності шнека під час поділу рідкого гною на фракції від діаметра витків при кроці $S=0,1$ м та куті нахилу $\alpha=15^\circ$

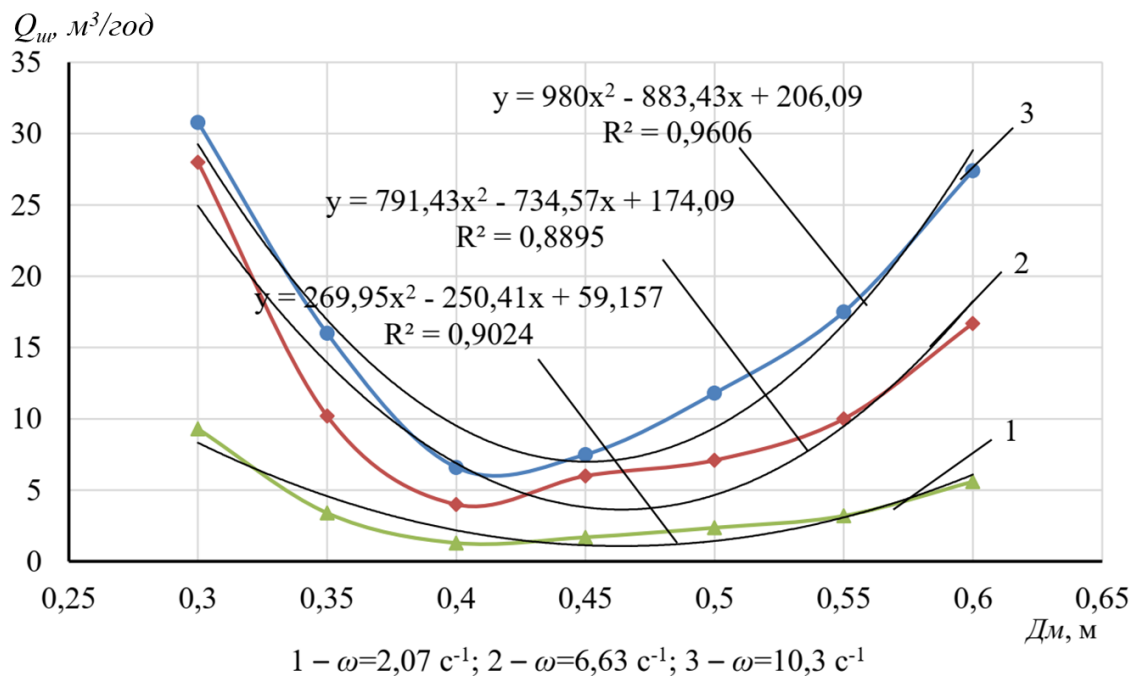


Рисунок 3.15 – Залежність продуктивності шнека під час поділу рідкого гною на фракції від діаметра витків при кроці $S=0,15$ м та куті нахилу $\alpha=15^\circ$

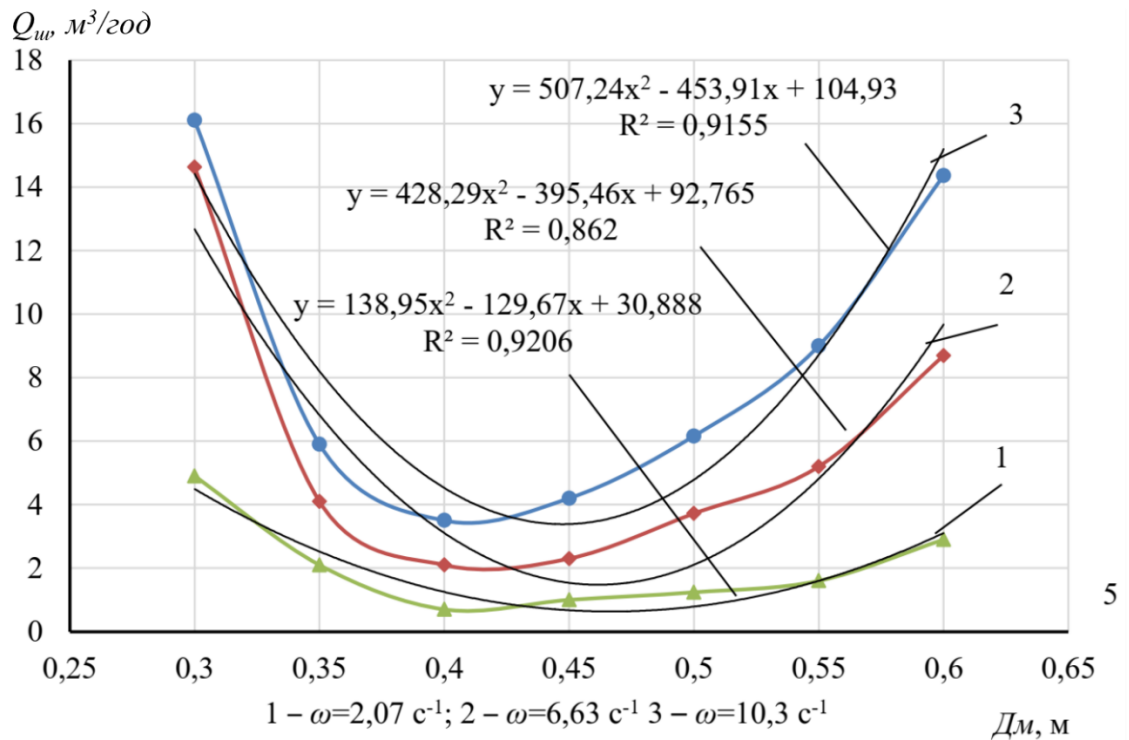


Рисунок 3.16 – Залежність продуктивності шнека під час поділу рідкого гною на фракції від діаметра витків при кроці $S=0,1 \text{ м}$ та куті нахилу $\alpha=45^\circ$

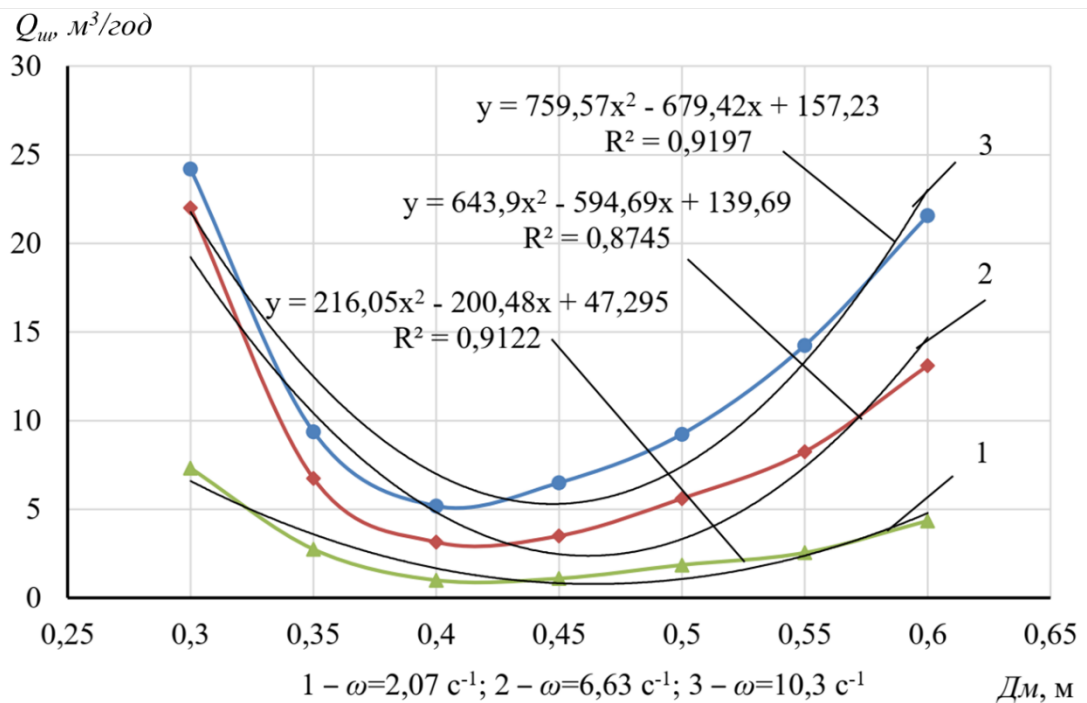


Рисунок 3.17 – Залежність продуктивності шнека під час поділу рідкого гною на фракції від діаметра витків при кроці $S=0,15 \text{ м}$ та куті нахилу $\alpha=45^\circ$

З представлених даних видно, що достатньо прийняти $D_B = 0,3$ м $S=0,15$ м. Тоді при зазначених параметрах продуктивність установки залежно від частоти обертання шнека носить зростаючий характер.

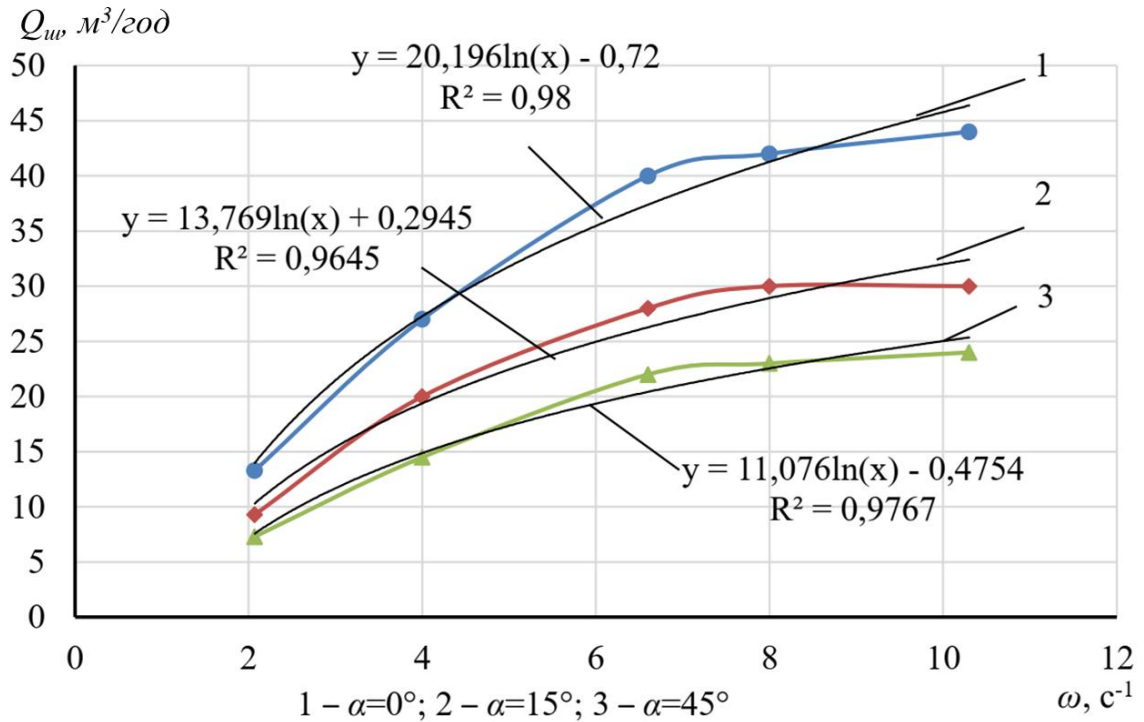


Рисунок 3.18 – Зміна продуктивності установки від частоти обертання шнека

З рис. 3.18 видно, що зі збільшенням частоти обертання шнека до $6,6$ с⁻¹ продуктивність $Q_{ш}$ при різних кутах нахилу його до горизонту зростає значно і досягає від 7 м³/год (при $\alpha = 45^\circ$) до 40 м³/год (при $\alpha=0^\circ$), потім спостерігається незначне її збільшення від 24 м³/год (при $\alpha=45^\circ$) до 44 м³/год (при $\alpha=0^\circ$).

3.6 Висновки

1. Дослідженнями встановлено, що фізико-механічні властивості рідкого свинячого гною та продуктів його переробки залежать насамперед від технології утримання тварин та раціону годівлі. Експериментально підтверджено, що за вологості свинячого гною від 70 до 90% щільність його становить 1,070 -

1,022 т/м³, при вологості більше 90% цей показник сягає 1,000 т/м³. В'язкість рідкої фракції знаходиться в межах від $1,13 \cdot 10^{-3}$ Па·с до $1,25 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

2. Виходячи з добового виходу рідкого гною на свинарських фермах (від 27 до 324 м³), продуктивність щіткового шнека як основного обладнання мобільної установки повинна варіювати від 22,0 м³/год. до 44,0 м³/год. Цій вимозі задовольняє шнек з діаметром витків 0,3 м та кроком 0,15 м.

3. Встановлено цикл роботи мобільної установки для свинарських ферм із різним поголів'ям. При $Q_{ш} = 30$ м³/год час циклу становить 60 хвилин. При $Q_{ш} = 40$ м³/год цей показник знижується на 25% і становить 45 хвилин. Тоді змінна продуктивність мобільної установки при $Q_{ш} = 30$ м³/год становить 189 м³, а за $Q_{ш} = 40$ м³/год – 205 м³. Сумарна потужність на привод робочих органів мобільної установки становить до 10,8 кВт.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги

Охорона праці при переробці рідкого гною свиней є важливим аспектом забезпечення безпеки праці працівників у сільському господарстві. Основні вимоги в цьому контексті можна сформулювати з врахуванням нормативної бази України, зокрема:

Організація робочого простору. Забезпечення належних умов освітлення та вентиляції робочого простору. Встановлення необхідного обладнання для відведення шкідливих викидів та запобігання накопиченню шкідливих речовин у приміщенні.

Охорона дихальних шляхів. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (респіратори, маски), які захищають від шкідливих парів та аерозолей. Дотримання вимог щодо максимально допустимих рівнів концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Безпека обладнання та технічних процесів. Регулярна перевірка та технічне обслуговування устаткування для уникнення аварій та нещасних випадків. Застосування заходів безпеки при роботі з механічним обладнанням, електроустаткуванням та іншими технічними засобами.

Організація робочого часу та відпочинку. Дотримання нормативів щодо тривалості робочого часу та встановлення перерв для відпочинку працівників. Забезпечення відповідної робочої температури та умов для відновлення сил працівників.

Навчання та інструктажі. Проведення регулярних навчань та інструктажів з питань безпеки праці. Ознайомлення працівників з правилами експлуатації обладнання та заходами профілактики нещасних випадків.

Санітарно-гігієнічні норми. Дотримання санітарно-гігієнічних вимог до робочого місця та персоналу. Забезпечення можливості для змивання та дезінфекції рук після закінчення робочого процесу.

Всі вказані вимоги мають відповідати вимогам Закону України "Про охорону праці", інших нормативно-правових актів у сфері охорони праці та враховувати специфіку робіт із переробки рідкого гною свиней.

4.2 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з шнековим сепаратором гною

Інструкція з охорони праці при роботі з шнековим сепаратором гною є важливим документом для забезпечення безпеки праці працівників, які займаються цим обладнанням. Нижче наведено загальний зразок інструкції, яку слід вдотримуватися. Важливо також доповнити цей текст конкретними вимогами та процедурами, які можуть впливати з конкретних умов роботи та характеристик шнекового сепаратора гною.

1. Загальні вимоги

Перед початком роботи з шнековим сепаратором гною, працівники повинні пройти навчання та інструктаж з охорони праці.

Всі працівники повинні мати індивідуальний захисний засіб (ІЗЗ), включаючи респіратор, захисні окуляри та надійний одяг.

Заборонено використовувати обладнання без дозволу та навчання.

2. Підготовка до роботи

Перевірте стан шнекового сепаратора гною перед початком роботи. У випадку виявлення пошкоджень або несправностей, необхідно повідомити відповідного керівника та виконати ремонт.

Перед включенням сепаратора переконайтеся, що всі працівники віддалені від нього на безпечну відстань.

Перед початком роботи забезпечте належний освітлення робочого місця

та перевірте правильне встановлення захисних огорож.

3. Основні правила роботи

Заходьте до робочої зони лише після зупинки та відключення шнекового сепаратора.

Використовуйте індивідуальні захисні засоби під час роботи для запобігання потраплянню шкідливих речовин та пилу в організм.

Уникайте надмірного завантаження сепаратора, дотримуйтеся рекомендованої продуктивності та режимів роботи.

4. Заходи безпеки

Негайно вимкніть сепаратор у випадку виявлення будь-яких аномалій чи несправностей.

При роботі з важкими матеріалами використовуйте відповідне обладнання для підйому та транспортування.

В разі аварійної ситуації негайно повідомте відповідного керівника та використовуйте засоби безпеки для евакуації.

5. Правила використання ІЗЗ

Завжди використовуйте респіратор під час роботи для захисту дихальних шляхів від пилу та шкідливих випарів.

Періодично перевіряйте стан ІЗЗ та забезпечте їх правильне зберігання та обслуговування.

4.3 Правила поведінки в надзвичайній ситуації

Надзвичайні ситуації, такі як артилерійський обстріл, вимагають від людей дуже обачливого та дисциплінованого підходу. Нижче наведено загальні правила поведінки в надзвичайній ситуації артилерійського обстрілу:

Знаходження в укритті. Якнайшвидше знаходьте відповідне укриття, таке

як бункери, підземелля або інші захисні споруди. Уникайте відкритих просторів, вікон і дверей, оскільки це може збільшити ризик поранення.

Визначення напрямків. Визначте напрямок, звідки може прийти обстріл, і уникайте цього напрямку. Зберігайте спокій та стежте за оновленнями інформації від служб безпеки.

Комунікація. Використовуйте засоби комунікації для спілкування з родичами, друзями, або службами екстреної допомоги. Створіть план спілкування в разі розриву зв'язку.

Безпека в приміщенні. Уникайте використання підйомників та ліфтів, вибирайте сходи для спуску або підйому. Зберігайте себе в місцях, де ризик поранення менший, наприклад, під стільцями, столами чи іншими місцями укриття.

Збереження спокою. Залишайтеся спокійними та обачливими. Використовуйте техніки релаксації, такі як глибокий подих, для зменшення стресу.

Опіка над дітьми та іншими вразливими групами. Надайте захист та заспокойте дітей, літніх людей та інших вразливих осіб. Забезпечте їм безпечне укриття та спокій.

Очікування сигналів безпеки. Враховуйте інструкції від служб безпеки та дотримуйтеся будь-яких сигналів евакуації чи порятунку. Будьте готові до можливості довготривалого перебування в укритті.

Після обстрілу. Ретельно оцінюйте оточення перед виходом з укриття. Намагайтеся уникати областей, де може бути небезпечно через невибухнувший або невибуховий матеріал.

Допомога пораненим. Викликайте екстрену медичну допомогу для поранених осіб. Надайте першу допомогу, якщо ви здатні це зробити безпечно.

Ці правила поведінки є загальними і можуть бути доповнені залежно від

конкретної ситуації та рекомендацій служб безпеки.

4.4 Висновки

У цьому розділі ми здійснили огляд розробленого сепаратора гною відповідно до нормативних документів та поточних вимог. Під час цього огляду було визначено вплив небезпек та шкідливих факторів на оператора, а також були запропоновані відповідні заходи для їх усунення та приведено правила поведінки в надзвичайній ситуації.

5 Економічна оцінка

В даному розділі ми будемо оцінювати економічну ефективність використання розробленого сепаратора гною. Для порівняння економічних показників розробленого та найближчого за конструкцією серійного сепаратора ми будемо враховувати експлуатаційні витрати, проводячи розрахунки для однакових робочих умов.

Витрати на заробітну плату

$$Z = n \cdot t \cdot f \cdot \delta \cdot D, \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

де n – чисельність обслуговуючого персоналу, люд.;

f – годинна тарифна ставка одного працівника, грн/год.;

t – тривалість роботи машини на добу, год.;

D – кількість робочих днів на рік;

δ – коефіцієнт нарахування на заробітну плату;

Добовий час роботи машини визначається виходячи з добового виходу гною на фермі.

$$t = \frac{G_{\text{доб}}}{Q_3} = \frac{n \cdot g}{Q_3}, \text{ год.}, \quad (5.2)$$

де $G_{\text{доб}}$ – добовий вихід гною по фермі, кг;

Q_3 – продуктивність сепаратора, кг/год.

n – поголів'я свиней на фермі, гол;

g – добовий вихід гною на голову, кг/гол.

Амортизаційні відрахування

$$A = \frac{B \cdot \alpha}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де B – балансова вартість шнекового сепаратора гною, грн.

α – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %.

Відрахування на ремонт і ТО вартість шнекового сепаратора гною

$$P = \frac{B \cdot \beta}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.4)$$

де β – коефіцієнт відрахувань на ремонт та ТО, %.

Витрати на електроенергію визначимо за формулою

$$E = N \cdot t \cdot D \cdot c_e, \text{ грн.}, \quad (5.5)$$

де N – потужність вартість шнекового сепаратора гною, кВт.;

c_e – вартість електроенергії, грн/кВт·год.

Загальні витрати

$$EB = Z + A + P + E, \text{ грн.}, \quad (5.6)$$

Економія витрат

$$EEB = EB_1 - EB_2, \text{ грн.}, \quad (5.7)$$

де EB_1, EB_2 – експлуатаційні витрати для прототипу та розробленого шнекового сепаратора гною відповідно, грн.

Термін окупності нового вартість шнекового сепаратора гною

$$P = \frac{B_2 - B_1}{EEB}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де B_1, B_2 – балансова вартість прототипу та розробленого шнекового сепаратора гною відповідно, грн.

Вихідні дані та результати розрахунків приведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники економічної ефективності сепаратора

№ з.п.	Показник	СМ 260	Сепаратор за розробкою
1	2	3	4
1	Чисельність обслуговуючого персоналу, люд.	1	1
2	Годинна тарифна ставка, грн/год.	120,6	120,6
3	Кількість робочих днів на рік	365	365
4	Поголівя свиней на фермі, гол.	3000	3000
5	Добовий вихід гною, кг/гол.	4,2	4,2
6	Добовий вихід гною по фермі, кг	12600	12600
7	Продуктивність сепаратора, кг/год	8000	40000
8	Тривалість роботи машини на добу, год.	1,58	0,32
9	Балансова вартість машини, грн.	560000	420000
10	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %	10	10
11	Коефіцієнт відрахувань на ремонт і ТО, %	8	8
12	Вартість електроенергії, грн/кВт·год	2,64	2,64
13	Потужність на привід, кВт	4	10,8
14	Витрати на заробітну плату, грн.	84582,51	16916,50
15	Амортизаційні відрахування, грн.	56000,00	42000,00
16	Відрахування на ремонт і ТО, грн.	44800,00	33600,00
17	Витрати на електроенергію, грн.	6070,68	3278,17
18	Експлуатаційні витрати, грн.	191453,19	95794,67
19	Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	95658,52
20	Термін окупності нового сепаратора, років	-	4,4

Техніко-економічна оцінка експериментального шнекового сепаратора гною показала, що в порівнянні з базовим він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок збільшення продуктивності та матеріалоемності. При витратах на реалізацію нової конструкції 420000 грн. отримано економію експлуатаційних витрат на рівні 95000 грн, отже строк окупності при впровадженні складе 4,4 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз теоретичних досліджень процесу поділу суспензій у промисловості та, зокрема, процесу поділу рідкого свинячого гною на фракції показав, що багатьма авторами знайдені залежності для визначення конструктивних та режимних параметрів машин, що реалізують процес. Проте знайдені залежності описують лише конкретний процес на конкретній установці, і в більшості випадків їх застосування утруднено при визначенні конструктивних і режимних параметрів пропонованої мобільної установки для поділу свинячого рідкого гною на фракції..

2. Базовим елементом мобільної установки є пристрій для поділу гною на фракції, виконаний у вигляді щіткового шнека встановленого в перфорованому жолобі. Процес поділу гною ділиться на 3 фази: фільтрування, зневоднення осаду та дожим осаду, що визначено конструктивними особливостями установки. Теоретичні дослідження дозволяють описати процеси в зонах фільтрування та зневоднення осаду. Встановлено, що продуктивність щіткового шнека залежить від фізико-механічних властивостей рідкого свинячого гною та продуктів його переробки, режимних та конструктивних параметрів установки, які будуть визначено експериментальним шляхом.

3. Експериментально підтверджено, що за вологості свинячого гною від 70 до 90% щільність його становить $1,070 - 1,022 \text{ т/м}^3$, при вологості більше 90% цей показник сягає $1,000 \text{ т/м}^3$. В'язкість рідкої фракції знаходиться в межах від $1,13 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ до $1,25 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Виходячи з добового виходу рідкого гною на свинарських фермах (від 27 до 324 м^3), продуктивність щіткового шнека як основного обладнання мобільної установки повинна варіювати від $22,0 \text{ м}^3/\text{год}$. до $44,0 \text{ м}^3/\text{год}$. Цій вимозі задовольняє шнек з діаметром витків $0,3 \text{ м}$ та кроком $0,15 \text{ м}$. Встановлено цикл роботи мобільної установки для свинарських ферм із різним поголів'ям. При $Q_{\text{ш}} = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ час циклу становить 60 хвилин. При $Q_{\text{ш}} = 40 \text{ м}^3/\text{год}$ цей показник знижується на 25% і становить 45 хвилин. Тоді змінна продуктивність мобільної установки при $Q_{\text{ш}} = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ становить 189

м³, а за $Q_{ш}=40$ м³/год – 205 м³. Сумарна потужність на привод робочих органів мобільної установки становить до 10,8 кВт.

4. Проведено огляд розробленого сепаратора гною відповідно до норматив-них документів та поточних вимог. Під час цього огляду було визначено вплив небезпек та шкідливих факторів на оператора, а також були запропоновані відповідні заходи для їх усунення та приведено правила поведінки в надзвичайній ситуації.

5. Техніко-економічна оцінка експериментального шнекового сепаратора гною показала, що в порівнянні з базовим він має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок збільшення продуктивності та матеріалоемності. При витратах на реалізацію нової конструкції 420000 грн. отримано економію експлуатаційних витрат на рівні 95000 грн, отже строк окупності при впровадженні складе 4,4 роки.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мазур Г.А. Підвищення родючості кислих ґрунтів. К.: Урожай, 1984. – 175 с.
2. Погорілий Л.В., Єрмоленко В.О. Загальні концепції створення біоконверсного комплексу // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції „Випробування, прогнозування і адаптація до виробничих умов вітчизняної та зарубіжної техніки і технології для рослинництва та тваринництва». – Дослідницьке: УкрНДІПВТ. – 1995 – С. 171
3. Технологія виробництва і переробки продукції свинарства : навчальний посібник / М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жижка, В. Нечмілов та ін. – Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. – 360 с.
4. 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
5. Гранично допустимі концентрації \ГДК\ та орієнтовні безпечні рівні діяння \ОБРД\ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць/Міністерство екології та природних ресурсів України.
6. Словарь-справочник по экологии / К. М. Сытник, А. В. Брайон, А. В. Гордецкий и др. — К.: Наук. думка, 1994. — 663 с.
7. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами / ТОМ 3, Донецьк, 2004.
8. Enteric Methane Emission from Pigs/ Henry Jørgensen, Peter K. Theil and Knud Erik Bach Knudsen //Aarhus University, Faculty of Science and Technology, Denmark.
9. Відомчі норми технологічного проектування. ВНТП – АПК 02.02. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), Мінагрополітики України, К.: – 2002. – 97 с.

10. Odour from Pig Production Facilities: Its Relation to Diet / P. D. Le, P. M. Becker, A. J.A. Aarnink, A. W. Jongbloed & C.M.C. Van der Peet-Schwering, March 2004.
11. Emissions from Animal Production Systems/ John W. Worley
12. Hazardous Pollution From Factory Farms: An Analysis Of Epa's National Air Emissions Monitoring Study Data//Environmental Integrity /March 2011.
13. Сайт фірми «SCHAUER Agrotronic GmbH» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.schauer.co.at>
14. Сайт фірми «Неофорс» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: www.neoforce
15. Інформаційний сайт з питань свиноводства [Електронний ресурс]/ Режим доступу: www.svinovodstvo.com.ua
16. Сравнение производственных затрат, доходов и рентабельности систем производства свиней / Ларсон Б.Д., Клибенштейн Д., Ханимен М. [и др.] // Сборник докладов Междунар. конф. “Возможности и перспективы альтернативного свиноводства”, 7–10 декабря 2002. – Днепропетровск, 2002. – С. 37–51.
17. Гнатюк С. Применение новых систем содержания в свиноводстве / С. Гнатюк // Свиноводство. – 2003. – № 3. – С. 28- 36
18. Сайт фірми «Big Dutchman» [Електронний ресурс]/Каталог продукції Режим доступу: <http://www.bigdutchman.de>
19. Сайт ООО НПК «ЭКО-СЕРВИС» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.ekoservis.com.ua>
20. Сайт фірми BAUER Group [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.bauer-at.com>
21. Сайт фірми FAN-SEPARATOR [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.fanseparator.com>
22. Напрямки раціонального використання органічних відходів тваринництва / І.А. Шевченко, В.М. Павліченко, О.О. Ляшенко // Техніка і технології АПК. – 2011. – 1(16). – С. 8-11.

23. Павленко С.І. Аналіз і обґрунтування технологічних процесів компостування сільськогосподарських органічних відходів тваринного походження / С. І. Павленко, О.О. Ляшенко, Д.М. Лисенко, В.І. Харитонов // Збірник наукових праць ВНАУ – 2012 – № 2.

24. Сайт фірми ABONO Group, LLC [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.abono>

25. Сайт фірми LANDCO SA [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.landco.lu> БІОГАЗОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В УКРАЇНІ. [Електронний ресурс]/Режим доступу: <http://biogascenter.googlepages.com>

26. Сайт фірми «Астрон» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://astron.far.ru/catalog/uap.html>, вільний. - Загл. з екрана. - мова рос.