

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет аграрних технологій та екології

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу виробництва сапропелевих добрив з розробкою механізму формування гранул»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІм - 21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною
програмою «Агроінженерія»

Новосад П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Пуць В.С..

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2024

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет

Кафедра

Галузь знань

Освітній ступінь

Спеціальність

Освітньо-професійна програма

аграрних технологій та екології

аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса

20 Аграрні науки та продовольство

магістр

208 Агроінженерія

Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса

доцент, к.т.н. С.М. Хомич

«30» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Новосаду Павлу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу виробництва сапропелевих добрив з розробкою механізму формування гранул

керівник роботи Хомич Сергій Миколайович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом ЛНТУ від «30» грудня 2023 р. № 445/01-02

2. Термін здачі студентом роботи 30 грудня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи Обробковий матеріал – органічний сапропель, фосфорит, калійна сіль; температура обробки – 100-120°C; тип мелючої – швабрюкерна; розробковий вузол – механізм формування гранул.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

к-сть листів

1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент	-	

7. Дата видачі завдання 30 грудня 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	17.06. – 01.07.2024 р.	Викон
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	20.08 – 31.08.2024 р.	Викон
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2024 р.	Викон
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	Викон
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	Викон
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2024 р.	Викон
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2024 р.	Викон
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2024 р.	Викон
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2024 р.	Викон
10	Нормоконтроль	до 04.12.2024 р.	Викон
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	04.12.– 14.12.2024 р.	Викон

Студент

Новосад П.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Хомич С.М.
(прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

Хомич С.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена дослідженню процесу виробництва сапропелевих добрив з розробкою механізму формування гранул.

У роботі представлені дослідження і теоретичні розрахунки механізму формування гранул, проведені експериментальні дослідження для визначення конструктивних та технологічних параметрів розроблюваного вузла.

Пояснювальна записка містить відомості про призначення та принцип роботи машин-аналогів. На основі відмінностей та удосконалень, запропоновано оновлену конструкцію механізму формування гранул і представлено її опис. Наведені відомості про технологічний процес роботи машини до якої входить розроблюваний вузол та властивості технологічного матеріалу, що обробляється. Наведена функціональна схема машини та обґрунтований технологічний процес її роботи.

У роботі представлені методики та обладнання для проведення експериментів. Виконані дослідження процесу формування гранул та підготовки матеріалу до роботи.

Проведені експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування експерименту та подані висновки.

Сапропель, добрива, гранула, подрібнення, суміш, обробка, транспортування, переміщення.

ABSTRACT

The master's qualification work is devoted to the study of the production process of sapropel fertilizers with the development of the granule formation mechanism.

The work presents studies and theoretical calculations of the granule formation mechanism, experimental studies were conducted to determine the structural and technological parameters of the developed unit.

The explanatory note contains information about the purpose and principle of operation of analog machines. Based on the differences and improvements, an updated design of the granule formation mechanism is proposed and its description is presented. Information on the technological process of the machine, which includes the developed unit, and the properties of the processed material are provided. The functional scheme of the machine and the justified technological process of its operation are given.

The work presents methods and equipment for conducting experiments. Studies of the granule formation process and material preparation for work have been carried out.

Experimental studies were conducted using the mathematical method of experiment planning and conclusions were presented.

Sapropel, fertilizer, granule, grinding, mixture, processing, transportation, movement.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	
ЗМІСТ.....	
ВСТУП.....	
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
1.1 Опис матеріалу що обробляється та технологічного процесу який досліджується	
1.2 Аналіз аналогів машин та робочих органів, що приймають участь у технологічному процесі.....	
1.3 Огляд теоретичних досліджень процесів подрібнення.....	
1.4 Висновки до розділу 1 і задачі досліджень.....	
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДРІБНЕННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ САПРОПЕЛЮ	
2.1 Описи запропонованої конструкції машини та удосконаленого механізму формування гранул	
2.2 Теоретичні обґрунтування параметрів та режимів роботи подрібнювача ОМД.....	
2.3 Висновки до розділу 2.....	
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКИ І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
3.1 Прилади, обладнання та апаратура для проведення досліджень.....	
3.2 Методика та результати самостійного зневоднення органічного сапропелю.....	
3.3 Методика та результати визначення липкості ОМС	
3.4 Методика проведення подрібнення сапропелю для формування гранул та результати досліджень.....	

3.5	Методика і результати визначення температури нагрітої поверхні та вплив її на зміну вологості гранул, а також здатності їх прилипати і змінювати величину
3.5.	Методика досліджень режимних параметрів картоплекопалки
3.6.	Висновки до розділу 3
4	МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ
4.1	Методика проведення три факторного експерименту
4.2	Результати дослідження режимних параметрів роботи механізму формування гранул
4.3	Висновки до розділу 4
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ
	ДОДАТКИ

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Опис матеріалу що обробляється та технологічного процесу який досліджується

Застосування органо- мінеральних добрив у рільництві є вкрай важливим етапом вирощування сільськогосподарських культур. На сьогодні все частіше починають звертати увагу саме на органічні чи органо-мінеральні поживні елементи. Одним з новаційних високо органічних сировинних продуктів є сапропель. Його використовують для пришвидшення розвитку і росту сільськогосподарських культур.

Вносять його в ґрунт, як в натуральному вигляді після зневоднення, так і у комплексі добрив на його основі. Це можуть бути ОМД, ОМС, компости, гумати, тощо. Визначальним елементом при виборі сировинного матеріалу є вміст в ньому органічної речовини, який повинен сягати понад 50..60%. Також при підборі поживних речовин під кожен вид рослини необхідно використовувати різноманітність добрив, з врахуванням їх післядії рекомендуємо вносити гранульовані чи сипкі органо-мінеральні добрива на основі сапропелю.

Основним матеріалом даних добрив є органічний сапропель, який утворюється на дні водойми, за рахунок розпаду рослинних продуктів і інших організмів. В перекладі сапропель означає гнилий мул він утворюється в підводних родовищах та в середовищі води без доступу повітря та кисню, з ним взаємодіє лише кисень який знаходиться у воді.

За рахунок довготривалого часу утворення і накопичення органічний вміст мінералізується і набуває вищої якості.

Для виробництва органомінеральних добрив необхідно щоб органічний міст у сапропелі був понад 50%, тоді його можна використовувати, як базовий елемент для виробництва добрив. Слід

зауважити що назва органічний походить від вмісту органіки а органічним сапропель починають називати з вмістом від 30%, в окремих джерелах інформації зустрічається 15...18%. [2, 11, 27, 40].

Органічна частина покладів сапропелю утворюється як у прісноводній водоймі так і морській. У прісноводній найчастіше його можна зустріти в озері за рахунок розкладу планктону, рослинності та решток, що потрапляють до води з суші. [1 - 3, 11, 27, 41].

Відповідно під час добуванні сапропелю з озерного родовища користуються умовами з розгляду його, як сировини для виробництва і формування добрив, а також як надлишкового матеріалу в озері ,який призводить до втрати його функціонування.

Вимоги які необхідно забезпечити для обох підходів під час добування різняться і встановлені технологією виробництва добрив і екостанціями природокористування відповідно.

Для обрання сировини, яка необхідна для виробництва ОМД в першу чергу потрібно мати дослідженими наступні характеристики:

- органічність сировини (максимально можливий з визначених характеристик родовища);
- вміст вологості (природна, яка зосереджена в покладах та максимально збережену в процесі добування);
- стан (природний, максимально збережений, без надмірного диспергування та переміщування. Важливим елементом для акваторії озера є унеможливлення здатності повторної евтрофії тобто після добування сапропелю з озера подальше його замулення.

Після отримання сапропелевої сировини, відповідно дослідження та вибору родовища і проведення добування з-під води, проходить процес підготовки сировини тобто зневоднення. Зневоднення як правило може бути природне – в геотубах чи на розстилі з подальшим ворухінням, та штучне – механічне, під дією теплової енергії, сушіння тощо.

Забезпечивши потрібний сировинний матеріал проводять дозування мінералів.

Інші компоненти для виробництва добрив це мінеральні частинки вони подаються у порошкоподібному вигляді де частинки складають приблизно 0,01...0,05мм.

Для виробництва ОМД можна застосовувати різні мінералізовані речовини та в переважній більшості для всіх культур поживними мінералами слугують N, P, K, тому варто на них зупинитись та виготовити ОМД у відсотковому співвідношенні «сапропель + N, P, K», в залежності від вмісту органіки у покладах сапропелю та потрібної поживної дії на росину. Звичайно вміст мінеральної частини може змінюватись по бажанню замовника та індивідуального виробництва. Зазвичай виробництво ОМД на основі сапропелю можебути «Premium» класу з вмістом N_{60...80}, P_{60...80}, K_{60...80}, «Standard» N_{40...60}, P_{40...60}, K_{40...60} і бути сталим для класу добрив «Normal» N_{20...40}, P_{20...40}, K_{20...40}. Слід зазначити, що внесення добрив з певним вмістом мінеральної частини потрібно проводити в дозах рекомендованих агрономом.

Сировинний сапропелевий матеріал для виробництва ОМД повинен бути попередньо підготовлений, тобто мати щонайменше 50% органічної речовини та зневоднений (віджатий, злежений, проморожений, тощо) до вологості 60%.

З точки зору цінності сапропелів то основним елементом живлення рослин у сапропелях є біологічно активні речовини так звані гумінові кислоти, дія яких на ріст та розвиток рослин забезпечується вмістом гумінового комплексу.

Гумінові кислоти володіють антибактеріальним середовищем та активізують в ґрунті процеси обміну речовин. Важливо є те що сапропель забезпечує засвоєння азоту рослиною на молекулярному рівні [28].

В середовищі ґрунту насиченому сапропелевими добривами (ОМД) формується та зосереджується мікрофлора збагачена біологічно-активними організмами, а це в свою чергу знижує активність шкідливих організмів патогенної мікрофлори (грибки, паразити тощо). Вітаміни які наявні в сапропелі це В (В1...В3, В6, В12), а також С і Е, разом з амінокислотами (яких налічується приблизно 17 видів), вони формують цінну групу біологічно активних речовин.

1.2 Аналіз аналогів машин та робочих органів, що приймають участь у технологічному процесі

При літературному огляді за тематикою подрібнюючі машини, установки обладнання тощо і технологічні процеси подрібнення зіткнулись з тим, що існує багато видів подрібнення в залежності від матеріалу що обробляється.

Подрібнення це найбільш поширена операцією в технологічному процесі підготовки суцільної маси матеріалу для використання. В результаті подрібнення утворюються частинки. За своєю величиною вони можуть бути різного розміру. Тому при подрібненні матеріалу слід дотримуватись пропорційності, щоб вихідні подрібнені частинки були приблизно однакової форми та маси. При виникненні неоднорідності проводять сепарацію, та це надто здорожчує процес.

За оцінкою ступеню подрібнення і гранулометричного складу частинки вихідного матеріалу після проведення подрібнення прийнято називати шматками.

Вцілому однією з характеристик процесу подрібнення, яка відображає кінцевий результат, являється ступінь подрібнення. Вона визначається відношенням сумарної поверхні частинок після подрібнення до сумарної поверхні до подрібнення.

На практиці часто процеси подрібнення komponують з іншими процесами наприклад подрібнення та одночасне завантаження, подрібнення та сушіння, подрібнення та змішування, тощо. Тому самі подрібнювальні машини можуть бути розміщені як складові агрегати машини.

Досить багато конструкцій подрібнювальних машин є для твердих матеріалів, оскільки даний матеріал найпростіше подрібнюється.

Щодо подрібнення такого матеріалу то, як правило воно відбувається за рахунок процесів різання, рубання та удару. Охарактеризуємо окремі з них.

Для подрібнення залишків гілля дерев використовують котушковий ніж та протирізальний механізм (рис. 1.1), у такому пристрої відбувається процес різання з кришенням.



Рисунок 1.1 – Подрібнювач для кущів та малої деревини: 1 – корпус, 2 – ніж, 3 – деревина, 4 – протирізальна пластина

За такою технологією можна подрібнювати тверді циліндричні матеріали невеликих розмірів тобто тонкі гілляки та невеликі стовбури дерев. Щоб використати цю машину для роботи з в'язкими матеріалами і подрібнювати ОМД на основі сапропелю то бажаний процес не

задовольнятиме результатів і не набуде успіху у роботі, через налипання на ножа матеріалу та унеможливлення його відриву від загальної маси.

У тваринництві для подрібнювання сухих кукурудзяних стебел зерна, сіна, качанів, зеленої маси і коренебульбоплодів та макухи використовують дробарку КДУ-2 (рис. 1.2). Дана машина застосовується і для приготування кормових сумішей до складу яких може входити кілька компонентів, а також рідкі добавки.

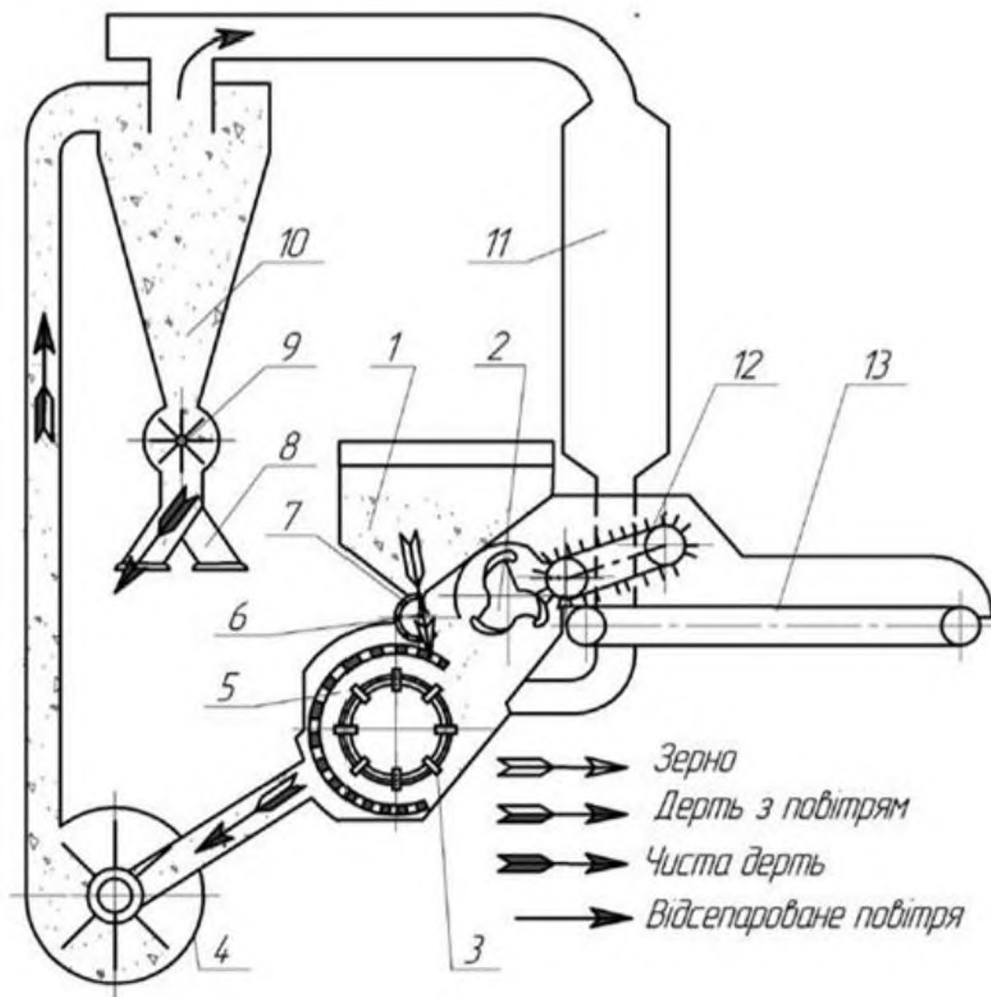


Рисунок 1.2. функціональна схема кормодробарки (подрібнювача кормів) КДУ-2. 1 – бункер; 2 – барабан; 3 – молотковий ротор; 4 – вентилятор; 5 – решето; 6 – сепаратор з магнітовловлювачем; 7 – дросельна заслінка; 8 – вивідні вікна; 9 – затвор; 10 – циклон; 11 – фільтр; 12 – притжимний транспортер; 13 – живильний транспортер.

На великих фермах і спеціалізованих комплексах де в масштабних кількостях вирощують велику рогату худобу, для формування раціональних кормів шляхом переробки грубих кормів у розсипному вигляді застосовують причіпну дробарку-подрібнювач (рис 1.3)

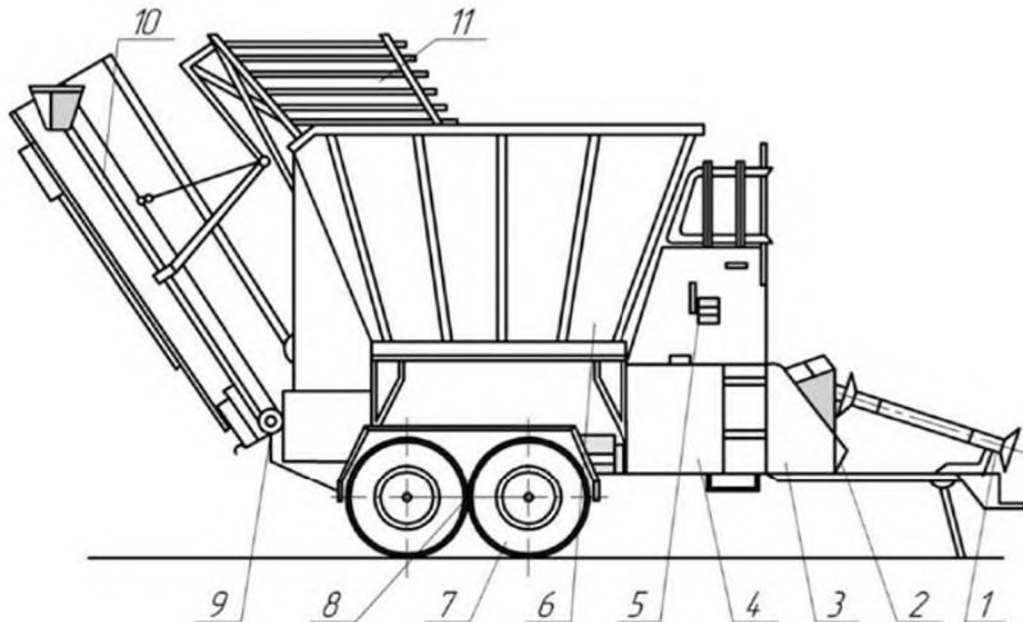


Рисунок 1.3. Дробарка-подрібнювач: 1 – вал; 2 – мультиплікатор; 3 – рама; 4 – гідравлічний привід; 5 – оглядова рампа; 6 – бункер; 7 – шасі; 8 – горизонтальний транспортер; 9 – пристрій для опускання; 10 – похилий транспортер; 11 – завантажувальний щит.

Подрібнення переважно відбувається таких матеріалів, як рулони або тюки зв'язані шпагатом. Дана машина також виконує функцію завантаження подрібненої маси в причепи або транспортні засоби.

Привод робочих органів здійснюється від вала відбору потужності тракторів класу 3кН або 5кН. Основними конструктивними та робочими елементами подрібнювача є бункер зі рухомим бортом, молотковий ротор, сепараційне змінне решето, похилий і горизонтальний розвантажувальні транспортери, гідропривод власне шасі та мультиплікатор.

Для подрібнення вязкої маси такі машини не ефективні, це пояснюється тим що вони конструктивно не спроможні працювати з такими матеріалами.

Для отримання частинок каменя менших фракцій, штучного піску, подрібнення руди, підготовки сировин для цементних млинів, виробництва добрив і хімічної сировини використовують пружинно конусну дробарку (рис 1.4).

Одним словом обробляють матеріали високої абразивності з міцністю на стиск до 300МПа в мокрому та сухому варіантах. Ця машина теж не пристосована до роботи з в'язким матеріалом, який потрібно з суцільної маси поділити на частинки.

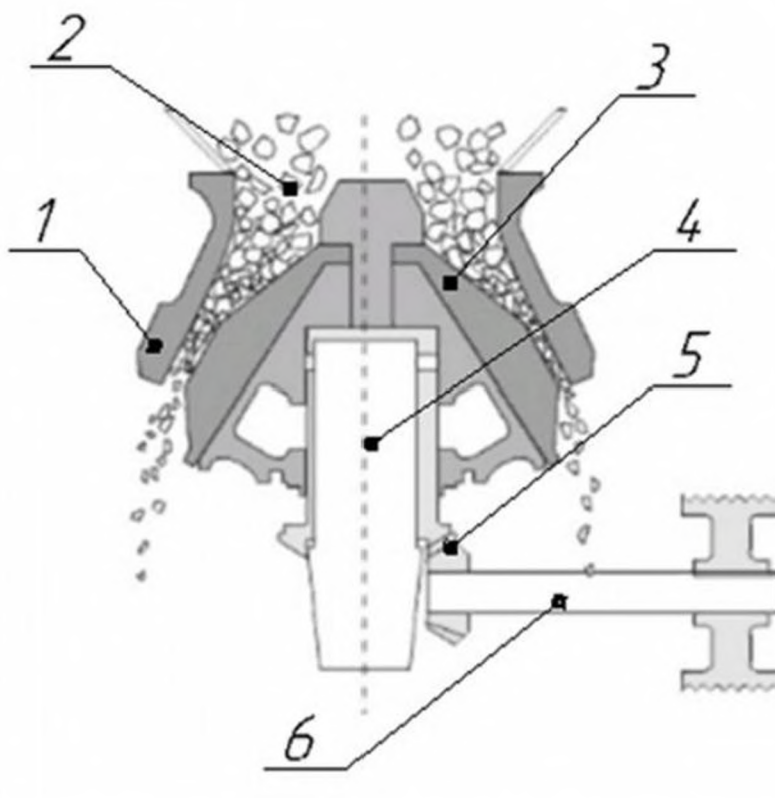


Рисунок 1.3. Пружинна дробарка: 1 – верхній ударний кожух; 2 – матеріал, 3 – конус; 4 – центральний вал; 5 – зубова конічна передача; 6 – привід

Для подрібнення рулонів з стеблевих культур на шматки довжиною 10...1,5мм застосовують барабанний подрібнювач з ножами (рис 1.4). Дана машина легко справляється з поставленою задачею, та дає задовільні результати. Застосувати її для подрібнення вязкої суміші неможливо, оскільки функціонально дана конструкція не призначена для такої роботи.



Рисунок 1.4. Подрібнювач рулонів: 1 – захисний кожух, 2 – ніж, 3 – навіска трактора, 4 – рулон, 6 – навантажувач.

Отже з аналізу інформації стає зрозуміло, що застосування проаналізованих машин для роботи з в'язким матеріалом не є доцільним. В переважній більшості подрібнення відбувається твердих матеріалів за допомогою леза та швидкості його обертання. У окремих випадках подрібнення відбувається за рахунок, удару, рикошету, биття, тертя, стиснення, тощо. Тому необхідно користуватись іншим підходом до проблематики та створювати нову машину для подрібнення речовини типу сапропель та суміші на його основі. На нашу думку для подрібнення сапропелевої сировини на частинки, варто застосувати метод видавлювання через отвори, або витискування через циліндри. За рахунок чого буде отримано циліндроподібні шматки різної довжини, які в процесі обробки будуть самостійно кришитись на дрібніші частинки.

1. 3 Огляд теоретичних досліджень процесів подрібнення

Для досконалого вивчення питання подрібнення суміші сапропель+ мінеральна частина необхідно провести пошук подібних теоретичних обґрунтувань за тематикою.

Так П.А. Ребіндер [5] запропонував оцінку роботи на подрібнення залежністю, яка являється основою теорії подрібнення:

$$A = f(\Delta v) + f_1(\Delta S), \quad (1.1)$$

Δv – об'єм деформованої частини тіла;

ΔS – приріст питомої поверхні продукту.

Для розрахунку середнього розміру частинок Вилесов Н.Г. [11] пропонує залежність в якій приймає, що рушійна сила подрібнення є сила зчеплення частинок:

$$d_{cp} = d_0 \cdot \exp m \cdot (Q_{ж} - Q_0)^n, \quad (1.2)$$

d_{cp} – еквівалентний діаметр;

d_0 – діаметр частинки в початковий момент утворення;

$Q_{ж}$ – вміст рідкої фази;

Q_0 – вміст рідкої фази в момент початку подрібнення;

m, n – емпіричні коефіцієнти.

Щодо визначення фракційного складу суміші у джерелі [1] проведені ґрунтовні дослідження і запропоновано залежність для його встановлення:

$$\eta = \beta^{4/6} \cdot \int_{r_1}^{r_2} r^3 \cdot \exp(-\beta \cdot r) dr, \quad (1.3)$$

η – дольовий вміст фракцій від r_1 до r_2 ;

$$\beta = \frac{\rho_0}{\alpha \cdot \tau_{cp}} \quad (\tau_{cp} \text{ – час перебування частки під дією сил ущільнення});$$

ρ_0 – щільність частинок суміші;

α – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей матеріалу.

У дослідженнях [4] запропонована залежність для визначення роботи на предмет руйнування суцільної маси на окремі шматки. Таку залежність можна застосовувати при розрахунках тарільчастих подрібнювачів з активатором.

$$A_p = \frac{m \cdot \pi^2}{2} \cdot \frac{D^2}{10} \cdot \left(\frac{n_2^2}{10} + 2 \cdot n_1 \cdot n_2 \right). \quad (1.4)$$

m – маса шматка кг;

D – діаметр тарілки м,

n_1 – частота обертання тарілки, с^{-1} ;

n_2 – частота обертання активатора, с^{-1} .

1.4 Висновки до розділу 1 т задачі досліджень

1. Проведений огляду матеріалу свідчать про те, що підготовлений сапропель є найкращою базовою органічною сировиною, для ОМД. Найефективніша мінеральна частина це N, P, K дозується згідно технічного завдання. В свою чергу запаси покладів сапропелю говорять про те, що його необхідно якнайшвидше реалізовувати.

2. Засоби подрібнення суміші сапропелю та мінеральної частина на самостійні шматки сьогодні мало відомі. Аналоги для подрібнення не призначені працювати з в'язким і зволженим матеріалом, тому потрібно створювати нові конструкції та застосовувати метод видавлювання через отвори, або витискування через циліндри. За рахунок чого буде отримано циліндроподібні шматки різної довжини, які в процесі обробки будуть самостійно кришитись на дрібніші частинки.

Для виконання завдання необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз технологічних процесів подрібнення в'язких матеріалів та на цій основі запропонувати теоретичні обґрунтування процесу подрібнення матеріалу типу сапропель;
- обґрунтувати конструктивну схему та технологічний процес подрібнювача;
- запропонувати методики і результати досліджень природного зневоднення органічного сапропелю, сумішоутворення сапропель+ N, P, K та подрібнення;
- представити експериментальні дослідження і техніко-економічну оцінку ефективності використання розробленого подрібнювача.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДРІБНЕННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ САПРОПЕЛЮ

2.1 Описи запропонованої конструкції машини та удосконаленого механізму формування гранул.

Виробництво ОМД на основі органічної сапропелевої сировини потребує перегляду традиційних способів виготовлення, технологій, машин. на сьогодні необхідно реалізовувати нові технології та запропоновувати нові процеси і технологічних схеми машин, ефективність яких підтверджувати теоретичними обґрунтуваннями та дослідженнями.

Відповідно щоб виготовити ОМД потрібно запропонувати схему машини, та охарактеризувати процеси які там відбуваються.

В першу чергу ми розглянемо матеріал з якого вони будуть виготовлятися це – сировина органічного сапропелю природно зневоднена до 70% вологості, та мінеральна частина це – порошкоподібний та мукоподібний матеріал вологістю 15%.

Кінцевим варіантом продукту (ОМД) мають бути гранулоподібні частинки еквівалентним діаметром 6...10мм вологістю 60...55%

Для отримання такого результату необхідно використати багатофункціональну машину та кілька процесів і операцій.

Функціональна схема запропонованої машини представлена на (рис. 2.1.) з послідовністю виконання технологічного процесу.

Робота машини проходить за допомогою наступної послідовності. Добутий з покладів озерного родовища та зневоднений природнім шляхом сапропель до вологості 70% разом з мінеральною складовою у потрібній дозі потрапляють у верхню частину приймального бункера де змішується до однорідної суміші за допомогою ворушилок. Далі з верхнього бункера суміш потрапляє до нижнього за рахунок відкривання шибра і шнековим

транспортером порційно потрапляє до так званого подрібнюючого пристрою який і формує гранули. Бункер додатково оснащений вібробудувачем для унеможливлення прилипання суміші до стінок і ворушилок.

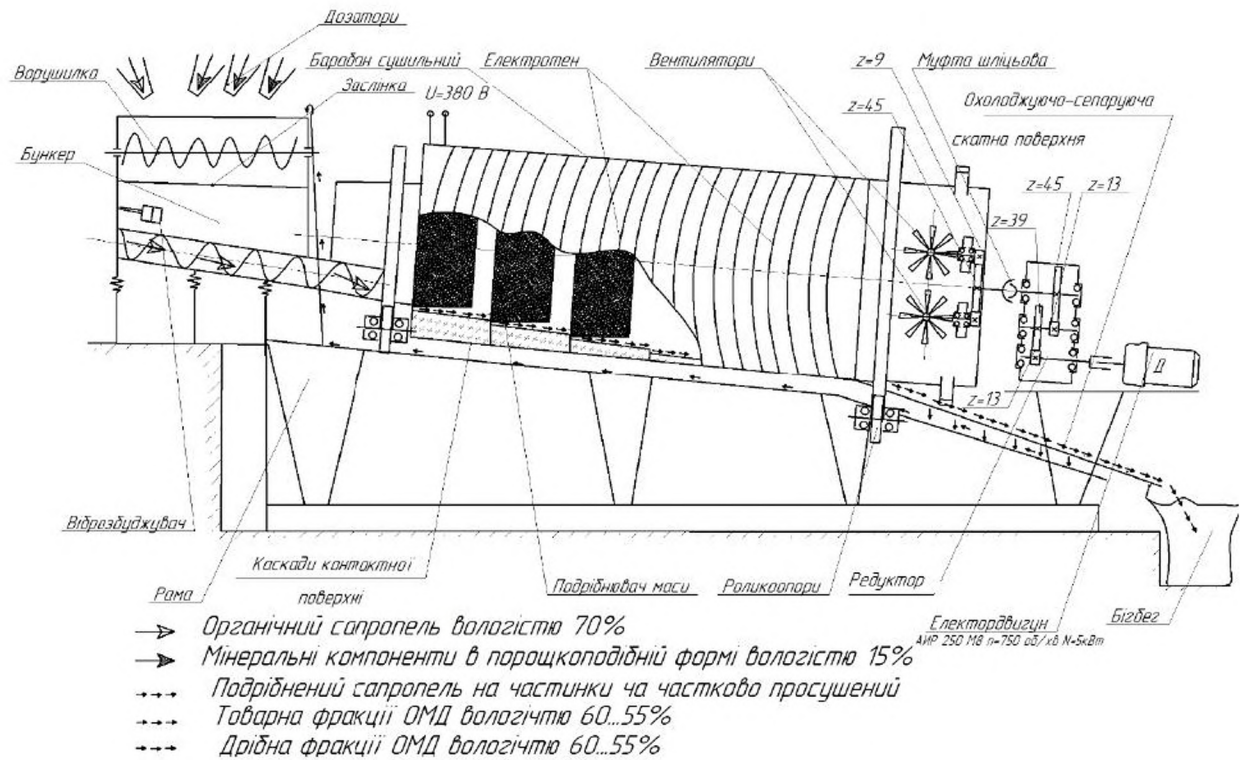


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва ОМД на основі органічного сапропелю.

Механізм формування гранул або подрібнювач суміші знаходиться в середині барабану і складається з перфорованого циліндра та котків (роликів) (рис. 2.2). За принципом роботи він працює по наступній схемі. При обертанні барабану перфорований циліндр теж обертається а вали роликів змонтовані жорстко, сам ролик обертаються навколо своєї осі. Органо мінеральна суміш потрапляє на перфоровану поверхню та за рахунок накочування на неї ролика продавлюється через отвори перфорованого циліндра. Потім частинки потрапляють на сушильну

поверхню просушуються та знову потрапляють у наступний подрібнюючий пристрій. Такі процеси проходять тричі, після останнього частинки лише контактно сушаться, перекочуються по циліндричній поверхні та набувають подібність гранул.

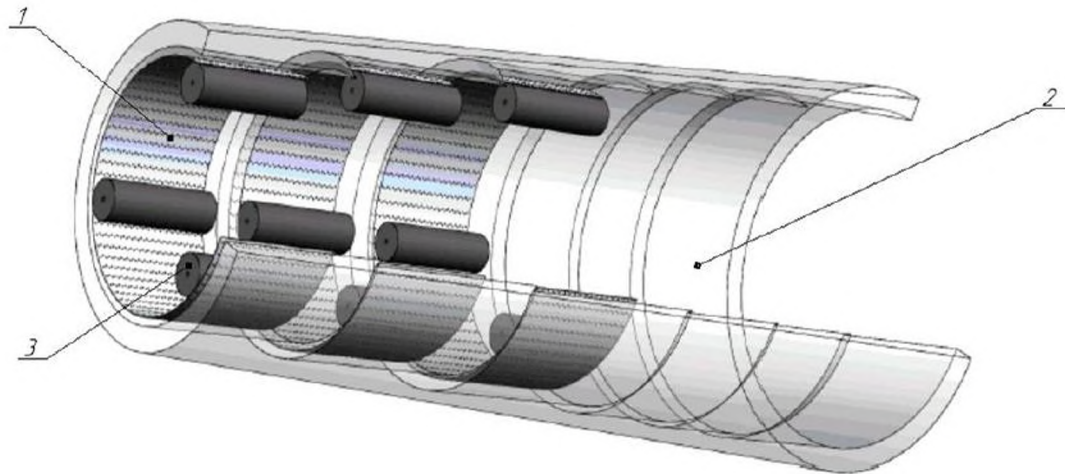


Рисунок 2.2 – 3D-модель подрібнююча пристрою: 1 – перфорований циліндр, 2 – каскадна сушильна поверхня, 3 – ролик.

Сушіння подрібненої суміші відбувається на циліндричній контактній сушильній поверхні за рахунок їх взаємодії та перекочування. Також відвід вологого повітря за рахунок випаровування проводиться вентилятором, шляхом продування атмосферним повітрям.

Під час просушення гранули зменшуються в об'ємі і набувають твердості, а вологість остаточного продукту повинна становити в межах 50...45%

Згодом гранули потрапляють у охолоджуючу камеру, розподіляються за фракційним складом, звідки товарна фракція потрапляє у біг беги а дрібна повертається до наступного обробітку тобто до бункера на переробку.

Матеріал з якого виготовлена каскадна контактна поверхня – є кераміка, тому що саме така поверхня має найменший коефіцієнт липкості.

Запропонований подрібнювач органомінеральної суміші можна з успіхом застосовувати для виробництва ОМД та використовувати в комплексі з барабанною контактною сушарки. Подрібнювач повністю забезпечує виконання однієї з операцій технологічного процесу виробництва ОМД.

2.2 Теоретичні обґрунтування параметрів та режимів роботи подрібнювача ОМД

Для обґрунтування процесу подрібнення органо мінеральної суміші необхідно провести обґрунтування схеми машини, запропонувати розрахункову схему, виконати моделювання, відобразити схематичні проекції та запропонувати теоретичні залежності. Шляхом виконаних розрахунків підібрати режими роботи подрібнювача та запропонувати ефективні його параметри.

Тому розглянемо задачу щодо визначення форми поздовжньої лінії контакту котка з деформівною органо-мінеральною сумішшю при коченні котка по перфорованій поверхні циліндричної форми та продавлювання суміші. Розрахункова схема процесу представлена на рис. 2.3.

Коток приймаємо у вигляді невагомго кільця з зовнішнім радіусом, що становить r_0 , і шириною, що являється довжиною перферованого барабана b_n , який рухається в попутному напрямку з барабаном за годинниковою стрілкою.

Зміни, що відбуваються за рахунок перекочування секторів в межах кута $d\varphi$, при переході з куту φ положення в нове, яке визначається кутом $(\varphi - d\varphi)$, отриман диференціальне рівняння:

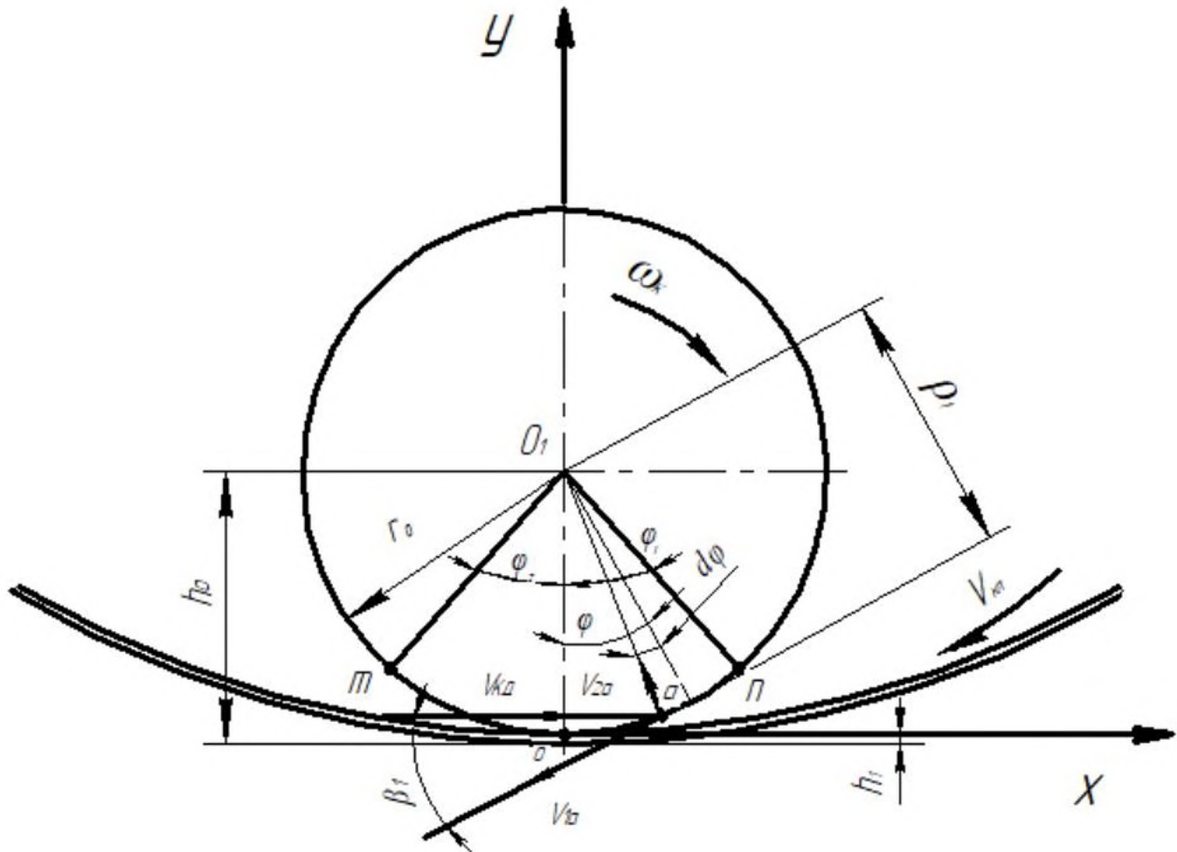


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема визначення форми поздовжньої лінії контакту котка з деформівною органо-мінеральною сумішшю при коченні котка по перфорованій поверхні циліндричної форми.

$$h_0 \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} d\varphi - (1 + m_1) d\rho_1 \dots \dots \dots (2.1)$$

де $m_1 = (dl_1 / dt) / (d\rho_1 / dt) = dl_1 / d\rho_1$ - відношення швидкості деформування суміші до швидкості деформування котка; h_0, l_1, ρ_1 – лінійні розміри.

Після його інтегрування отримано:

$$\frac{h_0}{\cos\varphi} - (1+m_1)\rho_1 = K \dots\dots\dots(2.2)$$

При початкових умовах кут $\varphi = \varphi_1$, маємо $\rho_1 = r_0$. Отримано рівняння для передньої ділянки тобто ділянки котка, яка наїжджає на суміш і утворює поздовжню лінію контакту котка з сумішню та перфорованим барабаном у полярних координатах ρ_1 і φ_1 .

$$\rho_1 = r_0 - \frac{h_0}{1+m_1} \left(\frac{1}{\cos\varphi_1} - \frac{1}{\cos\varphi} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

Аналогічним є рівняння і для задньої ділянки, яка після прокочування по суміші розвантажується.

$$\rho_1 = r_0 - \frac{h_0}{1+m_2} \left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1 \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

де $m_2 = (dl_2 / dt) / (d\rho_2 / dt) = dl_1 / d\rho_1$ відношення швидкостей відновлення холостого ходу котка до швидкості деформації суміші.

Оскільки поверхня перфорованого барабана не деформується, то модель форми поздовжньої лінії її контакту з котком рівнянні (2.3-2.4) набудуть наступного вигляду:

$$\rho_{1,2} = r_0 \cos\varphi_1 / \cos\varphi \dots\dots\dots(2.5)$$

Дане рівняння в полярній системі координат відповідатиме прямій лінії, а при $m = \infty$, отримаємо

$$\rho_{1,2} = \rho_0 = r_0 \dots\dots\dots(2.6)$$

Передумови, які необхідно представити для визначення моделі взаємодії котка і перфорованого барабана при подрібненні наступні:

- оскільки з лопаті шнека (шнек однозахідний) ОМС поступатиме на перфоровану поверхню порційно, то робота виконуватиметься періодично, а барабан буде рухатись постійно.

- коток (рилик) розглядається без зв'язку з роботою машини при зміні діючих сил і моментів, тобто приймаєм, що його кутова швидкість $\omega_k = \text{const}$;

- вісь обертання ролика є нерухомою, а опорна поверхня рухається зі швидкістю $V_{\text{кл}}$;

- проковзування ролика відносно перфорованої поверхні оцінюється коефіцієнтом проковзування ψ ;

- ролик рухається рівномірно навколо своєї осі і прямолінійно, а перфорований барабан навколо нього;

- задача вирішується як плоскопросторова.

Згідно аналізу руху точки a поверхні циліндричного котка (рис. 2.3), в області контакту з перфорованою циліндричною частиною під час роботи тобто переміщення, запропоновано рівняння для визначення швидкостей руху даної точки у двох зонах. Переміщення будуть різнитися при забір суміші у зоні завантаження тобто наїзджанні на суміш, і у зоні вільного ходу – розвантаженні після протискування суміші через перфорацію, а у точці O відбуватиметься сам процес протискання суміші.

Залежність переміщення для зони (nO) котка, яка наїжджає на суміш і буде навантажена набуде вигляду:

$$V_{1a} = \frac{d\rho}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = d_1 \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} \omega_k \dots\dots\dots (2.7)$$

Залежність переміщення для зони котка після прокочування суміші яка подалася через шнековий завантажувач тобто зони, яка розвантажена набуде вигляд.

$$V_{2a} = d_2 \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} \omega_k \dots \dots \dots (2.8)$$

Швидкість V_a точки a котка знаходиться по дотичній лінії контакту з перфорованою поверхнею і визначається:

$$V_a = \sqrt{V_{1a}^2 + V_{2a}^2} \dots \dots \dots (2.9)$$

Швидкість проковзування котка відносно перфорованого циліндра, що знаходиться в точці a , буде становити:

$$\Delta V_{\Pi a} = V_{1a} - V_{2a} \dots \dots \dots (2.10)$$

Або відповідно для навантаженої зони та розвантажуваної:

$$\Delta V_{\Pi 1a} = \omega_k \sqrt{\frac{d_1^2 + c_1 \cos^3 \varphi (c_1 \cos \varphi + 2d_1 V)}{\cos^2 \varphi}} \cdot V_{\kappa \Delta} \frac{\cos \varphi}{\sin(90^\circ + \varphi - \beta_1)} \dots (2.11)$$

$$\Delta V_{\Pi 2a} = \omega_k \sqrt{\frac{d_2^2 \sin^2 \varphi + (c_2 - d_2)^2 \cos^4 \varphi}{\cos^2 \varphi}} \cdot V_{\kappa \Delta} \frac{\cos \varphi}{\sin(90^\circ + \varphi - \beta_1)} \dots (2.12)$$

Поступальна швидкість точки O визначають з залежності:

$$V_{\kappa\Delta} = \frac{\omega_{\kappa}}{\theta_0} \left[r_0 - \frac{h_0}{1-m_1} \left(\frac{1-\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1} \right) \right] \dots\dots\dots(2.13)$$

Модель перевіримо на адекватність для взаємодії ОМС котка та перфорованої поверхні, що деформується. У такому випадку $m_1=m_2$, $d_1=d_2=\rho_0$, $\beta_1=0$, швидкість проковзування становитиме:

$$\Delta V_{\text{па}} = \left(\frac{1}{(1-\delta)\cos^2\varphi} - 1 \right) \omega_{\kappa} \rho_0 (1-\delta) \dots\dots\dots(2.14)$$

де δ – коефіцієнт буксування.

Проведемо графічний розрахунок та встановимо швидкість ковзання при різних кутах обертання котка (рис 2.4.)

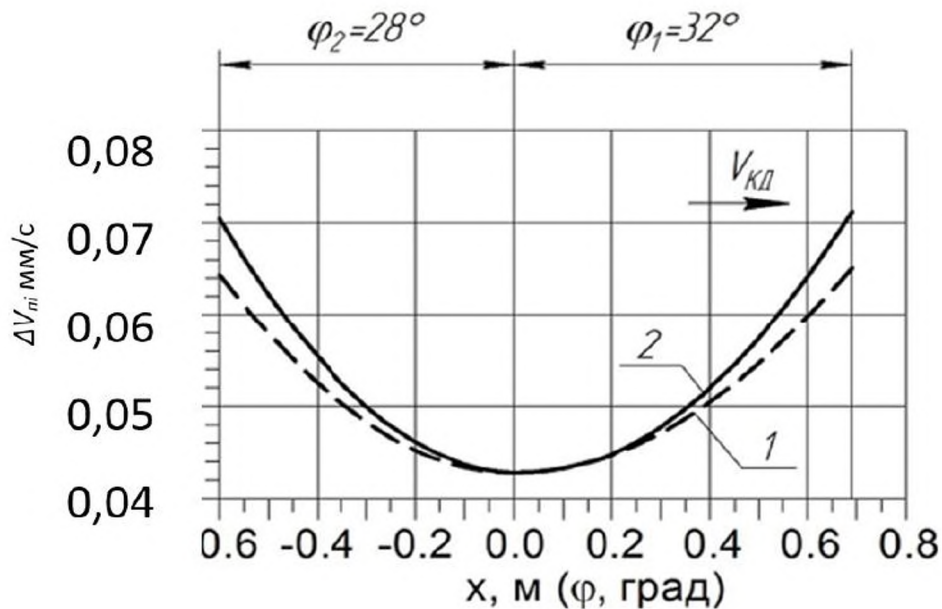


Рисунок 2.3. Графічні залежності швидкості проковзування котка з змінними кутами кочення: 1 – крива без матеріалу (для холостого ходу), 2 – крива при використанні ОМС.

Аналіз графічних залежностей покаже, що при взаємодії котка з ОМС проковзування зростає, отже шлях руху котка – збільшується. Відповідно це критично не впливає на деформацію ОМС і продавлювання матеріалу через перфорацію, та за рахунок оптимального підбору діаметра котка та діаметра перфорованої поверхні, та отримання взаємної залежності між ними кутом β_1 , можна досягти мінімального проковзування, що дасть можливість підвищити технологічну ефективність подрібнювального пристрою.

2.3 Висновки до розділу 2

На підставі проведених теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Синтез подрібнювачів матеріалів на шматки дозволив отримати конструкцію подрібнювача в'язких матеріалів, який встановлюється у барабанну сушарку з контактнo-каскадною поверхнею. На основі запропонованої технології для виробництва ОМД обґрунтований процес роботи машини, яка максимально відповідає вимогам до вихідного продукту.

2. Аналіз запропонованої технології подрібнення і конструкції подрібнювача дозволив розкрити фізичну сут процесів, які там відбуваються і теоретично встановити параметри проковзування котка, а також обґрунтувати доцільність використання саме такого подрібнювача.

3. Отримана теоретична залежність математична модель процесу вентильовання матеріалу в сушарці у вигляді системи диференціальних

рівнянь, дозволяє дослідити вплив конструктивно-технологічних параметрів сушарки процесу подрібнення і сушіння.

3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКИ І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕН- ТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Прилади, обладнання та апаратура для проведення досліджень

Щоб провести певні дослідження необхідно мати відповідне обладнання та вміти ним користуватись.

Щодо обладнання для добування сапропеливої сировини то даний пробовідбірний пристрій складається з рухомої та нерухомої півгільз та подовжувальних штанг (рис 3.1). Рухома півгільза прикріплена до штанг та обертається всередині нерухомої на кут 180° .

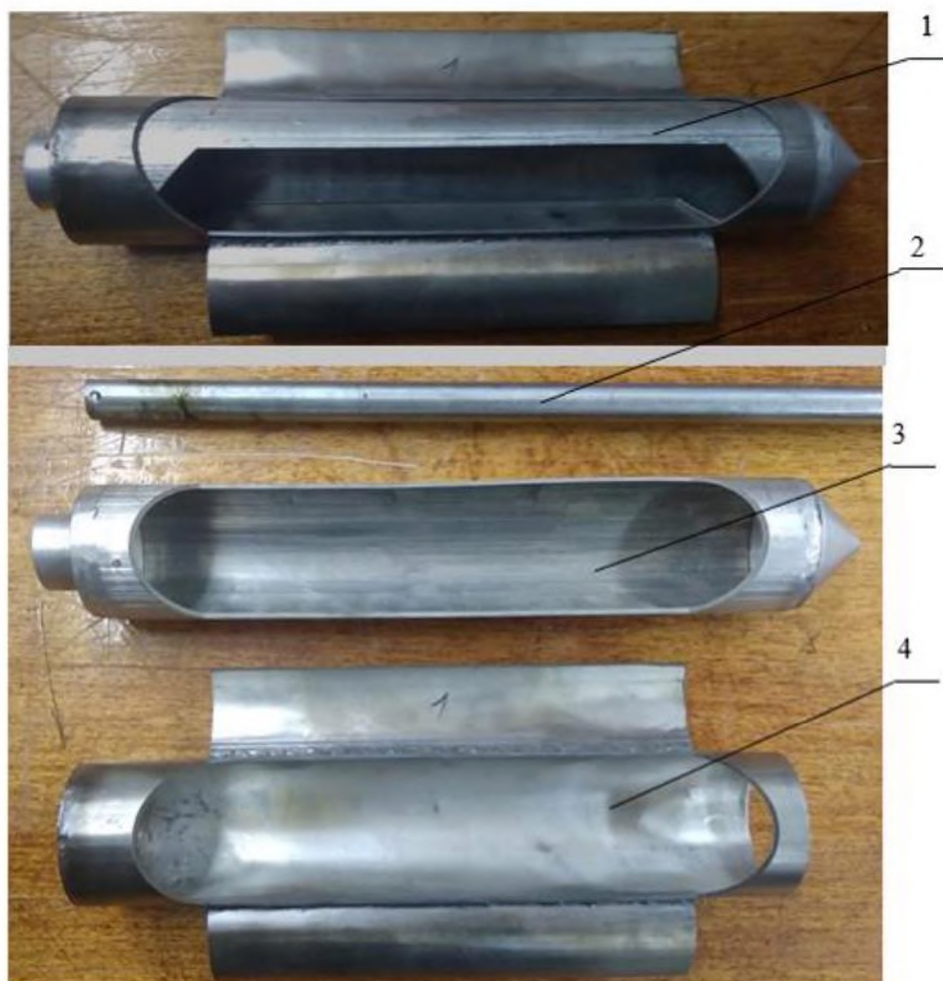


Рисунок 3.1 – Фото пробовідбірника: 1 – забірник; 2 – подовжувальна штанга з фіксаторами; 3 – не рухома півгільза; 4 – рухома півгільза

При роботі пристрій занурюють на певну глибину у такзваному відкритому вигляді, тобто коли дві півгільзи однаково розміщені одна від одної та боковими зрізами направлені в одну сторону. Коли порожнина рухомої півгільзи заповнюється покладами сапропелю то провертають її відносно нерухомої і таким чином закривають потраплені поклади від попадання води та виймають на поверхню. Таким чином відбувається відбір проб з кожного метра залягання покладів, для визначення їх фізико-механічних властивостей.

Обладнання, яке необхідне для досліджень зосереджена на (рис. 3.2) ми застосовували для визначення липкості сапропелю.

В основу даного інструменту входить штатив 1, на якому закріплена направляюча втулка 2 із штоком 3, а штока знизу вже кріпиться круглий штамп 4. Також до штоку кріпиться і динамометр 6, з іншої сторони, а штамп контактує сапропелями зосередженими в резервуарі 5.

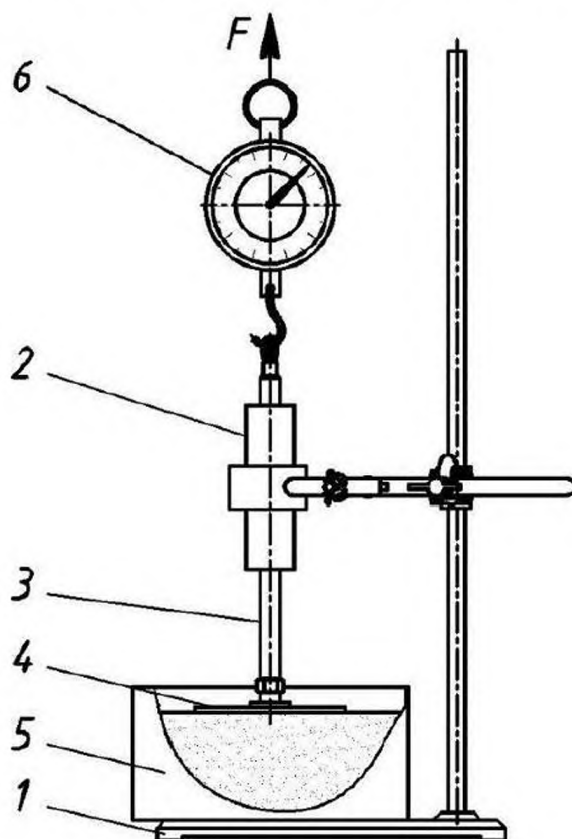


Рисунок 3.2 – Обладнання для визначення липкості ОМД на основі сапропелю

Також використовували лабораторне обладнання представлене на (рис. 3.3), для визначення твердості гранулоподібних частинок при зміні вологості подрібнених ОМД. Установка виконана за принципом похилої площини, яка досліджує вміст вологи у гранулоподібному матеріалі від якої залежить твердість і визначає значення кочення частинок ОМД.

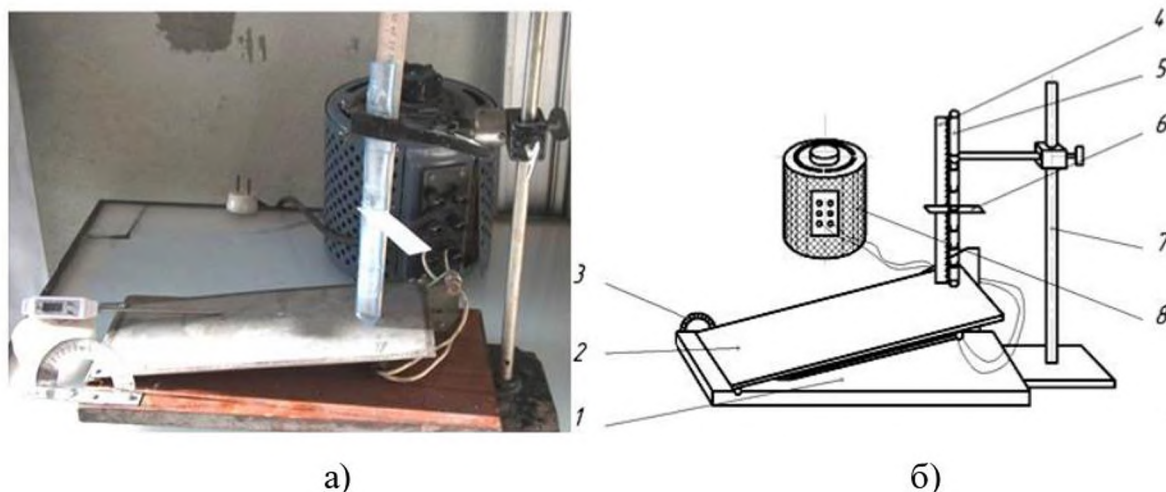


Рисунок 3.3 – Фото (а) та схема (б) установки для визначення кута кочення та твердості частинок відносно вмісту вологи: 1 – корпус; 2 – нагрівальний елемент; 3 – транспортер; 4 – лінійка; 5 – завантажувальна труба; 6 – стартовувальна пластинка; 7 – штатив; 8 – трансформатор

Оскільки для виробництва ОМД завантажують компонент сапропелю не у природному вигляді (той який знаходиться у родовищі), а зневоднений. То для зневоднення сапропелю використовували так звані геотуби. При проведенні такого експерименту досліджували вологовідвід сапропелю, який зосередженого в тканині. Відповідно проводили підбір тканини та проводили експеримент.

До уваги брали три види тканини:

- виготовлену з текстильного матеріалу – полімід – 82% вмісту та еластин – 18%, щільністю 40 ден;
- вологопоглинаюча тканина з мікрофібри – 30% нейлону, 70% -- поліестеру, щільністю 130 г/м²;

- ллянна тканина 100% льону; щільність 440г/м².

Методика досліджень заключалась в наступному з даного матеріалу виготовляли циліндричний геотуб (мішок) довжиною приблизно 1м та діаметром 0,2м та наповнювали його сапропелем вологістю 96%. Вага органічного сапропелю зосереджена в геотубі становила 10 кг. Після цього мішок укладали горизонтально на ґрунт і лишали на 48 год., для відлежування. Після закінчення терміну відлежування визначали кінцеву вологість і масу сапропелю та порівнювали з початковою. Періодичність такої перевірки продовжували до того моменту коли початкова і кінцева маси і вологість залишалась незмінною. Цей результат означав, що дослід можна припиняти, оскільки вологоємність досліджуваного матеріалу самовільно припиняла зменшуватись.

З досліджень встановили, що вологість сапропелю який відбирався з озерного родовища Рогізне та влаштовувався у геотуби становила 96%. То після відлежування за методикою описаною вище, відбирали проби відлежаних покладів та визначали вологість сапропелю природного зневоднення в геотубі (рис. 3.4), та важили всю масу з геотубом. Для цього використовували відповідні залежності:

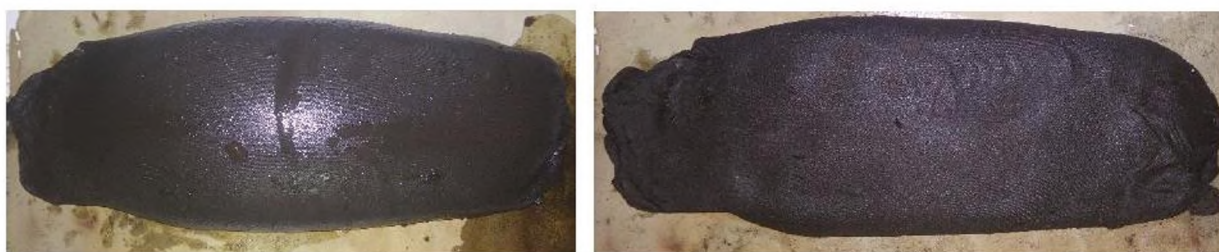
Визначення вологості (W) у відсотках:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\%, \quad (3.1)$$

де m_1 – маса наважки до відстоювання, кг;

m_2 – маса наважки після відстоювання, кг;

m – маса наважки, кг.



а)

б)

Рисунок 3.4 – Фото експериментальних досліджень природного відлежування сапропелю в геотубі: а) – перші хвилини процесу; а) – після 48 год.

Визначення маси води яка відтікла проводили методом зважування маси сапропелю та різниці показів.

Згідно підтвердження адекватності досліду після першої перевірки, залишили сапропель відлежуватись ще на 48 год. тобто на 96год, потім до 144год, та 196год. табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати досліджень природного зневоднення сапропелю через матеріал геотубу

№	1. Текстильний матеріал – 82% - полімід, 18% - еластин, щільність 40 ден				2. Вологопоглиначка тканина з мікрофібри – 30% - нейлону, 70% - поліестеру, щільність 130 г/м ²					3. Лляна тканина 100% льону, щільність 440г/м ²					
	Час відтікання год., / Показник вологості %														
	0	48	96	144	196	0	48	96	144	196	0	48	96	144	196
1.	96	88	84	84	83	96	91	90	88	87	96	88	86	86	84
2.	96	86	83	83	82	96	90	88	86	86	96	88	87	86	84
3.	96	86	84	83	82	96	90	87	86	85	96	88	86	85	85
Середні значення показника вологості %															
	96	87	83,7	83,3	82,3	96	90,3	88,3	86,7	86	96	88	86,3	95,7	84,3

З результатів першого етапу стало відомо що вологість з 96% понизилась при аналогічному визначенні через наступні 48 год результати теж змінились, а після третього продовження часу на відтікання покладів

сапропелю вологості різнилися незначно, тому проводили контрольний дослід шляхом продовження відлежування ще на 48 год та припиняли дослід.

За результатами даних занесених в таблицю будували графічні залежності зміни вологості за часом та матеріалом геотубу (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Графічна залежність зміни показника вологості сапропелю від часу відлежування, за різних тканин з яких виготовляли геотуб

Аналізуючи дані графічні залежності щодо досліджень матеріалу для геотубів, можна зробити висновок, що ефективність їх застосування являється досить високим. Матеріал, з якого їх можна виготовляти наближено можуть бути текстильний з вмістом полімиду та еластину. З досліджень випливає що органічні сапропелі природної вологості здатні найшвидше віддавати свою вологість (зневоднюватись) у перші години розміщення в геотубі. Тому обладнання для виробництва ОМД на основі сапропелю слід розмішувати безпосередньо біля складування геотубів. В свою чергу підбір фільтрувальних матеріалів для зневоднення сапропелю потребує масштабніших досліджень.

3.3 Методика та результати визначення липкості ОМС

Визначення параметрів липкості сформовані ОМС проводили при дослідженні за допомогою лабораторної установки описаної в п. 3.2. рис. 3.2.

Отриману ОМС розміщували в вісьмох ємкостях у кількості 5 дм³. Верхню частину ОМС у підготовлених ємкостях рівномірно розподіляли, вирівнювали та встановлювали на штатив.

Тоді для встановлення значення липкості використовували плоскі пластинки у вигляді круга діаметром 50 мм (площа 0,002 м²) і квадрата 50х50 мм (площа 0,0025 м²). Пластини були виготовлені з різних матеріалів, це силумін, сталь та сталь з тефлоновим покриттям. Доцільно називати закріплену на нижньому кінці штока таку пластину – штамп. Кріпиться пластина у горизонтальному положенні в тримачі площиною, яка є паралельною поверхні ОМС в ємкості.

Подальші дослідження були наступні. Пластини притискали до площини ОМС витримували певний час та рівномірно відривали.

Для того щоб встановити швидкість обертання нагрівального барабана та оптимальний час перебування частинок ОМС на ньому то фіксували час притискання пластини на 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 15; 20; 25 секунд. Значення зусилля відриву фіксували за допомогою динамометра та записували у джолт. Після кожного проведеного досліду розміщений у ємкості сапропель перемішували знову вирівнювали поверхню і проводили наступний дослід. Дані показників відриву фіксували у трикратній повторюваності.

За залежністю (3.2) визначали величину згідно липкості:

$$E = \frac{F}{S}, \quad (3.2)$$

де E – липкість, Па;

F – сила відриву штампів від площини, Н;

S – площа штампів, м².

Згідно розрахунків проводили графічне представлення результатів.

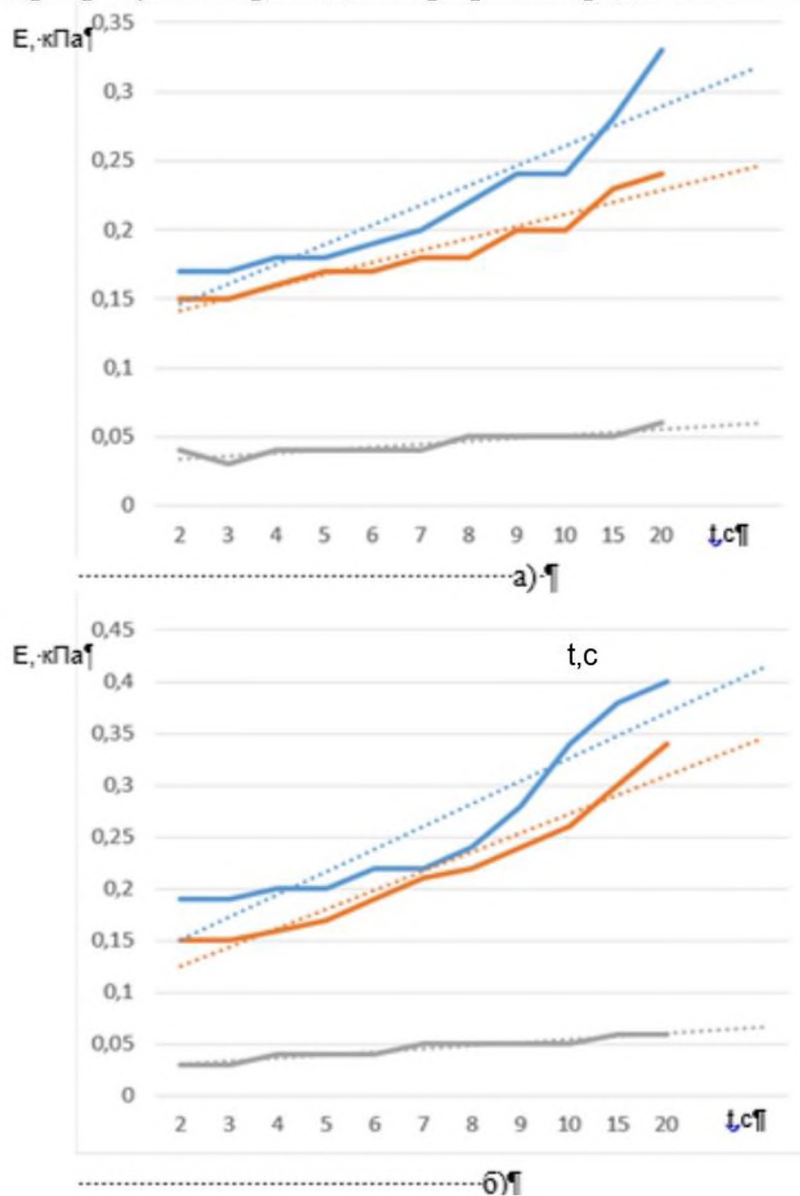


Рисунок 3.6 – Графічна залежність липкості ОМС до силуміну, сталі та силуміну з тефлоновим покриттям за вологості $W = 76\%$: а – для круглого штампів; б) – для прямокутного

Показники, які отримані при визначенні липкості ОМД вказують на те, що межі її існування незначно змінюються від часу перебування у

взаємозв'язці з пластинками. Тому часу, за якого перебуватимуть частинки подрібненого сапропелю на поверхні до того як почнуть перекочуватись може бути в межах 2...6 секунд. При тривалому часі контакту спостерігається що ОМС прилипатиме до робочих органів, у випадку сушіння це контактна нагріта поверхня сушарки, тому із збільшенням тривалості часу на ній можливе пригоряння матеріалу що є недоцільним. може спостерігатися його посилене налипання. З проведеного дослідів встановлено, що найкращий матеріал до якого майже не прилипає ОМС це силумін покритий тефлоном. Значення зниження вологості частинок ОМС, їх часу перебування на контактній поверхні та швидкість обертання барабана потребує подальших досліджень.

3.4 Методика проведення подрібнення сапропелю для формування гранул та результати досліджень

Для подрібнення маси ОМС використовували перфорований лист сталі, який згортали ц циліндр діаметром 400мм та довжиною 300мм. Величина отворів по діаметру становила 8мм, крок 4мм. У внутрішній частині циліндра вмонтовували ролик (коток). Розташовували його так, що при обертанні навколо його перфорованого циліндра він дотично до його поверхні обертаються навколо своєї осі. В циліндр завантажували ОМС та прокручували. Відповідно коток буде притискати суміш до перфорованої поверхні, а вона в свою чергу проникати через отвори та подрібнюватись.

Суміш, яка пройде через отвір ставатиме циліндричною частинкою. В період надмірного видовження так званий струдель ОМС буде ламатись на шматки та падати на поверхню і частково деформуватись. Таким чином відбуватиметься подрібнення ОМС та формування частинок для подальшого утворення гранулоподібних ОМД.

Ролик очищавсь лезом змонтованим по його довжині, для унеможливлення налипання сировини для подальшого обертання і продовження процесу. Подрібнені частинки вимірювалися та визначався їх еквівалентний діаметр. Результати записувались до таблиці. Фото процесу зображене на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Фото процесу подрібнення суцільної маси ОМС на самостійні частинки: 1 – перфорований циліндр; 2 – ролик (коток); 3 – ОМС

Під час проведення замірів частинок встановили, що в загальному ширина частинок співпадала з розміром діаметра отвору, а довжина частинок (зламаних струdlів) була такою ж та дещо більшою.

З розрахунків встановлено еквівалентний діаметр частинок був 5..8мм. В процесі проведення дослідів деякі частинки зліплювались одна з одною. Така ситуація значно погіршує процес сушіння і виробництва ОМД, та при розробці сушарки передбачено три рівні такого поріднення. Тому під час виробництва ОМД ця проблема усунеться. За рахунок підсушення і подальшого проходження технологічного процесу ОМС буде знову збиватись в суцільну масу та подрібнюватись ще принаймні два рази.

Досягнувши значень вологості з 76% до 70% ОМС буде подрібнюватись в останнє. Далі ці частинки будуть формуватись в гранули і досушуватись до 60...55% вологості.

3.5 Методика і результати визначення температури нагрітої поверхні та вплив її на зміну вологості гранул, а також здатності їх прилипати і змінювати величину

Дослідження сушіння ОМС, з визначенням оптимального кута нахилу (кута перекочування) контактної поверхні, та формування гранул і зменшення вологості і них, були проведені з застосуванням обладнання (рис. 3.3). Також було запропоновано застосувати поверхні виготовлені з різних матеріалів. Для цього обрали сталь, силумін та силумін покритий тефлоном (рис. 3.8).

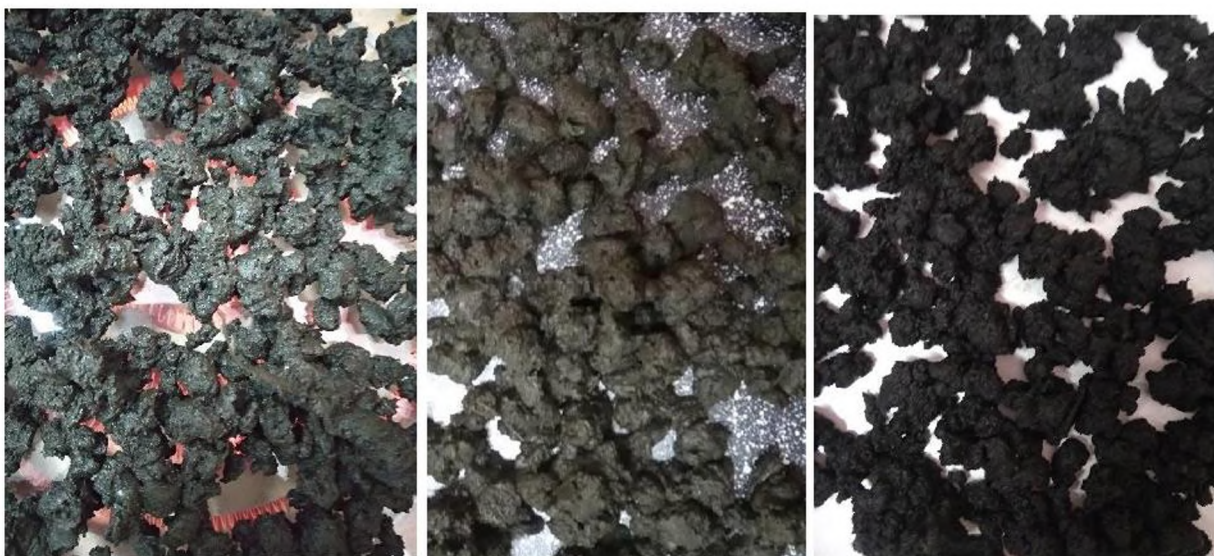


Рисунок 3.8 – Фот дослідження температурних параметрів нагрітої поверхні та вплив її на зміну вологості гранул: а) – поверхня з сталі, б) – силуміну, в) – силуміну з тефлоновим покриттям

Дослідження проводили у наступному алгоритмі:

- проводили нагрівання поверхні і витримували час стабілізації температури поверхні.

- вмонтовували подрібнювач над поверхнею на висоті 50мм та проводили подрібнення приготовленого ОМС

- сліdkували за переміщенням частинок з подрібнювача до нагрітої поверхні;

- сліdkували за формуванням гранул добрив.

- вимірювали частинки після висушування до вологості 60%;

- змінювали кути нахилу поверхні, за якого відбувається кочення подрібнених частинок ОМС.

- фіксували кількість прилиплених до поверхні частинок, кут їх відривання та час кочення

- проводили повторне зважування частинок.

Отримані значення зносили у таблицю. Кількість повторюваностей при проведенні дослідів із заміною одного з параметрів складала не менше п'яти разів.

Після просушування подрібненого матеріалу, за даними дослідженнями рахували 100 гранулоподібних частинок та вимірювали їх еквівалентний діаметр. За відповідними результатами будували графік (рис. 3.9)

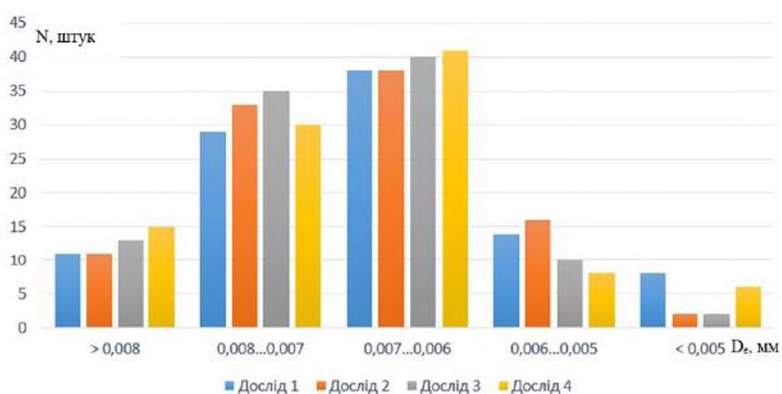


Рисунок 3.8. Графічна залежність кількості утворених гранул ОМД відповідно еквівалентному діаметру, за часу сушіння $t=18$ хв при $T=80^{\circ}\text{C}$

Початковий кут кочення становив 8° до горизонту (табл. 3.1).

З досліджень зафіксовано що найбільш виражене кочення гранулів спостерігається прикуті наближеному до 25° .

Таблиця 3.1 – Визначення кута кочення гранул по нагрітій поверхні

Склад	Відстань від формування частинки до контактної поверхні, мм	Кут тертя кочення, град.	Поведінка частинки
ОМС вологістю 76%	50	<8	Не зсувається
	80		Не зсувається
	110		Не зсувається
	50	8 – 16	Котиться
	80		Зсувається
	110		Зсувається
	50	>16	Котиться
	80		Котиться
	110		Котиться
ОМС вологістю 70%	50	<8	Зсувається
	80		Не зсувається
	110		Зсувається
	50	8 – 16	Котиться
	80		Котиться
	110		Зсувається
	50	>16	Котиться
	100		Котиться
	150		Котиться
ОМС вологістю 60%	50	<8	Котиться
	80		Зсувається
	110		Зсувається
	50	8 – 16	Котиться
	80		Котиться
	110		Котиться
	50	>16	Котиться
	80		Котиться
	110		Котиться

3.6 Висновки до розділу 3

1. Виконавши розділ розроблено програму і методики експериментальних досліджень; подано та представлено обладнання і

прилади та досконалий його опис; отримані результати за якими побудовані графічні залежності і табличні результати.

2. При проведенні лабораторних досліджень використовувалось стандартне та власне розроблене і виготовлене обладнання і установки. Методики для власне розробленого обладнання сформовані самостійно.

3. Органічна сапропелева сировина для забезпечення дослідів використовувалась з озера Рогізне та добувалась власноручно. Визначений вміст вологи в ній становив $W=96\%$.

4. Проведені дослідження підбору тканини для геотубу встановили, що найбільш підходить текстильний матеріал з вмістом полімиду та еластину.

5. З проведених досліджень встановили що сапропель максимально віддає свою вологу у перші години відлежування.

6. Показники, які отримані при визначенні липкості ОМД вказують на те, що межі її існування незначно змінюються від часу перебування у взаємозв'язці з пластинками. Тому часу, за якого перебуватимуть частинки подрібненого сапропелю на поверхні до того як почнуть перекочуватись може бути в межах 2...6 секунд.

7. З проведеного дослідів встановлено, що найкращий матеріал до якого майже не прилипає ОМС це силумін покритий тефлоном..

8. З досліджень, які проводились для подрібнення ОМС встановлено еквівалентний діаметр частинок буде 6..8мм.

9. Проведені дослідження щодо визначення кута обертання перфорованої поверхні встановили, що найбільш виражене кочення гранул спостерігається при куті наближеному до 25° .

4 МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

4.1 Методика проведення три факторного експерименту

Порівнявши значення теоретичних та експериментальних досліджень зіштовхнулись з багатьма факторами, які необхідно дослідити ще тому що вони впливають на роботу подріднювача органо-мінеральної суміші. Як головний процес якого ми досліджуємо є подрібнення то розгляне саме його.

Серед факторів, які впливають на якість подріблення ОМС можна виділити наступні: швидкість обертання перфорованого барабана і котків, товщина шару суміші, робочий кут нахилу, діаметр і довжина котків, діаметр і довжина барабана, діаметр і крок перфорації, вологість і липкість ОМС, тощо.

Бачимо, що спектр впливу досить великий тому пропонуємо звести увагу на основні факторах, які матимуть найбільший вплив це – зміна вологості ОМС W , яка може бути різною і утворитись в залежності від складу компонентів, діаметр котка D , та товщина ОМС h .

Таким чином, проводили трифакторний експеримент з зміною факторів на рівнях, які наведені у Додатку А. При дослідженнях що проводили використовували експериментальна установка виконана за схемою (рис. 2.1).

Кодування шуканих показників проводили для переведення значень у безрозмірні величини. Зв'язок між ними та натуральними значеннями величин факторів встановлювався залежностями:

$$x_1 = \frac{W - W_0}{\varepsilon_1}, \quad x_2 = \frac{D - D_0}{\varepsilon_2}, \quad x_3 = \frac{h - h_0}{\varepsilon_3}, \quad (4.1)$$

де D_0 , W_0 , h_0 – значення факторів відповідно діаметр котка, вологість СМС, товщина шару;

ε_1 , ε_2 , ε_3 – інтервали варіювання.

Для три факторного дослідження повне квадратне рівняння має вид:

$$\begin{aligned}\bar{y} = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + \\ & + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3.\end{aligned}\quad (4.2)$$

Коефіцієнти регресії визначають за наступними формулами:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.3)$$

$$b_j = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n x_{ji} y_i, \quad (4.4)$$

$$b_{jr} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji} x_{ri} y_i, \quad (4.5)$$

$$b_{jj} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i - \frac{1}{16} \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i + \frac{1}{2n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.6)$$

де u – порядковий номер дослідів;

n_0 – кількість дослідів;

r, j – номери фактора;

p – загальна кількість факторів;

i – номер дослідів;

n – загальна кількість дослідів;

y_i – значення функції відгуку в i -му досліді;

x_{ji}, x_{ri} – кодовані значення j -го чи r -го фактора в i -му досліді;

y_{0u} – значення функції відгуку в u -му досліді в центрі плану.

Величину даного критерію Кохрена:

$$G^{розр.} = \frac{S_{y_i \max}^2}{\sum_{i=1}^n S_{y_i}^2}, \quad (4.7)$$

де $S_{y_i \max}^2$ – найбільша із дисперсій.

$S_{y_i}^2$ – значення дисперсії, що характеризує хаотичність результатів в i -му досліді.

$$S_{y_i}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{g=1}^m (y_{ig} - \bar{y}_i)^2, \quad (4.8)$$

де m – кількість повторностей;

g – номер повторності;

y_{ig} – результат g -ї повторності i -го досліді;

$\bar{y}_i$ – середнє значення усіх повторностей i -го досліді.

Дисперсію відтворюваності експерименту визначали за результатами дослідів в центрі плану. Розраховані коефіцієнти, які мали незначні значення вважали незначущими та нехтували ними.

4.2. Результати дослідження режимних параметрів роботи механізму формування гранул

Обробка даних експерименту, здійснювалась за допомогою програми Mathcad 18. Правильність підбору дисперсій звіряли за критерієм Кохрена і перевіряли на відтворюваність. Оскільки $G^{розр.} = 0,313 < G^{табл.} (0,05; 15; 2) = 0,335$ то процес відтворюється і може використовуватись.

Після підстановки кодових значень досліджуваних і шуканих параметрів рівняння регресії набуло вигляду:

$$y = 12,761 + 0,4405x_1 - 5,4x_2 - 2,149x_3 - 0,32x_1^2 - 0,068x_2^2 + 0,0354x_3^2 + \\ + 0,078x_1x_2 + 0,133x_1x_3 + 0,305x_2x_3 \quad (4.9)$$

Перевірку адекватності даного рівняння виконували за критерієм Фішера. Розрахункове значення якого при дисперсії неадекватності $S_{неад.}^2 = 3,102$ і дисперсії відтворюваності досліді $S_y^2 = 0,028$ становило $F^{розр.} = 2,189$, а табличне $F^{табл.} (0,05; f_2; f_1) = 19,38$,

де $f_2 = 7$ – число ступенів вільності дисперсії неадекватності;

$f_1 = 2$ – число ступенів вільності дисперсії відтворюваності дослідів.

З залежності, $F^{розр.} = 2,189 < F^{табл.}(0,05; f_2; f_1) = 19,38$, встановлено, що гіпотеза адекватності підтверджується.

Остаточне рівняння набуло вигляду:

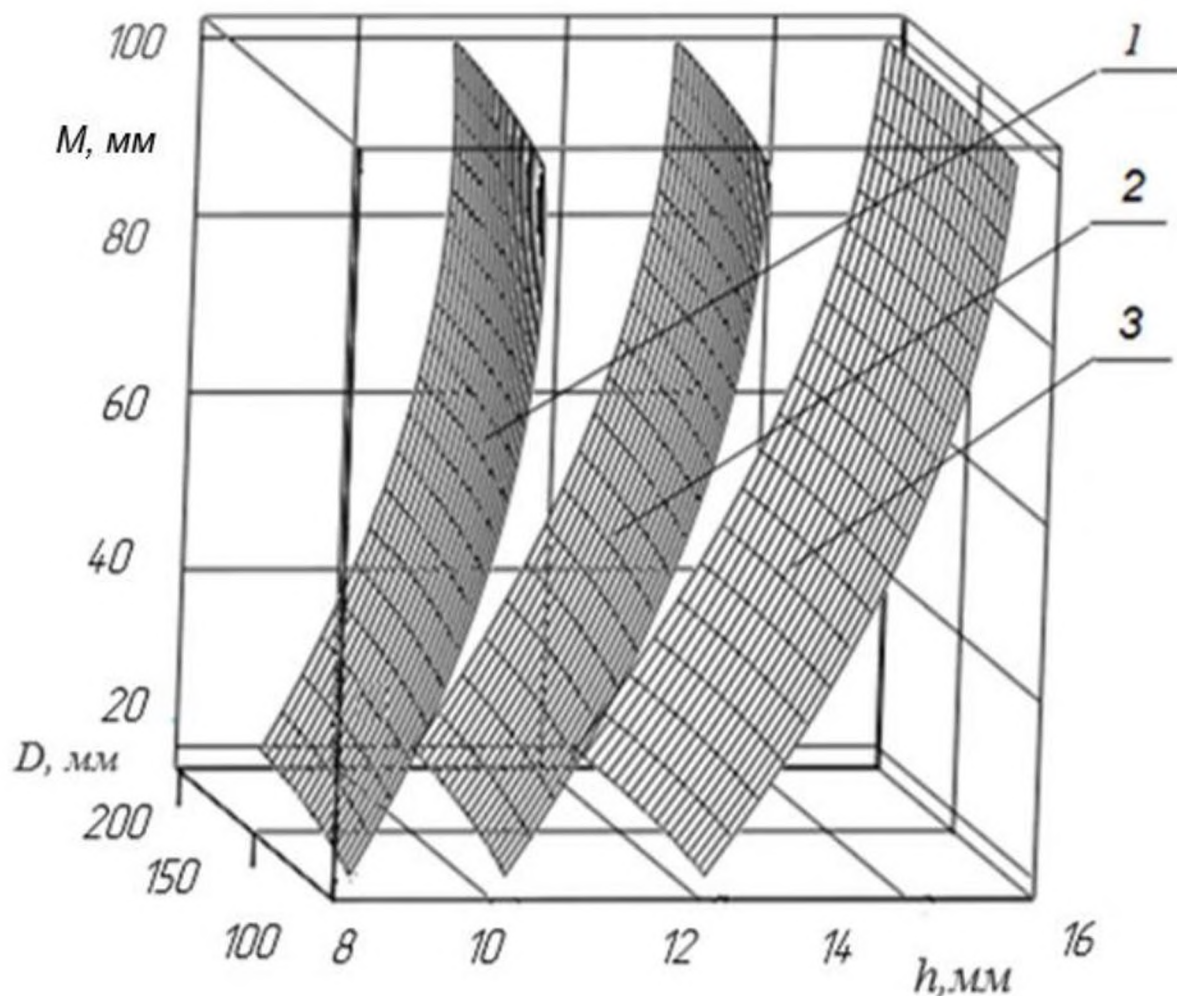
$$M = 12,751 + 0,4405W - 5,4D - 2,149h - 0,32W^2 - 0,068D^2 + 0,0354h^2 + 0,078WD + 0,133Wh + 0,305Dh \quad (5.25)$$

де W – вологість ОМС, %;

D – діаметр котка, мм;

h – товщина шару ОМС, мм.

За даним рівнянням отримали поверхні відгуку (рис. 4.1).



Залежність зміни довжини гранули M від діаметру ролика D та товщини шару ОМС h , за вологості ОМС: $W=68\%$; $W=72\%$; $W=76\%$

4.3 Висновки до розділу 4

За результатами розрахунків побудована поверхня відгуку показує, що всі досліджувані фактори мають вплив на якість подрібнення. Визначальним є те що за підвищеної вологості і збільшеної товщини шару ОМС показник подрібнення дещо погіршується, а значення діаметру барабану несуттєво впливає на процес. Тому рекомендуємо проводити подрібнення ОМС при вологості 70...74%, товщині шару 10...12мм та діаметрі котка 100мм.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У дослідженнях представлено аналіз джерел на тематику формування з в'язкої суміші частинок, які при подальшій обробці утворюють гранули.

2. Шляхом проведення теоретичних обґрунтувань в роботі отримані теоретичні узагальнення, вони полягають у розширенні функціональних можливостей формування гранул, через удосконалення так званого подрібнювача ОМС.

3. При дослідженні запропонованого процес подрібнення суміші органічного сапропелю та мінералів, отримано теоретичні залежності переміщення котка для зони навантаження (до прокочування по суміші) та зони розвантаження (після прокочування) по перфорованій поверхні

4. При проведенні лабораторних досліджень брались проби сапропелю з оз. Рогізне, де використовували власне розроблене обладнання, а саме пробовідбірник, та проводили його природне відтікання в середовищі фільтраційного матеріалу.

5. При дослідженнях відтікання органічного сапропелю встановили, що найкращий фільтраційний матеріал, це текстильний матеріал з вмістом полімиду та еластину. Проведені дослідження показують, що сапропель максимально віддає свою вологу у перші години відлежування.

6. Показники, які отримані при визначенні липкості ОМД вказують на те, що межі її існування незначно змінюються від часу перебування у взаємозв'язці з пластинками. Тому часу, за якого перебуватимуть частинки подрібненого сапропелю на поверхні до того як почнуть перекочуватись може бути в межах 2...6 секунд.

7. З проведеного дослідів встановлено, що найкращий матеріал до якого майже не прилипає ОМС це керамічний матеріал.

8. З досліджень, які проводились для формування гранул встановлено, що частинки будуть продовгуватої форми (еліптичні) з еквівалентним діаметром 12...14мм а отриманих добрих 6...8мм.

9 Проведені експериментальні дослідження за методикою багатофакторного експерименту стверджують, що всі досліджувані фактори мають вплив на якість формування частинок. Визначальним є те що за підвищеної вологості і збільшеної товщини шару ОМС показник подрібнення дещо погіршується, а значення діаметру барабану несуттєво впливає на процес. Тому рекомендуємо проводити подрібнення ОМС при вологості 70...74%, товщині шару 10...12мм та діаметрі котка 100мм.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Бодак В.І. Розробка і дослідження механізмів для добування сапропелів: дис. ... кандидата техн. наук: 05.20.01 / Бодак Володимир Іванович. – Луцьк, 1996. – С. 209.
2. Цизь І.Є., Хомич С.М., Сацюк В.В. (2021). Агро-екологічні аспекти добування та використання сапропелю. Сільськогосподарські машини, 47, 37-45.
3. Хомич С.М., Цизь І.Є., Ференц Р.В. (2024). Дослідження процесу виробництва гранульованих добрив на основі сапропелю. Сільськогосподарські машини, 50, 136-147.
4. Шевчук М.Й. Сапропелі України. Запас, якість і використання органо-мінеральних добрив // Вісник аграрної науки, 2000, №2. – С. 24 – 28.
5. Шабельник Б.П., Троянов М.М., Бойко І.Г. та ін. Теорія та розрахунок машин для тваринництва /За ред. Бойка І.Г. – Харків, 2002. – 216 с.
6. Булік Ю.В. Обґрунтування процесу і параметрів механізму для добування сапропелю: дис. ... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Булік Юрій Володимирович. – Луцьк, 2005. – С. 135.
7. Тарасюк В.В. Розрахунок геометричних параметрів робочої поверхні засобу формування гранул органо-мінеральних добрив / В.В. Тарасюк, В.Ф. Дідух, І.В. Тараймович // Технологічні комплекси. Науковий журнал, Вип. 1 (3). – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2011. – С. 121-123.
8. Сацюк В.В. Обґрунтування параметрів процесу та засобу для приготування органо-мінеральної суміші. Дис. канд. техн. наук. – Луцьк, 2005. – 235 с.
9. Писаренко Г.С. Посібник по опору матеріалів / Г.С. Писаренко і ін. – К.: Наукова думка, 1988. – 739с.

10. Хомич С.М. Обґрунтування параметрів забірною пристрою засобу для добування сапропелю: дис. ... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Хомич Сергій Миколайович. – Тернопіль, 2014. – 190 с.
11. Дозування сипких зв'язних матеріалів під час виробництва органо-мінеральних добрив [Текст]: монографія / І. Є. Цизь, В. Ф. Дідух. - Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2017. - 185 с.
12. Соколов В.М. Машина для приготування і внесення добрив / В.М. Соколов, Ю.Г. Вожик, С.М. Донець, М.К. Лінник, Ф.П. Смаковський. – К.: Урожай, 1977. – 168с.
13. Гевко Р.Б. Система машин і механізмів АПК / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, І.І. Павх. – Тернопіль, 2002. – 264с.
14. Шимчук О.П. Обґрунтування параметрів модуля для добування озерних сапропелів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спеціальність 05.05.11 „Машина і засоби механізації сільськогосподарського виробництва”/ О.П. Шимчук. – Тернопіль, 2009. – С. 23.
15. Хомич С.М., Миць В.М. Дослідження змішувального пристрою засобу для виробництва сапропелевих ОМД // С.М. Хомич, В.М. Миць. // 2022. – С. 163 – 165.
16. Р. Островик, С. Хомич Вдосконалення процесу контактного сушіння органічного сапропелю // Тези III студентської науково-технічної конференції «Сучасні технології у агровиробництві та природокористуванні» Луцьк: ФАТЕ, ЛНТУ. – 2023. С. 72 –75.

ï

ДОДАТКИ

Звіт подібності

метадані

Заголовок

Новосад _П_В_208_2024

Автор

Новосад П.В.

Науковий керівник / Експерт

підрозділ

Lutsk National Technical University

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Б	10
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	:	0
Білі знаки	Б	0
Парафрази (SmartMarks)	a	70

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

5913

Кількість слів

45609

Кількість символів

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Копір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-12/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%202021_1.pdf	104	1.76 %
2	https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/01393187_0.html	48	0.81 %
3	https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/01393187_0.html	46	0.78 %

4	Кокалюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	44	0.74 %
5	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-12/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%202021_1.pdf	41	0.69 %
6	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf	40	0.68 %
7	Хомич_208_2024 11/28/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	38	0.64 %
8	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-12/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%202021_1.pdf	33	0.56 %
9	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-12/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%202021_1.pdf	33	0.56 %
10	https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/01393187_0.html	26	0.44 %
з домашньої бази даних (4.41 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Хомич_208_2024 11/28/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	188 (17)	3.18 %
2	Кокалюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	59 (2)	1.00 %
3	Пилипюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	14 (2)	0.24 %
з програми обміну базами даних (0.00 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
з Інтернету (11.86 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/01393187_0.html	236 (12)	3.99 %
2	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-12/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%202021_1.pdf	220 (5)	3.72 %
3	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf	146 (12)	2.47 %
4	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/19406/1/MOT_LEKZII_CHASTUNA_1_2017_02_27_17_54_01_962.PDF	37 (3)	0.63 %

5	https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf	27 (3)	0.46 %
6	https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vlastivostey-sapropelyu-pri-vikoristanni-na-degradovanih-gruntah-zahidnogo-polissya	11 (1)	0.19 %
7	http://refpin.ru/ref_merpolyfsbew.html	11 (1)	0.19 %
8	https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/article/download/184/157/	7 (1)	0.12 %
9	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/2019%20%D0%92%D0%B8%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%2041-113-119.pdf	6 (1)	0.10 %

Список прийнятих фрагментів

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
	https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/2019%20%D0%92%D0%B8%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%2041-113-119.pdf	104 (1.76%)
1	Застосування органо- мінеральних добрив у рільництві є вкрай важливим етапом в...	104 (1.76%)