

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 виготовлення ОМД на основі сапропелю з вдосконаленням машини для утворення частинок ОМС»

Виконав: студент 2 курсу, групи ОСВм- 22
спеціальності 133 Галузеве
машинобудування
за освітньо-професійною
програмою «Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

Микитюк Н.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Тарасюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП Тарасюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сай В.А.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2023

**ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет	<i>аграрних технологій та екології</i>
Кафедра	<i>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Освітній ступінь	<i>магістр</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва</i>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

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

доцент, к.т.н. _____ В.В. Сацюк
«10» січня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Микитюку Назарію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу виготовлення ОМД на основі сапропелю з вдосконаленням машини для утворення частинок ОМС

керівник роботи Тарасюк Віктор Васильович, доцент, к.т.н.

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

затверджені наказом Луцького НТУ від «10» січня 2023 р. № 11/01-02

2. Термін здачі студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основна частина.
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. Конструктивні особливості вузлів аналогів	-1 лист
3. Теоретичні положення	-1-2 листи
4. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	-1 лист
5. Результати експериментальних досліджень	-1 лист
6. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	-1 лист
7. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	-1 лист
8. 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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	15.06. – 01.07.2023 р.	
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	22.08 – 31.08.2023 р.	
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2023 р.	
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2023 р.	
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2023 р.	
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2023 р.	
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2023 р.	
10.	Нормоконтроль	до 09.12.2023 р.	
11.	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	09.12.– 19.12.2023 р.	

Студент

_____ (підпис)

Микитюк Н.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тарасюк В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Гарант ОПШ

_____ (підпис)

Тарасюк В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Микитюк Н.В. Тема кваліфікаційної роботи «Дослідження процесу виготовлення ОМД на основі сапропелю з вдосконаленням машини для утворення частинок ОМС». Рукопис

Кваліфікаційна магістерська робота за спрямуванням «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Луцький національний технічний університет, Луцьк, 2023.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 73 сторінок, включає 16 рисунків, 6 таблиць, список використаних джерел з 23 назв та 1 додатка.

Робота направлена на удосконалення технологічного процесу виробництва органо-мінеральних добрив та розробку технічного засобу, який забезпечує ефективне формування та перетворення частинок довільної форми в кулясту, придатну для внесення їх в ґрунт існуючими машинами.

В кваліфікаційній магістерській роботі проводились обґрунтування конструктивних параметрів удосконалено камери обкочування. Було визначено початкової вологості органічної речовини, яка використовується для виготовлення гранульованих добрив. При цьому виявили, що при підготовці органічної речовини до гранулювання необхідно провести пастеризацію та змішування з невеликою кількістю мінеральної речовини NPK.

Ключові слова: сапропель, органічна речовина, гранулювання, камера обкочування, зневоднення.

ABSTRACT

Mykytyuk N. V. The topic of the qualification work "Research of the process of manufacturing OMD based on sapropel with improvement of the machine for the formation of OMS particles." Manuscript

Qualifying master's thesis in the direction "Machines and equipment of agricultural production" specialty 133 "Industrial mechanical engineering". Lutsk National Technical University, Lutsk, 2023.

Structure and scope of the master's thesis. The master's thesis consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of used sources and appendices. The total volume of the work is 73 pages, includes 16 figures, 6 tables, a list of used sources with 23 titles and 1 appendix.

The work is aimed at improving the technological process of production of organo-mineral fertilizers and the development of a technical tool that ensures the effective formation and transformation of particles of arbitrary shape into spherical ones, suitable for their introduction into the soil by existing machines.

In the qualifying master's thesis, the justification of the design parameters of the improved rolling chamber was carried out. The initial moisture content of the organic matter used for the production of granular fertilizers was determined. At the same time, it was found that when preparing organic matter for granulation, it is necessary to carry out pasteurization and mixing with a small amount of NPK mineral matter.

Key words: sapropel, organic matter, granulation, rolling chamber, dehydration.

ЗМІСТ

Реферат.....	
Зміст	
Перелік термінів.....	
Вступ.....	
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ФОРМУВАННЯ	
ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	
1.1 Властивості матеріалів, що використовуються для виготовлення ОМД і для приготування органічних сумішей	
1.2. Аналіз технологічних процесів для виготовлення ОМД	
1.3. Аналіз конструкції машин для виготовлення добрив	
1.4. Формування вихідних даних на розробки коливної поверхні	
Висновки до розділу 1.....	
2. ПРОЕКТНО – КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	
2.1 Обґрунтування і розробка схеми камери обкочування	
2.1.1 Обґрунтування до побудови функціональної схеми.....	
2.1.2. Обґрунтування до побудови принципової схеми.....	
2.2. Визначення основних технологічних параметрів	
2.3 Розрахунок потужності необхідної на привід камери обкочування.....	
2.4 Визначення основних кінематичних параметрів гранули кулястої форми.....	
2.5 Розробка конструкції збірних одиниць та деталей	
Висновки до розділу 2.....	
3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	
3.1. Програма експериментальних досліджень.....	
3.2. Лабораторне обладнання, прилади та апаратура.....	
3.3. Методика та результати встановлення раціональних режимів зневоднення органічної речовини та гранул ОМД на його основі.....	

3.4. Визначення твердості частинок та гранул кулястої форми в залежності від стадії їх формування та зневоднення.....

Висновки до розділу 3.....

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАМЕРИ

ОБКочУВАННЯ.....

4.1. Використання та експлуатація машини, яка розробляється

4.1.1. Розробка технологічної лінії по виробництву оранно-мінеральних добрив на основі сапропелю.....

4.1.2. Заходи по підготовці технологічної лінії до роботи.....

4.2. Правила зберігання камери обкочування.....

Висновки до розділу 4.....

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....

СПИСОК ДЖЕРЕЛ посилань.....

ДОДАТКИ.....

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ

Сапропель (від грец. *σαπρός* — «гнилий» і *πηλός* — «мул», «бруд») — органічні мули, відклади прісних континентальних водоймищ, які містять понад 15%_{мас.} органічних речовин.

Желеподібна або зерниста маса від рожевого до коричнювато-оливкового і майже чорного кольору, яка висихаючи твердне та не піддається розмочуванню.

Складається з решток організмів, що населяли товщу води і її поверхню (фітопланктон і зоопланктон), вищих водних рослин (макрофітів) і продуктів їх розпаду, а також розчинених речовин і мінеральних частинок. Формування сапропелю відбувається під впливом біохімічних, мікробіологічних і механічних процесів.

Гранулятор, Гранулятор (рос. *гранулятор*, англ. *granulator, granulating mill, granulating machine*; нім. *Granulierapparat m, Granulatformer m, Granulierschirm m, Granulator m*) — пристрій для грануляції (грудкування, агрегації) тонкорозмелених матеріалів. Розрізняють: барабанні, конусні, стрічкові, вібраційні, тарілчасті та ін. гранулятори.

Гранулювання (англ. *granulation*) — сукупність фізико-хімічних і фізико-механічних процесів, що забезпечують формування частинок (гранул) певних розмірів, форми, структури і фізичних властивостей.

Добрива — органічні й неорганічні речовини, які застосовують для поліпшення умов живлення культурних рослин з метою підвищення врожаю й поліпшення його якості.

Маші́на (від лат. *machina*, від дав.-гр. *Μηχανή* — пристрій, засіб, знаряддя) — технічний об'єкт, який складається із взаємопов'язаних функціональних частин (деталей, вузлів, пристроїв, механізмів та ін.), що використовує енергію для виконання покладених на нього функцій.

ВСТУП

Актуальність теми. Сільське господарство - одна із основних нішей господарського комплексу нашої країни, яка має надважливе значення для населення, зокрема для постачання сировини підприємствам і продуктів людям. На цей день відомо, що сільське господарство повністю побудоване на механізованих технологіях, саме тому результат залежить від правильного використання потенціалу, а також рівня підготовки та оснащеності технічної частини. Без виробництва своєї сучасної високопродуктивної техніки, Україна не буде конкурентноспроможною на світовому ринку продуктів харчування та іншої сільськогосподарської продукції.

Щоб реалізувати різні проблеми забезпечення населення продукцією потрібно якнайшвидше перевести сільськогосподарського виробництва України на індустріальну основу, (розробка і впровадження абсолютно нових, ефективних моделей машин).

Ні для кого не секрет, що родючі ґрунти - багатство нашої країни, але саме однією з найважливіших проблем можна назвати проблему підвищення родючості цих ґрунтів. Вміст гумусу в ґрунтах за останні 100 років зменшився у декілька разів з 13-15% до 3-5%, а ця ситуація сталась внаслідок таких важливих чинників, як-от: зменшення норм та обсягів внесення органічних добрив, недотримання сівозмін, а також внаслідок неправильного підходу до використання різних іноземних технологій. В іноземних технологіях не враховані умови, в яких відбувається господарювання у нашій країні. Набагато рідше та менше висівають культури на сидерат, а отже використання поживних елементів набуває важливого значення. До речі, ці поживні елементи містяться у самому ґрунті. Використання та внесення органічних добрив є найбільш дієвим процесом, щоб максимально підвищити та зберегти родючість.

Правильним є внесення добрив з підготовкою, а не в первинному вигляді. На мою думку, максимальну увагу треба звернути на використання гранульованих органічних добрив та їх виробництво. Правильне використання цих добрив збільшує пористість та вміст поживних речовин, а також

поглинальну здатність та буферність ґрунту і вологопроникність. При внесенні цих гранульованих органічних добрив знижується поглинання важливих речовин ґрунтом і навпаки значно підвищується біологічна активність ґрунту.

Сьогодні фермерами використовуються різноманітні органічні добрива такі як: сапропель. Сапропелем називають надзвичайно цінну природну, органічну сировину, яка є надзвичайно вологовмісною. Добрива на основі сапропелю сприяють вирощуванню продукції, яка є безпечною для здоров'я людини, яка є екологічно. Сапропель має унікальний склад, наприклад лінгінновий гумус та безліч інших хімічних сполук, елементів, які є необхідними для розвитку рослин, саме тому один з найперспективніших методів підвищення родючості та відновлення органічності земель є використання сапропелю з прісних озер.

Приготування органічних добрив, зокрема гранульованих на основі сапропелю включає в себе декілька послідовних операцій. Формування гранул - недостатньо досліджена операція. Природна вологість сапропелю складає 95%, а отже у існують різні шляхи його сушіння, підготовки до процесу гранулювання а також вибору методів формування.

Після аналізу машин, які вже існують, а також методів отримання гранул у процесі виготовлення гранульованих добрив на основі сапропелю, була запропонована абсолютно нова конструкція гранулятора органічних добрив. Щоб формувати гранули сапропелю запресуємо суміші у полоскі циліндричної форми із подальшим розривом їх на частинки. Дана запропонована конструкція гранулятора дозволяє значно зменшити затрати праці і покращує властивості самого добрива, дає можливість зменшити затрати енергії. В наступних розділах роботи знаходяться технологічні розрахунки.

Актуальність даної теми та перспектива надважлива на сьогоднішній день, коли є дефіцит а також високі цін на мінеральні добрива. До таких відносяться: органічно-мінеральні добрива (ОМД), які мають у своєму складі органічну речовину і мінеральну складову. Використання речовини місцевої сировинної бази дасть змогу зменшити ціну кінцевої продукції і сприятиме

збільшенню гумусоутворюючого матеріалу. Застосування сапропелю з прісноводних озер в якості органічної складової при виробництві гранульованих добрив слід використовувати саме на тих територіях де є значні запаси. Рекреаційну функцію виконує розробка сапропелевих родовищ із відновлення флори та фауни. Сапропелеві запаси лише у Волинській і Рівненській областях є дуже значними.

Основним чинником, який є перешкодою для використання сапропелів є його висока природна вологість що становить до 98%, а отже сапропелі слід використовувати у поєднанні із соломою або підстилковим гноєм, також слід додати, що проведення операцій змішування запропонованих елементів дає можливість наситити суміш бактеріями, які утворюють гумус. Утворення озерного сапропелю відбувається без доступу кисню, саме тому сапропель має свої властивості. Вологість сапропелю забезпечить компостування. Стандартне Обладнання і засоби механізації не дають застосовувати це органічне добриво у якості органічної складової при гранулюванні ОМД. Даний спосіб, що є запропонованим дозволить мінімізувати енергетичні затрати на виготовлення органомінеральних добрив. Це є актуальним і важливим питанням для народного господарства України

Мета, тема роботи і завдання досліджень. Збільшити ефективність формування гранул кулястої форми із частинок органомінеральних сумішей на основі органічної речовини у складі: соломи (25%) підстилкового гною (25%), сапропелів (50 %).

Щоб досягнути вказаної мети поставлені такі завдання досліджень:

- вивчити сучасні технології виробництва органо-мінеральних добрив (ОМД) і ефективність їх використання при вирощуванні різних сільськогосподарських культур
- запропонувати засіб на вирішення проблеми формування гранул
- визначити головні конструктивні параметри засобу для формування гранул органомінеральних сумішей методом кочення;

– здійснити перевірку запропонованої органо-мінеральної суміші для виготовлення гранул кулястих форм ,які мають мати певні геометричні розміри і мати достатню твердість..

Об’єкт дослідження. Процес формування гранул органомінеральних сумішей на основі органічних речовин.

Предмет дослідження. Вплив органічних речовин у складі підстилкового гною, а також соломи і сапропелю на якість формування гранул органо-мінеральних сумішей.

Методи дослідження. Усі експериментальні дослідження проводились у строгих лабораторних умовах за існуючими, а також новими методиками. Абсолютно усі доступні зразки отриманих гранул ретельно перевіряли на якісні а також кількісні характеристики.

Апробація роботи. Основні положення проведених досліджень обговорювали на семінарах кафедри аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса Луцького національного технічного університету (2023р.) та на студентській конференції III студентській науково-технічній конференції факультету аграрних технологій та екології Луцького національного технічного університету в 2023 році.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ І ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Властивості матеріалів, що використовуються для виготовлення ОМД і для приготування органічних сумішей

Щоб приступити до вирішення задач проектування розмірів робочих органів коливної поверхні, то потрібно ознайомитися із властивостями того органічного добрива, що буде цією основою, за допомогою якого й буде відбуватись виробництва органо-мінеральних добрив.

Ілоподіпні відкладення тваринного та рослинного походження можна назвати сапропелем. Ці відкладення знаходяться на дні прісноводних водойм, зокрема озер та боліт. Склад сапропелю – величезна кількість органічних речовин що перебувають в колоїдному стані. Він є природним добривом для сучасного використання в різноманітних галузях сільського господарства. Використовується для підживлення ґрунту. Сапропель формується на дні водоймищ протягом багатьох років, а якщо детально розібрати його склад, то можна дати йому оцінку не тільки якісну а й агрономічну.

Добриво таке, як сапропель включає у себе органічні та мінеральні речовини отже за хімічним складом його можна поділити на два види, як-от:

- Вапнякового типу
- Кремнеземисті

За вмістом органічної речовини сапропель поділяють на:

- Органічний (зольність до 30%)
- Органомінеральні (зольність до 30-50%)
- Мінеральноорганічні (зольність до 50-70%)
- Мінералізовані (зольність максимум до 70-85%)

Слід зауважити, що так поділяються і ті добрива, що виготовлені з сапропелю. Сапропель підходить для будь-якого ґрунту та головне, що немає різниці що за культура буде вирощуватися. Проте, варто зауважити, що для максимального конкретного ефекту добрива треба застосовувати для конкретних

цілей. Сапропелі містить такі речовини: сполуки калію, азоту та натрію, фосфору, а також цинку тощо. Органічна частини містить гумінові кислоти і вітаміни. Однією із найважливіших характеристик сапропелю є рівень зольності та вміст кальцію, заліза та сірки тощо, саме тому з нього виготовляють такі добрива: орґано-вапнякові та орґанічні, які в суміші із гноєм, а також мінеральними добривами і відходами.

Сапропелі за властивостями схожі до торфу

Проте є декілька переваг. До складу сапропелю входить більше важливих для рослин речовин: орґанічних та мінеральних (геміцелюльози і амінокислоти, тощо), а також сапропель використовують у чистому вигляді та без будь-яких добавок.

Ще однією перевагою сапропелю є те, що гранульоване добриво дає землі не декілька поживних елементів, а багато. Сапропель немає шкідливої дії нанавколишнє середовище. Після внесення сапропелю відбувається активізація ґрунтових процесів, збільшується вміст азоту і гумусу, мікроелементів в ґрунті. Перевагою сапропелю є також невелика норма внесення, а отже можна в рази знизити втрати корисних речовин при вимиванні та в результаті підвищити збори врожаю, збільшити удобрювані площі. Сапропель добре впливає на аерованість ґрунту, його механічну структуру, його вологість.

Склад сапропелю містить в собі вуглеводи різної складності, а також різні азотомітні сполуки і речовини гумусової природи, жирні кислоти і бітомінозні сполуки.

Вчені довели, що вуглеводний комплекс - основний компонент відкладень, а другорядну роль займають жирні кислоти. Такі сапропелі мають низький вміст бітумів (приблизно 6,0-8,4). Сапропелі із дуже високим вмістом бітумів мають низькі удобрювальні властивості, хоча їх можна і слід використовувати для виготовлення фарб та продукції технічного призначення[1].

Легкогідралізовані і гумінові речовини складають 50% орґанічної речовини та навіть більше. Такі речовини є продуктами перетворення тваринних і мікробних залишків, а також рослинних, не входячи складу цих організмів.

За допомогою вмісту гумінових кислот визначають біохімічна стійкість та біологічну активність, а також клеючу здатність, що дуже впливає на різні біохімічні процеси та утворення структури ґрунтів. Вміст гумінових речовин у органічній речовині 6,7 до 71,2% .

Варто зазначити, що зольні елементи становлять в карбонатному та органічному 1,1-2,6%.

12-16% становлять зольні елементи у гумінових кислотах кремнеземистого сапропелю.

Гранична кількість гідролізованих речовин, які знаходиться у гумінових кислотах карбонатного сапропелю 61-63%,морганичного сапропелю складає близько 77-78%, а в кремнеземистого 53%.

Утворення озерних водойм та боліт із відкритими ланцюгами атомів вуглецю, які мають підвищений вміст азоту (до 7%) і вуглецю (до 7,2%) називають гуміновими кислотами. Сапропель складається із остова, який представляє собою мулистий розчин та колоїдний комплекс, нерозкладені тваринні рештки,. Він надає сапропелю желеподібної консистенції.

Такі добрива, як сапропель у природному стані є надто вологими. Верхні відклади- 87-98% вологості, а нижні -70-80%. Щоб видалити надмірну вологу сапропель проморожують для розриву капілярів а вже після того сушать.

Елементи сапропелю, що входять до мінеральної його частини: Мо, CuV,Mn, B,Co Ni, Br,, Cr, тощо.

Густина донних відкладів складає:

1. для карбонатних сапропелів 1,4-2,9г/см³
2. см³органічних сапропелів 1.4-2.1г/ см³
3. змішаних 1,4-2,8г/ см³

Хімічний склад таких добрив сильно змінюється. Слід зазначити, що вміст в сапропелі органічного азоту становить 1,2–2,6%, рухомого – 0,1–0,2%; а загальний вміст рухомого фосфору 0,1–0,15 %, вміст P₂O₅ – 0,2–0,4%, а загального K₂O – 0,1–0,2%.

На 1 кг сухої маси сапропелю вміст мікроелементів становить, Zn – 20–350мг, В– 30–200мг, , : Mn – 200–800мг, Мо – 4–25мг і Со – 4–15 мг/кг, а Cu – 5–60мг.

Важливою властивістю сапропелю можна назвати дисперсність. Визначається відношенням вмісту частинок розміром від 50мкм до частинок розміром 500мкм, а для сапропелю органічного складає 13,6%, змішаного-14,6%, карбонатного-20,6%, кремнеземнистого аж 23,2%..

В сапропелях Волинської області опір на зсув становить $0,1-0,008 \times 10^5$ Па, як показали дослідження.

Мінералізовані сапропелі в проникливіші ніж органічні у 10 разів,або й більше.

Сапропель можна значно зменшувати в об'ємі це підтверджують результати досліджень на опір компресійному стиску, а особливо органічний сапропель. Маса сапропелю в процесі компресії в 1,2 – 2,3 разів.

Органічні сапропелі мають високу липкості, а також клейковину, саме тому відкриваються нові перспективи застосуванням гранульованих органо-мінеральних добрив на основі його.

Сапропелі мають ще й інші специфічні властивості, так як: довго сохнуть але після того, як висохнуть то знову не намокають, а просто-навсього робляться твердими, а при заморожуванні легко віддають воду, стаючи рихлими а після розморожування властивості не відновлюються. [10].

Сапропелі мають ряд переваг перед іншими видами добрив такі як-от:

1. *Торф*. Сапропель містить більший перелік органічних речовин, які необхідні рослинам, аніж торф, а також багатий азотом

2. *Інші різноманітні компости, наприклад, тваринного походження* сапропель не є зараженим різними хвороботворними бактеріями та флорою. А також при довгому зберіганні у упаковці сапропель зберігається без втрат азоту.

3. *Хімічні добрива*. На відміну від хімічних добрив сапропель є екологічно чистим та не надає шкідливої дії на людей і тварин.

4. Способи закладення ітерміни закладання сапропелю в ґрунт не відрізняються від термінів та способів внесення інших органічних добрив.

Навпаки, є переваги, як-от: втрат азоту не спостерігається навіть при тривалій затримці оранки або при внесенні врозкид.

4. Тривала дія. Сапропель діє до 7 років. Застосовують для санації та рекультивації ґрунту.

5. Покращує механічну структуру ґрунту, вологопоглинальну та волого утримуючу здатність, сприяє збільшенню гумусу, а також активує різноманітні ґрунтові процеси.

6. Додам, що при спільному сапропелю та мінеральних добрив поріг шкідливості металів падає, а бульби залишаються чистими.

7. екскременти тварин, а також підстилковий та безпідстилковий гній – такі елементи включають в собі тверді органічні добрива.

Неоднорідна гетерогенна суміш яка складається із твердих часток, які складають дисперсну фазу і рідку фазу називають екскременти тварин. Хімічний склад екскрементів залежить в більшості від кормового раціону тварин та їх виду. Ні для кого не секрет, що з екскрементами виділяється основна частка поживних речовин для рослин. Вміст у екскрементах тварин основних біогенних речовин наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Вміст основних біогенних речовин в екскрементах тварин

Вид екскрементів	Вода	Азот (N)	Фосфор (P2O5)	Калій (K2O)	Кальцій (CaO)
ВРХ					
Кал	83,6	0,29	0,17	0,10	0,35
Сеча	93,8	0,58	0,00	0,49	0,01
Суміш	86,7	0,38	0,12	0,22	0,25
Свині					
Кал	82,0	0,60	0,41	0,26	0,09
Сеча	96,7	0,43	0,07	0,63	0,00
Суміш	90,3	0,51	0,22	0,46	0,05

На 75-80% суха речовина екскрементів тварин є органічною та містить в собі лише 15-25% золи а речовини з високим вмістом вуглецю складають основну частину органічної речовини калу. Відношення вуглецю до азоту становить в межах 9-10 в калі свиней та 15-16 в калі великої рогатої худоби.

Повне добриво, яке містить усі поживні речовини, які є необхідними для рослин у достатньо збалансованому співвідношенні називається підстилковим гноєм. (табл. 1.2).

Таблиця 1.2. – Хімічний склад гною.

Складові частини	Гній				
	змішаний	кінський	великої рогатої худоби	овець	свиней
Вода	75,0	71,3	77,3	64,6	72,4
Органічна речовина	21,0	25,4	20,3	31,8	25,0
Азот загальний	0,50	0,58	0,45	0,83	0,45
Азот білковий	0,31	0,35	0,28	-	-
Азот аміачний	0,15	0,19	0,14	-	0,20
Фосфор (P ₂ O ₅)	0,25	0,28	0,23	0,23	0,19
Калій (K ₂ O)	0,60	0,63	0,50	0,65	0,60
Вапно (CaO)	0,35	0,21	0,40	0,33	0,18
Магnezія (MgO)	0,15	0,14	0,11	0,18	0,09
Тріоксид сірки	0,10	0,07	0,06	0,15	0,08
Хлор	-	0,04	0,10	0,17	0,17
Діоксид кремнію	-	1,77	0,85	1,47	1,08
Оксиди заліза і алюмінію	-	0,11	0,05	0,24	0,07

Слід зауважити, що саме азот сприяє росту рослин, бо у ґрунті азот під величезним впливом бактерій та грибків перетворюється на нітрати та поглинається корінням рослинок. Якщо брати до уваги калій, то слід сказати що він зміцнює тканини рослин, а також надає додаткову міцність корінню. Саме калій регулює водний режим. Фосфор. Він сприяє утворенню квіток та насіння а також зав'язей, доступний рослинам(найбільш доступний).

Легкі і піщані ґрунти під впливом гною стають зв'язаними, а важкі та глинисті ґрунти стають навпаки пухкішими. Гною підвищує здатність ґрунту утримувати вологу та значно збільшує його теплоємність.

Впливає гній на ґрунт та урожай протягом 5-6 років, а інколи навіть і більше. Вміст гумусу в ґрунтах зменшується без внесення гною, це є факт, про який знають усі. Досліди дали зрозуміти, що 20-25% органічної речовини, яку вносять у ґрунт разом із добривами припадає на збільшення запасів гумусу, інші 70-75 % мінералізується мікроорганізмами із метою отримання енергії.

При внесенні 20 тонн гною на 1га, разом в ґрунт вноситься 100кг азоту (N), 120кг калію (K_2O), 80кг кальцію (CaO) 50 кілограмів фосфору (P_2O_5) і з цього утворюється приблизно 1тонна гумусу, а в результаті процесів гуміфікації органічних добрив 1 тонна гною збільшує запаси гумусу в ґрунті близько на 45-60кг. Органічні добрива, зокрема їх застосування дає значну можливість багаторазово використовувати велику частину елементів живлення які вносяться із добривами.

Насамперед джерелами азоту у виробництві комплексних добрив є сечовина ($CO(NH_2)_2$) а також аміачна селітра (NH_4NO_3), а ще також може використовуватися сірчаноокислий амоній.

Аміачна селітра містить приблизно 34–35% азоту зокрема, це добриво добре розчиняється у воді, а для сільського господарства аміачна селітра випускається в вигляді гранул розміром від 1 до 3 міліметра, а також в вигляді плоских лусок пластин, вага гранульованої селітри становить близько 0,85. Негранульована селітра ж навпаки дуже злежується та вбирає вологу, саме тому краще негранульовану селітру зберігати у сухому приміщенні та маленькими партіями. Селітра аміачна є універсальним добривом, зокрема зазвичай застосовують її різними способами під усі культури. Аміачна селітра є важливим добривом для живлення просапних та озимих культур. [11].

Кармабід (сечовина) містить у собі близько 46 відсотків азоту та є концентрованим азотним добривом бо в у 10 кг сечовини міститься близько 4,6 кг азоту. Кармабід є два види, такі як: гранульовану та кристалічну, а гранули цієї сечовини мають молочнобілий колір, в той же час її вага становить 0,65. Вона менш гігроскопічна і менше злежується, а також добре розчиняється у воді особливо хороші результати на легких ґрунтах ніж аміачна селітра, зокрема для тих культур, що є чутливими для високої кислотності ґрунту.

Варто сказати, що найкращим видом азотного добрива сечовина є при некореневій підгодівлі зокрема ця сечовина має надкорисні фізико-механічні властивості а також володіє рядом важливих якостей та є хорошою основою для створення комплексних добрив з схожими компонентами, такі як-от: хлористий

калій, а також суперфосфат. Якщо змішувати сечовину з різними мінеральними добривами, то гігроскопічність цієї сечовини помітно збільшуваємється, який по-іншому називають сульфат амонію містить 20,5 – 21,0 відсотків азоту, а 10 кілограмів амонію містять від 2,10 – 2,05 кілограмів азоту. Сульфат амонію це така кристалічна речовина білого кольора (радше сіруватого). Таке добриво є розчинним в воді, і є не таким гігроскопічним, зокрема як аміачна селітра та варто додати, що випускається Амоній сірчаноокислий в гранульованому вигляді також, його азот дуже добре утримується ґрунтом та майже не вимивається водою саме тому сульфат амонію можна використовувати в ґрунтах із надмірною зволоженістю.

Найбільш уживаним серед рідких добрив є аміачна вода вона широко використовується для амонізації торфу і має дуже різкий аміачний запах, а вміст азоту у ній становить 20,5%, густина приблизно рівна $0,91 \text{ г/см}^3$, а тиск парів 0,5 атмосфер (при температурі 20°C).

Основним недоліком аміачної селітри є її мала транспортабельність, оскільки перевозиться води майже 80%, а також є гостра потреба у спеціалізованих засобах, щоб вносити це добриво та зберігати. Крім того повинні бути кваліфікованими робітники, які працюватимуть з селітрою.

При виробництві органо-мінеральних добрив, які містять фосфор найбільшого поширення отримали 2 види суперфосфату: $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$ -простий і подвійний. Універсальним висококонцентрованим добривом, яке містить від 38% до 54% фосфору з вологістю не більше 5 відсотків називають подвійним суперфосфатом. взагалі не містить сульфату кальцію (CaSO_4), а також є гігроскопічним, його гігроскопічна точка рівна 60% (приблизно 4,4 – 4,2 бали по шкалі гігроскопічності).

майже не злежується та має хорошу та якісну розсіюваність, що дозволяє застосовувати його для усіх видів сільськогосподарських культур та на всіх типах ґрунтів. Це добриво добре розвиває кореневу систему в рослин, забезпечує стрімкий розвиток рослин, значно збільшуючи продуктивність культур, а також значно покращує якість продукції (збільшується вміст масла в соняшнику, сої та

рапсі, а також білка у зернах). Подвійний суперфосфат застосовується в першу чергу для основного внесення та передпосівного внесення, але використовуються також і для підживлення.

Щоб отримати фосфорне борошно або ж інші фосфорні добрива використовують сировину на основі якої можуть бути фосфорити малих родовищ. До речі, таких родовищ в Україні налічується майже 360, а більша їх кількість знаходиться на Заході.

У Волинській області є відкритими родовища із запасами більше 100 млн. тонн P_2O_5 (жовнові фосфорити). Ці фосфорити залягають в північно-західній частині Волині

Різні родовища володіють різними фосфорити, які, в свою чергу, володіють різними властивостями, а також мають різну агрохімічну цінність. Старовижівське родовище Варто додати, що у цьому родовищі для жовнових фосфоритів відсотковий вміст P_2O_5 містить 8 відсотків, при вологості 2,7 відсотка.

У застосуванні фосфоритів із підкислюючими формами добрив значно покращується їх доступність рослинам. При застосуванні у компостах та органіко-мінеральних добривах також.

Використовуються у невеликих масштабах сирі калійні солі, а також цементний пил та нефелінові хвости, а серед тих калійних добрив, що є в Україні переважають висококонцентровані форми, так як-от, наприклад, хлористий калій, який становить понад 80% валового виробництва та 40% становить на калійна сіль. Варто додати, що також виготовляється сульфат калію, проте в дуже невеликих кількостях, а також виготовляються калійні добрива, що містять в собі магній, такі як-от: хлоркалій та електроліт калімагnezія

Дуже вагоме, як би сказав вирішальне значення мають калійні добрива на бідних калієм та особливо торф'яних і мінеральних ґрунтах, що мають дуже легкий механічний склад, а на багатих калієм сіроземах ці добрива ефективні тільки на тлі азотних та фосфорних добривах.

На легких ґрунтах калійні добрива доцільно вносити разом із азотними добривами весною під час культивуації, зокрема в більшій мірі для уникнення втрат калію від вимивання, в той же час під під просапні культури частину цих добрив переносити в підживлення. Картопля, кукурудза цукровий буряк та інші культури – під них потрібно вносити разом із суперфосфатом, а також при посіві вносять також невеликі дози калійних добрив та азотних.

Найбільшого поширення набув хлористий калій (як джерело калійного живлення при виробництві органо-мінеральних добрив (KCl)). Добриво, що є основним висококонцентрованим калійне добривом, яке містить в собі більш ніж 60% діючої речовини називають хлористий калієм. це така речовина дрібнокристалічна, яка складається із рожевих кристаликів і містить від 56 до 62% оксиду калію(вологість 2% і не більше). Це добриво є малогігроскопічним, але злежується при зберіганні. Використовується хлористий калій для осіннього внесення під усі сільськогосподарські культури такі як-от: плодово-ягідні, овочеві та зернові, а також кормові. Це добриво легко засвоюється рослинами а також значно укріплює соломину і підсилює стійкість рослин до приморозків, підтримує необхідний водний режим та значно зменшує враження посівів кореневою гниллю і іржею.

Майже 40% діючої речовини містить калійна сіль. Містить флор. Проте, весною та влітку застосовувати калійну сіль фахівці не рекомендують.

Добриво дрібнокристалічне, те, що містить 48 відсотків діючої речовини називають сульфатом калію а в його складі повністю є відсутнім хлор, що робить його для саду ідеальним добривом.

Сульфат калію можна та потрібно використовувати і весною, коли сад перекопується та влітку і навесні (при підгодівлі саду). Сірка також міститься у сульфаті калію, це позитивно.

Вітчизняна промисловість випускає каліємісткі добрива широкого використання. Зокрема, калімагnezія є тим продуктом, що створений при переробці каїніту та сульфату калію, містить від 26% до 28%.

Випускається у вигляді гранул, а вміст хлору не більше 3%. Гранули калімагнезія є неправильної форми або як сильно розпилювальний порошок.

Таблиця 1.3. - Фізикохімічні і механічні властивості добрив, які є найбільш вживаними для виробництва органо-мінеральних добрив.

Добриво	Вологість, %	Гігроскопічна точка	Злежуваність, МПа	Вміст гранул 1-4 мм, %	Статична міцність, МПа	Сипучість, г/м ² ·с	Щільність, кг/м ³	Коефіцієнт зовнішнього тертя ковзання		Кут, град	
								Сталь	Прогумова на стрічка	Природного відкосу	Обвалу
Аміачна селітра	0,2-0,3	59-64	0,001-0,01	95-98	1,0-3,2	223-274	920-984	0,66	0,69	42	70
Сечовина	0,1-0,3	72-75	0-0,002	95-98	0,8-1,6	223-229	760-830	0,31	0,46	33	34
Простий суперфосфат	2,7-3,6	64-68	0	90-93	1,0-2,3	191-217	950-1060	0,55	0,58	33	37
Подвійний суперфосфат	2,7-3,8	60-64	0	80-90	1,5-3,4	191-197	930-1030	0,47	0,57	28	34
Хлористий калій	0,2-0,5	68-74	0-0,04	45-66	-	319-382	1100-1250	0,51	0,64	50	78
Калімагнезія	8,97	78	0	-	-	272-300	960-1350	0,53	-	48	77

1.2. Аналіз технологічних процесів для виготовлення ОМД

Варто зауважити, що дуже енергозатратним та складним є процес виготовлення органічних добрив із сапропелю, а способи гранулювання схожих матеріалів держать напрямок на підвищення якості продукції, а також зменшення витрат при її виробництві.

В моменті проектування засобів для гранулювання орґано-мінеральних добрив, також для матеріалів, які є новими, як-от - сапропель, треба направити зусилля на зменшення використання металу у конструкції машини і зниження витрат енергії для виробництва. Не більше 10 відсотків має складати кінцева вологість виготовлених гранул, а їхній розмір гранул не більше 4-6 міліметра, саме тому процес технологічний виготовлення гранул на основі сапропелю здійснюється ось так:

1. Суміш, яка є заздалегідь підготовленою за вологістю приблизно 65 % завантажується в пресувальну камеру.

2. Після того, як сапропель завантажили в бункер на дану суміш починає тиснути поршень. 3

3. Відбувається створення тиску в камері, оскільки є дія тиску поршня. Отже, спостерігається процес вижимання сапропелю у нижній частині через просвердлені у один ряд отвори на дні камери, яка має 10мм діаметр, а в момент проходження через дані отвори добриво буде розділятися на смужки із формою циліндра.

4. Потім смужки вкладаються на транспортер стрічковий, що перед цим посипається сухими добривами. Це робиться для того, щоб запобігти прилипанню до стрічкового транспортера. Варто додати, що полотно стрічкового транспортера виготовлене в вигляді стрічки до якої впоперек приклепані гострі пластини. За допомогою сили ваги і створення незначних коливань добрива будуть частково перерізатись та на валі під час повороту розриватись на частинки визначеної довжини, маючи циліндричну форму.

5. Після цього частинки, які утворені попадають у камеру обкочування і під дією власної ваги, падаючи, під нагрітим повітрям набувають кулястої форми та перетворюються в гранули.

1.3. Аналіз конструкції машин для виготовлення добрив

Гранулюючий процес за допомогою методу кочення складається із 4 стадій, такі як-от:

1. змішування вихідного порошку із частинками ретура і зв'язуючим компонентом
2. утворення гранул із дрібних частинок та подрібнення грудок
3. кочення й ущільнення гранул у результаті їх переміщення на поверхні апарату
4. покращення та зміцнення зв'язків, у результаті переходу рідкої фази у тверду, стабілізація гранули, а саме відбувається процес гранулоутворення, а його інтенсивність залежить від технологій, а також апаратного забезпечення процесу й властивостей даного продукту.

Ті гранулятори, де відбувається кочення добрив діляться на: ротаційні й стрічкові і вібраційні. Наприклад, ротаційні бувають барабаними, тарілчастими (їх ще називають дисковими), відцентровими та лопатевими. Барабанний гранулятор, який зображений на рисунку (рис. 1.1) – горизонтальний чи нахилений під кутом від $1 - 3^\circ$ у бік вивантаження циліндра з закріпленими на ньому бандажами і шестернею, через цю шестерню і передається крутний момент від електродвигуна. Із торців барабан обладнаний завантажувальною (під номером 2) та вивантажувальною (під номером 7) камерами, які і герметизують робочий об'єм гранулятора.

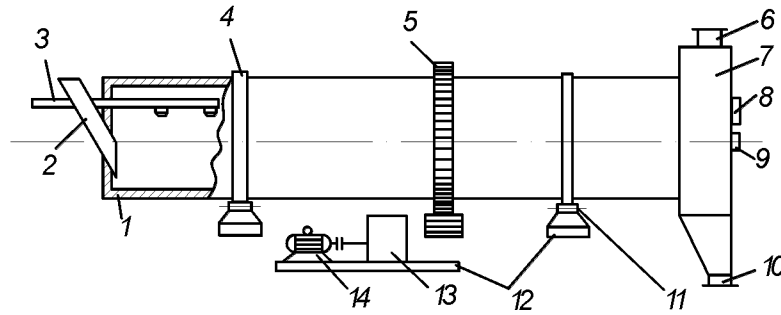


Рисунок 1.1 Гранулятор барабанного типу:

1 – обичайка, 2 – лійка для завантаження порошку, 3 – розподільник зв’язуючого компоненту, 4 – бандаш, 5 – шестерня, 6 – патрубок для відсмоктування парів, 7 – вивантажувальна камера, 8 – вікно для підсвічування, 9 – оглядове вікно, 10 – патрубок для вивантаження гранул, 11 – опорний ролік, 12 – бетонна основа, 13 – редуктор, 14 – електродвигун.

Варто зазначити, що вихідна шихта дозується і вводиться через завантажувальний бункер чи сухий порошок, зокрема у останньому випадку для подачі зв’язувального компоненту у основній частині барабана встановлені розподільники рідини. Зволожина шихта гранулюється, а вологий згранульований матеріал подається на сушіння через вузол вивантаження. Вихід товарної фракції складає близько 50 – 55 відсотків, причому міцність гранул міняється із 1,5МПа до 2,8МПа – 3,0 МПа.

Всередині барабана, діаметр якого становить 1,83 м та довжина 3,66 м приварюються поздовжні листи, які зігнуті у вигляд відкритої цифри шість (рис.1.2), що створюють декілька відділень. Вони (ці відділення) мають плоскі та циліндричні стінки й розділені поперечними перегородками (секторними).

Для того, щоб усунути налипання продукту на внутрішні стінки відділення у просторі між ними розміщені металеві кульки, що утримуються від падіння спеціальними опорами. Кулі, при правильно-визначеному положенні звільняються від упорів та вдаряються в стінки, що сприяє очищенню цих кульок матеріалу що налипнув.

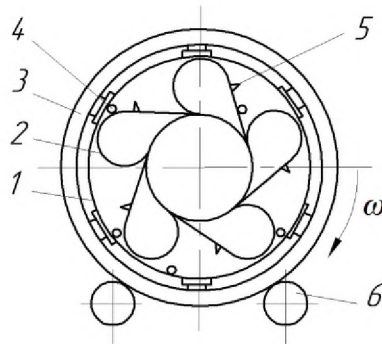


Рисунок 1.2 Багатосекційний гранулятор: 1 – обичайка барабану, 2 – стінки секції, 3 – бандаж, 4 – кулі, 5 – упор, 6 – опорний ролик.

Саме ступінчасте переміщення матеріалу до того місця, де відбувається вивантаження матеріалу дозволяє збільшити площу кочення у порівнянні із площею кочення у гладкому барабані.

Для виробництва нітроамфоски використовуються апарати 4,6 м вширину та завдовжки 11 м, які складаються із 2 концентричних барабанів 1 та 2 (рис. 1.3).

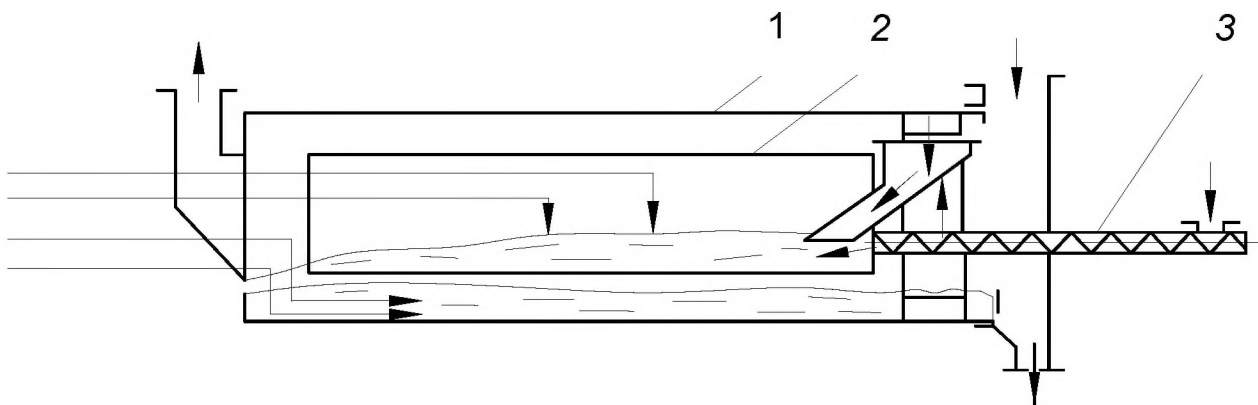


Рисунок 1.3 Схема двобарабанного гранулятора: 1 – зовнішній барабан, 2 – внутрішній барабан, 3 – подавальний механізм.

В внутрішній барабан 2 подаються реагенти, а із цього барабану матеріал надходить у зовнішню обичайку, у цьому місці також відбувається кочення. Із апарату вивантажують гранули, а всі дрібні частинки елеваторним пристроєм вертаються в внутрішній барабан 2. Варто зазначити, що у результаті проходження (багатократного) по 2 барабанах значно збільшується час перебування матеріалу у грануляторі та виключається складна схема зовнішнього транспортного циклу.

При таких самих же габаритах, конструкції гранулятора, які представлені дозволяють збільшити поверхню кочення, підвищуючи тим самим питому продуктивність.

Щоб усунути або недопустити налипання вологих порошоків використовують такі елементи та пристрої, як-от: скребки та шнеки, ланцюги та різноманітні штанги. Введення у шар матеріалу шнека дає змогу інтенсифікувати перемішування та його процес (рис. 1.4).

Проте, налипання матеріалу можна легко уникнути, варто просто усередину барабана помістити сітчатий барабан, який буде обертатись, а також покрити внутрішню поверхню гумою, що руйнуватиме налиплий матеріал під дією власної ваги.

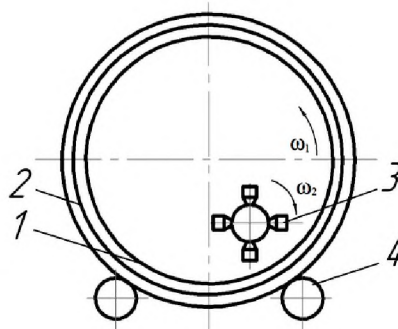


Рисунок 1.4 Барабанний гранулятор з лопатевим шнеком: 1 – обичайка барабану, 2 – бандаж, 3 – лопатевий шнек, 4 – опорний ролик.

У роботі показано конструкцію гранулятора. У ньому суміщаються процеси класифікації й гранулювання.(зобр. на рис. 1.5).

Даний барабанний гранулятор складається із обичайки 5, що установлена на опорну й опорно-упорну станцію 3, а також ковшового механізму 6, який захвачує попередню шихту та транспортує цю ж шихту у барабан. Робочі поверхні барабану і ковшів покриті гумою

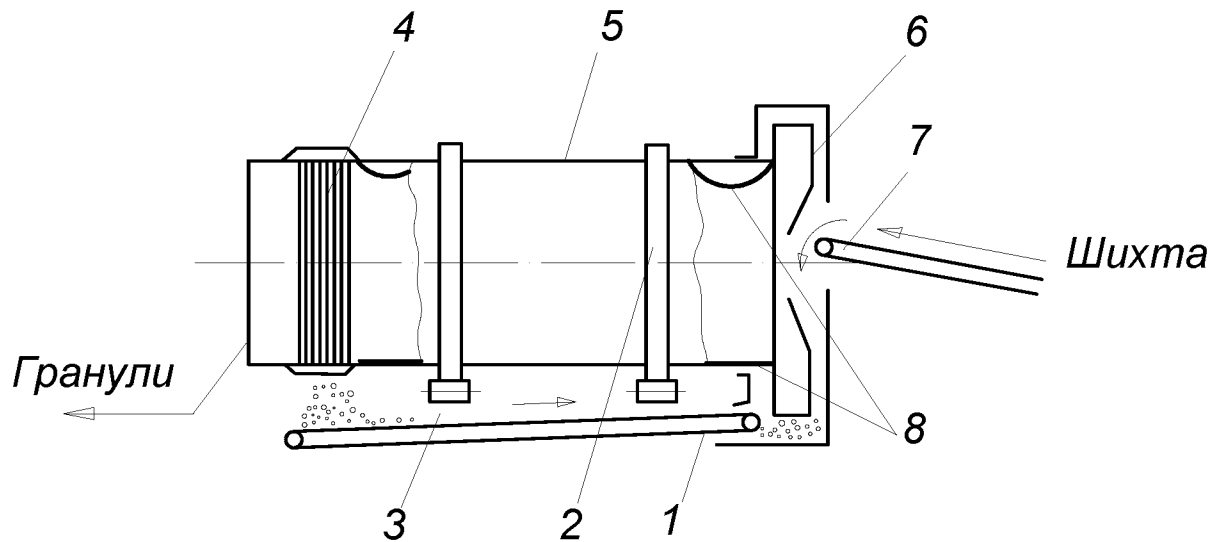


Рисунок 1.5 Комбінований гранулятор класифікатор: 1, 7 – транспортери, 2 – бандаж, 5 – обичайка 3 – опорно-упорна станція, 8 – гумова обкладка 4 – сито,, 6 – ковшовий механізм.

Проміжності та простори між обичайкою і гумовою обкладкою заповнюють легко-текучою матерією, наприклад водою чи піском. Якщо відбувається обертання барабану, то гума під дією легко-текучої матерії прогинається. Нашарований ж на гуму матеріал відривається та відліпає.

Вихідну шихту подають в завантажувальний пристрій транспортером 7, туди ж поступає дрібна фракція, яку відокремлюють на ситі 4. Товарну фракцію гранульованого продукту направляють на сушіння. Вихід товарної фракції із гранулятора залежить від розміру отвору кільцевого сита.

Здійснюють метод кочення застосовують за допомогою не лише барабанних грануляторів, а й тарілчасті, які в свою чергу бувають дисковими та чашковими, а частиною, що є основою є диск, який обертається довкола осі, а кут нахилу до вертикалі звісно ж регулюється. Також цей диск обладнаний бортом, який забезпечує потрібне заповнення апарату (рис. 1.6).

Встановлення форсунок потрібне для подачі зв'язного компоненту над тарілкою, а для очищення від різних нашарованих матеріалів використовують скребки. Апарат герметизації поміщений у кожух, який має патрубки для відведення продукту та пари й підведення порошку. Варто також зазначити, що

робоча поверхня даного апарату, на відміну від робочої поверхні барабана є торцевою (дно тарілки).

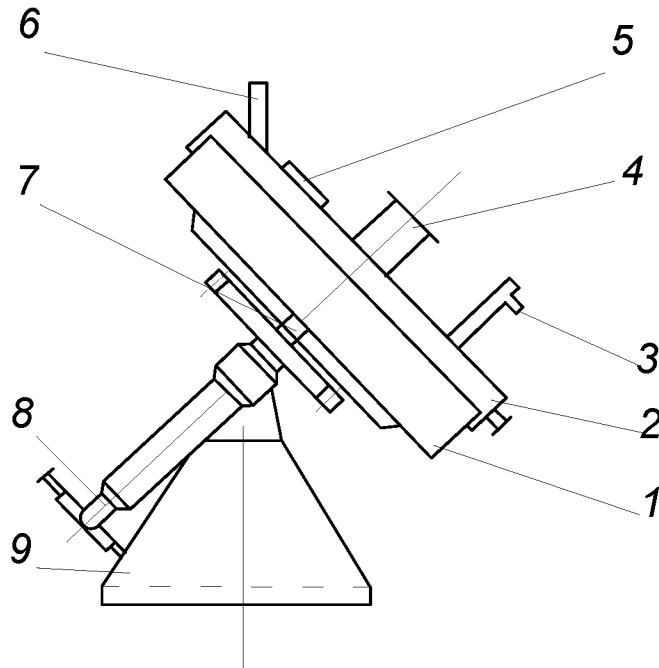


Рисунок 1.6. Схема тарілкового гранулятора: 1 – тарілка, 2 –кожух для герметизації, 5 – оглядове вікно, 3 – форсунка для подачі рідини, 4 – патрубок, щоб відсмоктувати пари, 6 – патрубок подачі порошку, 9 – рама,7 – вал, 8 – механізм для зміни кута нахилу тарілки.

Конструкція ж гранулятора має бути такою, щоб в ньому можна було спокійно переробляти якнайбільше матеріалів в відповідності із необхідним механізмом та із найменшими витратами. Компактність устаткування – високий вихід якогось продукту, а також значне зниження експлуатаційних та капітальних витрат, енергомісткості й металомісткості, звісно ж збільшення надійності роботи устаткування, наприклад, стабілізація режиму та запобігання простоїв, це і можна назвати шляхами інтенсифікації роботи грануляторів.

1.4. Формування вихідних даних на розробки коливної поверхні

1.4.1. Вихідні вимоги.

Коливна поверхня, що розроблена та запропонована у цьому проекті є призначеною для виготовлення гранул певних заданих розмірів органічних добрив з сапропелю.

Щоб значно полегшити роботу, а також підвищити якісні показники і продуктивність засобу, за технологіями передбачено попередню підготовку органічної суміші добрив.

В даному засобі, в даній машині, електродвигун, потужність якого становить 2 кВт, повинен експлуатуватись у стаціонарних умовах із застосуванням електроенергії змінного струму напругою 380 В.

Вміст дрібної фракції в гранулах допускається до 50% під час його роботи.

Ця коливна поверхня повинна забезпечувати утворення елементів кулястої форми, з діаметром 10 міліметрів, а також відносно вологістю у межах 65 відсотків й загальними втратами не більше 3 відсотків.

Механізми регулювання машиною повинні бути встановлені саме так якісно, щоб задовольнялася максимальна продуктивність із дотриманням показників, а також якості вихідного продукту.

Бункер, в якому знаходяться добрива повинен мати захисну сітку що виключити можливість потрапляння у камеру обкочування сторонніх предметів.

В механізмах приводу коливної поверхні мають бути, повинні бути передбачені запобіжні пристрої.

Продуктивність коливної поверхні має перевищувати 2000кг/год.

Термін придатності має становити не менш ніж 10 років, а її гарантійний період 2 роки, сама ж коливна поверхня виготовити не менше 800т продукції (без заміни деталей). Коливна поверхня має також проходити якісне обслуговування, оскільки вона працює в агресивному середовищі.

Машина має відповідати ДСТУ 4748:2007 “Єдиним вимогам до конструкції сільськогосподарських агрегатів та тракторів по безпеці й гігієні праці”.

1.4.2. Технічне завдання на проєктований засіб

1. Засіб, що призначений для виробництва ОМД для сільського господарства. Варто сказати, що коливну поверхню застосовують для виготовлення гранул кулястої форми на основі підготовленої органічної речовини, а також без зниження вологості вихідного матеріалу.

2. Україна потребує використання та виготовлення органічного добрива із сапропелю, це є головною метою розробки даного засобу. Значно підвищити продуктивність праці та зменшити затрати на виготовлення даного виду добрив можна за допомогою використання коливної поверхні для виготовлення гранул із органічних речовин, а також можна помітно зменшити матеріало- та енергомісткість процесу.

3. Складатися дана коливна поверхня має із таких вузлів та агрегатів, як: електродвигун, рама, пульт(за допомогою якого здійснюється керування агрегатом), муфта, шатун, ящики для завантаження та розвантаження, камери для формування гранул із механізмом підігріву, черв'ячний редуктор, ведучий та ведений кривошип, а також заслінки і механізм для виконання регулювання параметрів камери.

4. Комплектація коливної поверхні складається із: запасні деталі, особливо коли термін їх служби менший за гарантований терміну служби засобу.

5. Щоб зібрати машину, налагодити її, провести монтаж й обслуговування –для цього має бути достатнім комплект пристроїв та інструментів.

6. Показники процесу, які має забезпечити коливна поверхня для виготовлення гранул мають бути наступними:

- втрати не більше 3%.(не враховуючи втрати під час транспортування)
- відхилення в розмірі не більше 1 міліметра

- при роботі коливної поверхні в складі технологічної лінії, то на інших засобах втрати готових гранул мають складати не більше 10 відсотків

8. щоб обслуговувати дану поверхню потрібен лише один оператор, що пройшов навчання із будови та правил експлуатації коливної машини. Оператор повинен мати знання з правил техніки безпеки дотримуватись їх.

9. При 8- годинній робочій зміні машина за рік має напрацювати середньому 7200 тон продукції.

10. Гарантія 2 роки, при мінімальному строку служби 10 років.

11. Коливна поверхня під час експлуатації повинна забезпечувати наступні показники:

- 0,70 – коефіцієнт експлуатаційного часу змін

- 0,95 – коефіцієнт готовності

- 0,92 – коефіцієнт використання технічного часу

12. Трудомісткість має становити не менше, аніж 90 кг/год

13. Для збирання та виготовлення вузли машини повинні бути технологічними. Конструкція засобу має передбачати використання профілів прокату та штампованих деталей, а номенклатура використовуваних матеріалів повинна бути як найменшою, також мають бути використані усі прогресуючі та наявні методи зварюванні при виготовленні даного агрегату.

1.4.3. Відомості про технологічні процеси

Виготовлення, вироблення органічних добрив та його процес, зокрема вироблення із сапропелю - складний та енергозатратний, саме тому способи гранулювання тримають напрямок на зменшення витрат при виробництві, а також підвищення якості продукції.

Коли відбувається проектування засобів для гранулювання, особливо для таких матеріалів, як сапропель, направляються зусилля на зменшення використання металу у конструкції засобу і зниження витрат енергії на виробництво добрив. Кінцева вологість гранул – не більше 10% , а їх розмір від 4 до 6 мм, тому технологічний процес утворення гранул саме із сапропелю

здійснюється так: підготовлені органічні матеріали змішуються у пропорції 50%-25%-25% і закладаються у бурти, де відбувається процес гниття усіх матеріалів до набуття придатності цієї речовини до гранулювання, а вже потім речовину, яку отримали піддають ретельному змішуванню й додають мінеральну частину, яка складатиме мінімум 5% від загальної маси органічних добрив, пізніше органічну речовину завантажують у бункер гранулятора, де ця речовина попадає під дію поршневого пресу й протискається через отвори у один ряд на дні камери, діаметр якої становить 10мм та ділить її на смужки у форму циліндра. Коли добриво проходить через ці отвори, то поділяється на смужки із набутою циліндричною формою. Потім смужки вкладаються на стрічковий транспортер, до речі, він обов'язково перед цим посипається сухими добривом, щоб не допустити налипання. За допомогою сили ваги і створення незначних коливань стрічки частково перерізатимуться і під час повороту розриватись на частинки визначеної довжини, бо полотно транспортера виготовлене у вигляді стрішки, плюс до неї приклепані гострі пластинки. Потім дані частинки попадають у камеру обкочування, де відбувається процес ущільнення й перетворення у гранули кулястої форми.

Висновки до розділу 1

Вищевикладені результати, їх аналіз, літературні джерела, що вивчались дають нам змогу зробити висновки, як-от:

Органо-мінеральні добрива, зокрема їх застосування (на основі сапропелю) значно підвищить родючість ґрунтів, збільшуючи вміст гумусу в них. А органічна речовина, яка знаходиться в складі гранул покращить взаємодію добрив з рослинами, забезпечуючи тим самим високий врожай. Також органічна речовина підвищить терміни поглинання поживних речовин (зокрема фосфорної кислоти).

2. ПРОЕКТНО – КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування і розробка схеми камери обкочування

Для гранулювання добрив (у практиці) довгий та тривалий час намагаються розробити універсальний робочий орган, щоб він під час роботи, маючи відносно просту конструкцію, був дуже довговічним та високоефективним, забезпечуючи високий вихід гранульованого матеріалу.

Але, варто сказати, що на сьогоднішній день так і не вийшло розробити універсальний механізм. Головною перешкодою є неможливість створення відповідного робочого органу в виді робочої поверхні формування гранул. Причиною розробки різних робочих органів було прагнення вирішення цієї проблеми. Ці органи були і раніше розглянуті, коли відбувався аналіз конструкцій, а деякі з цих робочих органів знайшли своє використання на практиці, а особливо в тих грануляторах, де головний принцип роботи пов'язаний із методом обкочування частинок.

Сьогодні проводиться клопітка праця, яка пов'язана із питанням формування частинок в складі мінеральної частини NPK й органічної речовини в напрямках формування однокомпонентних ОМД й багатокомпонентних органо-мінеральних добрив. Варто сказати, що найскладніший процес в формуванні часток - поєднання органічної речовини й азотних добрив, яке пов'язано зокрема із температурним режимом та режимами й виникненням різноманітних хімічних реакцій в процесі змішування компонентів, що вказані.

Щоб вирішити дану поставлену задачу, найперспективнішим завданням можна назвати пошук і конструювання робочих органів незначної металомісткості, а також максимального використання корисної площі поверхні обкочування. Вона передбачає дві зони, як-от: 1) зону формування гранул, перетворення її часток різної конфігурації в кулі потрібного діаметру, саме тут відбувається зниження вологості цих частинок. 2) зона, де передбачено зниження вологості до нормативного значення, а також її ущільнення. Це надає твердість

гранулам,, щоб їх можна було використовувати в різноманітних та технологічних процесах транспортування й зокрема внесення в ґрунт.

2.1.1 Обґрунтування побудови функціональної схеми

Запропонована технологічна схема даної коливної поверхні потрібна для вивчення процесів, зокрема технологічного процесу формування гранул кулеподібної форми методом обкочування але з одночасним зниженням вологості до відповідних встановлених норм. Цей засіб складається із жорсткої рами. Саме на цій рамі і підвішено на 4 шатунах камеру, яка є циліндричною, це камера обкочування гранул органо-мінеральних добрив із спеціально вмонтованою горловиною, зроблено це подачі теплого повітря. Це служить для часткового зниження вологості гранул на стадії їх початкового формування. Конструкція передбачає коливання на чотирьох шатунах, оскільки поверхня є криволінійною, то є відхилення у одну сторону близько до 15° , але із можливістю регулювання частоти таких коливань. Кондуктивний і конвективний - 2 відомі методи нагрівання поверхні, а можливо це, бо простір коливної поверхні замкнутий, проте, передня частина робочого органу відкрита, саме у цій частині проходить завантаження частин органо-мінеральної суміші. Частинки цієї органо-мінеральної суміші утворюються поршневым гранулятором і транспортер їх подає до завантажувальної горловини камери обкочування, а вже після цього частини органо-мінеральної суміші попадають у камеру обкочування. Для покращення процесу формування гранул за допомогою двигуна і черв'ячного редуктора, а також шатуна камера обкочування приводиться в рух. Це робиться для покращення процесу формування гранул. Для швидшого початку процесу кочення камера робить поступальні рухи, але поверхня повинна бути попередньо підігрітою, також на виході встановлений ситовий сепаратор, він відділяє дрібноту. Ще одним не менш складним механізмом є привід гранулятора, він включає в себе запобіжну муфту та електродвигун, а також редуктор(черв'ячний). Кривошип встановлено на ведучий вал редуктора(черв'ячного), який приводить у дію криволінійну коливну поверхню.

конструкція робочого органу в вигляді частини барабана дуже зменшує в цілому металоємність гранулятора.

Стационарна машина. Тут привід робочого органу відбувається від електродвигуна маркою 4A132S8Y3, з частотою обертання вихідного вала становить: $n=750$ об/хв.

2.1.2. Обґрунтування побудови принципової схеми

Перш за все, потрібна, щоб вивчати принцип роботи агрегату, налагоджувати його, а також проводити ремонт гранулятора та контроль за ним. Саме принципова схема є основою для розробки конструктивної документації, графічного креслення на збірні вузли та окремі деталі. Основні вузли гранулятора при проектуванні: 1)рама; 2)провід робочого органу гранулятора; 3)коливна поверхня.

Рама машини виготовлена із: кутників та квадратів, а також швелерів у формі кубу до цього куб зокрема до його верхніх ребер кріпляться кронштейни, камеру обкочування до них і підвішено, а посередині цієї камери прикріплено кронштейн привідного шатуна.

Рама гранулятора має зварну конструкцію, виготовлена зі стандартних профілів в вигляді швелерів 10 і кутників. Місця з'єднання зварних деталей підсиленні косинками товщиною 3-5 мм. Корпус рами має місце заземлення від враження напругою при включеному електродвигуні У нижній частині рами машини для вивантаження сформованих гранул передбачено горловину для вивантаження готової продукції.

Привод коливної криволінійної поверхні встановлюється на рамі разом з робочим органом та включає наступні робочі органи: кривошипні колеса відповідно 200 і 400 мм, редуктор черв'ячний 24-50, шатун довжиною 550мм. запобіжну муфту кулачкового типу.

До стінки циліндру приварюємо похилу криволінійну поверхню. Вона виготовлена з шести частин. По центру камери обкочування розміщуємо трубу яка заглушена внизу конусоподібним днищем.

Днище камери обкочування - конусоподібне. У нижній частині конуса приварено вхідну горловину для подачі теплого повітря.

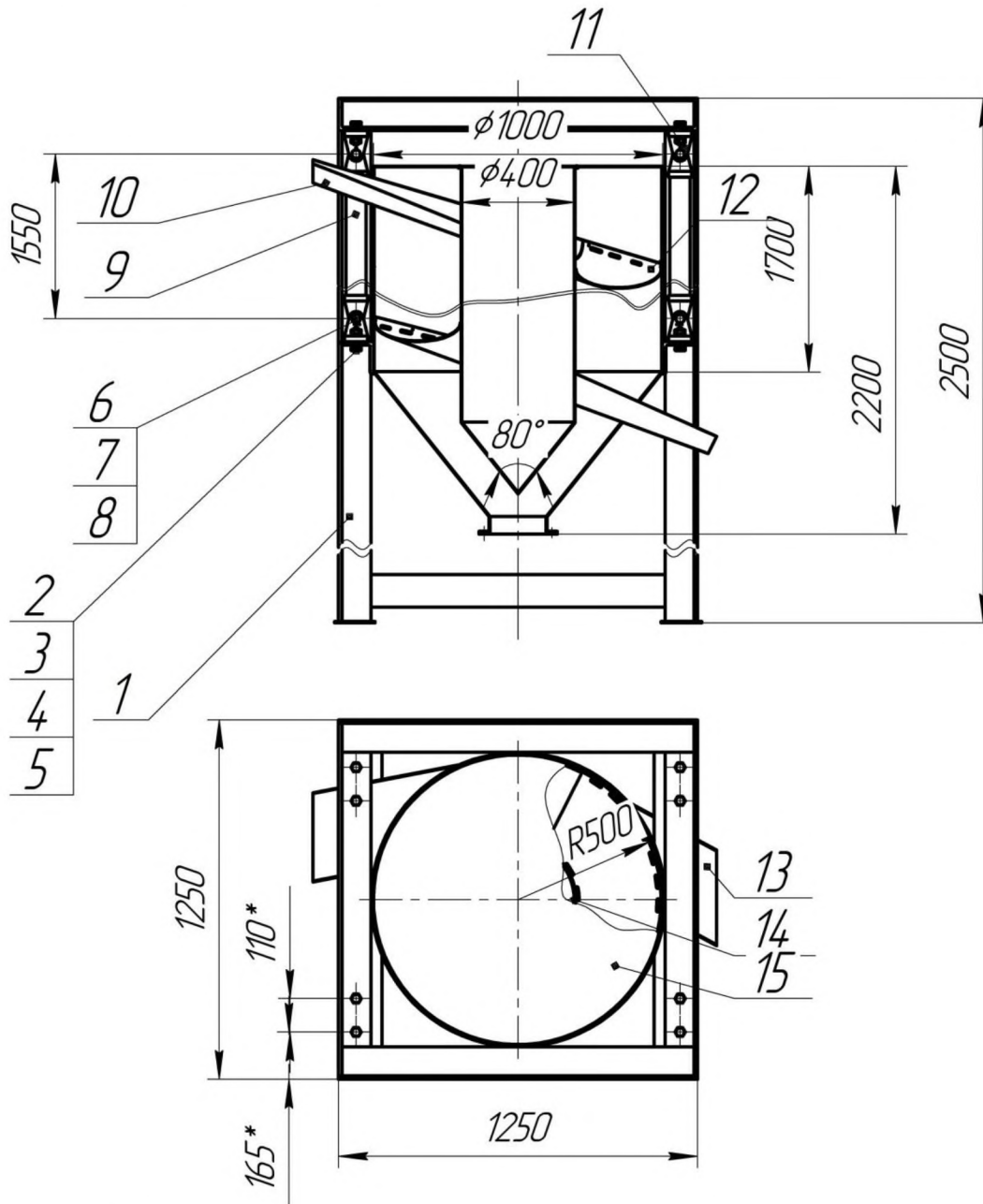


Рисунок 2.2 - Принципова схема камери обкочування.

2.2. Визначення основних технологічних параметрів

Зусилля пресування визначимо за формулою

$$P = 0,9 \cdot p \cdot S, H \quad (2.1)$$

де: f – площа поперечного перерізу поршня, m^2

p – тиск пресування, H/m^2 ; який рівний $p=1600-2200 H/m^2$

0,9 – коефіцієнт, який враховує втрати на тертя в ущільненнях циліндра та напрямних колонах.

$$S = a \cdot b, \text{ м}^2 \quad (2.2)$$

де: a, b – геометричні розміри поршня, м. Згідно конструктивних параметрів $b=1\text{м}, a=1\text{м},$.

Отже, площа поперечного перерізу рівна:

$$S = 1 \cdot 1 = 1\text{м}^2$$

За формулою (2.1) знайдемо зусилля пресування сапропелю:

$$P = 0,9 \cdot \rho \cdot S \cdot H$$

Продуктивність поршневих пресів розраховуємо за формулою:

$$Q_{пр} = m \cdot S \cdot H \cdot \rho \cdot \psi \frac{T}{k \cdot \tau}, \text{ кг / м}^3 \quad (2.3)$$

Де: H – висота бункера, м. Згідно конструктивних особливостей машини, $H=1\text{м}$

$m=1$ – кількість поршнів преса

S – площа основи поршня, м

T – тривалість зміни, хв; $T=600\text{хв}$

k – коефіцієнт використання продуктивного часу зміни. $K=0.3-0.5$ для машин, які працюють із тістоподібними матеріалами. Приймаємо $k=0.3$

ρ – об'ємна маса продукту, яка пресується, кг/м^3 ; $\rho=1600\text{кг/м}^3$

τ – тривалість одного пресування, хв. $T=60\text{хв}$

Ψ – коефіцієнт, що враховує степінь заповнення (для нашого випадку $\Psi=1$);

Отже, за формулою (2.3) визначимо:

$$Q_{пр} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1600 \cdot 1 \frac{600}{60} = 16000 \text{кг / зм}$$

Прийmemo, що продуктивність рівна 2т/год

Так, як коливна поверхня є продовженням процесу виробництва ОМД то продуктивність камери обкочування буде рівна продуктивності гранулятора

2.3 Розрахунок потужності необхідної на привід камери обкочування

Загальна потужність приводу камери обкочування рівна:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta_{np}}, \text{кВт} \quad (2,4)$$

де N_1 - потужність, яка витрачається на коливання камери, кВт;

$$N_1 = \frac{m_0 \cdot r \cdot \omega^3 \cdot A \cdot \cos \sigma}{102}, \text{кВт} \quad (2,4)$$

де: m_0 - маса дезбалансів, $m_0 = 100 \text{ кг}$

σ - кут зсуву фаз. Згідно [17] стор 156 $\sigma = 3 \dots 5^\circ$; прийmemo $\sigma = 5^\circ$

ω - частота коливань камери обкочування, с^{-1}

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 30}{30} = 3,14 \text{ с}^{-1}. \quad (2,5)$$

Підставимо значення в формулу (2.4), отримаємо

$$N_1 = \frac{100 \cdot 0,05 \cdot 3,14^3 \cdot 0,05 \cdot \cos 5}{102} = 1,43 \text{ кВт}$$

N_2 - потужність, що витрачається на подолання сил тертя у підшипниках:

$$N_2 = \frac{m_0 \cdot R_1 \cdot \omega \cdot (G_{обц} + M \cdot \omega^2 \cdot r) + f \cdot R_2 \cdot \omega \cdot G_{обц}}{102 \cdot \eta_{np}}, \text{кВт} \quad (2,6)$$

де: f - коефіцієнт тертя у підшипниках, встановлених на валу ексцентрика, $f = 0,0008 \dots 0,001$

M - маса коливної поверхні, $M = 120 \text{ кг}$

R_2 - радіус корінних опор ексцентрикового вала, $R_2 = 0,05 \text{ мм}$

R_1 - радіус опори підвіски коливної поверхні на валу, $R_1 = 0,1 \text{ м}$

η_{np} - коефіцієнт корисної дії приводу, $\eta_{np} = 0,8 = 0,8$

$G_{обц}$ - повна маса елементів камери обкочування, що припадає на корінні підшипники, $G_{обц} = 140 \text{ кг}$

Отже, підставивши значення в формулу отримаємо:

$$N_2 = \frac{100 \cdot 0,01 \cdot 3,14 \cdot (140 + 100 \cdot 3,14^2 \cdot 0,05) + 0,001 \cdot 0,05 \cdot 3,14 \cdot 140}{102 \cdot 0,8} = 0,428 \text{ кВт}$$

Повна потужність, що витрачається на привід камери рівна:

$$N = \frac{1.43 + 0.428}{0.8} = 2.32 \text{ кВт}$$

2.4. Визначення головних кінематичних розмірів гранул кулястої форми

В процесі кочення частинки органо-мінеральних добрив кулястої форми по робочій поверхні, що має форму кола радіусом $R_{\text{пов.}} = 0,48$ метра, і рухається, прискорюючись до максимального значення, коли робоча поверхня знаходиться в початковому положенні, а потім вже сповільнюється при досягненні крайнього положення на рухомій поверхні. Рівними нулю стають швидкість і прискорення.

Можемо розглянути рух частини масою m в той час, коли вона знаходиться в крайньому положенні на робочій поверхні (рис. 2.3)

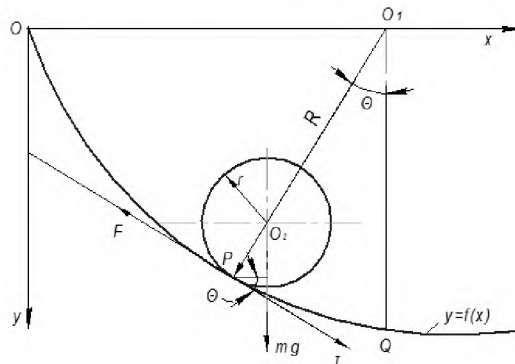


Рисунок 2.3 Схема розрахунку переміщення гранули по криволінійній поверхні

Частинка радіусом r котиться по кривій, що є частиною дуги кола радіусом R . В такому випадку треба визначити кінематичні розміри частини кклеподібної форми. Позначимо через θ - кут між дотичною до кривої та віссю Ox , шлях же, через який пройде частинка - S . Отже кут PO_1Q також дорівнює θ . Отже, $S = R \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)$, а $Y_p = R \cdot \cos\theta$. Використаємо закон збереження енергії при переміщенні кулеподібних тіл по криволінійних поверхнях, а також запишемо рівняння:

$$\frac{E_0}{m} = \frac{r^2 + \rho^2}{2} \theta^2 - gy_p + rg \cos \theta = \frac{r^2 + \rho^2}{2} \theta^2 - gR \cos \theta + rg \cos \theta, \quad (2.7)$$

$$\dot{\theta} = \frac{\dot{S}}{r} + \dot{\theta} = \frac{R}{r} \frac{d}{dt} \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) + \dot{\theta} = \frac{R-r}{r} \dot{\theta} \quad (2.8)$$

В початковий момент часу $t=0$, отже значення константи $E_0 = 0$.

Прийmemo: $\lambda = \frac{r^2}{r^2 + \rho^2}$, отже розв'язок рівняння 2.3 матиме такий вид:

$$\frac{1}{2\lambda} = (R-r)^2 \theta^2 = g(R-r) \cos \theta \quad (2.9)$$

Отже, звідси й маємо

$$\dot{\theta} = -\sqrt{\frac{2g\lambda}{R-r}} \sqrt{\cos \theta}. \quad (2.10)$$

Якщо підставити 2.4 в 2.2, то отримаємо величину кутової швидкості переміщення частини по криволінійній поверхні:

$$\dot{\phi} = \sqrt{\frac{2g(R-r)}{r^2 + \rho^2}} \sqrt{\cos \theta}, \quad (2.11)$$

Швидкість центра мас кулеподібної частинки, та проекції її вектора на координатні вісі визначаються за відомими формулами:

$$V = r\dot{\phi}, \quad V_x = V \cos \theta, \quad V_y = V \sin \theta. \quad (2.12)$$

А після диференціювання рівняння 2.5. отримаємо величину прискорення кутового:

$$\ddot{\phi} = \frac{d}{dt} \left[\sqrt{\frac{2g(R-r)}{r^2 + \rho^2}} \cdot \sqrt{\cos \theta} \right] = \sqrt{\frac{2g(R-r)}{r^2 + \rho^2}} \cdot \frac{\sin \theta}{2\sqrt{\cos \theta}} \frac{d\theta}{dt} = \frac{rg}{r^2 + \rho^2} \cdot \sin \theta, \quad (2.13)$$

Якщо $R=0,8\text{м}$, $r=0,01\text{м}$, $V_0=0$, $\theta=0$, то максимальна швидкість частинки кулеподібної форми і прискорення, в найнижчій точці криволінійної поверхні будуть дорівнювати:

$$\dot{\phi} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot (0,8 - 0,01)}{0,0001 + 0,2294}} \cdot 1 = 8,218 \text{ рад/с}$$

$$\ddot{\varphi} = \frac{0,01 \cdot 9,81}{0,0001 + 0,2294} \cdot 0 = 0.$$

Швидкість центра мас кулеподібної частини і проекції вектора на координатні осі рівна, за такої умови, коли $\theta = 0$:

$$V = V_x = 0,01 \cdot 8,218 = 0,082 \text{ м/с},$$

$$V_y = 0.$$

Усі інші параметри коливної поверхні набагато краще визначати за допомогою експериментальних досліджень. Такі дослідження дадуть змогу вибрати потрібну та раціональну конструкцію машини формування гранул органомінеральних добрив на основі сапропелю за допомогою методу кочення.

2.5. Розробка конструкції збірних одиниць та деталей

Завданням комплексної кваліфікаційної роботи було: розробити конструкцію камери обкочування ОМД.

2.5.1. Поверхня обкочування

Дана поверхня являє собою конструкцію, яка виготовлена із листової сталі у вигляді напівкруглого лотка. Поверхня обкочування є збіркою і складається зі 6 частин, які прикріплені між собою по спіралі. Всередину вставлено таку тонкостінну трубку, яка є заглушеною у нижній частині, яка кріпиться у камері за допомогою болтових з'єднань.

2.5.2. Камера обкочування.

Є листи листової сталі, які зварені між собою, саме з таких матеріалів і виготовлена камера обкочування і вона являє собою просторову конструкцію у формі циліндричній, висота якої 2 м, а її дно виготовлене із листа, товщина якого становить 5мм і має конусоподібну форму із привареним унизу циліндричним виходом, діаметр якого 20 см. Цей вихід служить для подачі у камеру обкочування нагрітого повітря, яке попередньо нагрівають.

2.5.3. Рама.

Рама засобу служить для кріплення усіх вузлів та деталей. Рама являє собою збірну одиницю, яка є досить складною і виконана із різних

холоднокатаних матеріалів. Дана машина складається із рам: основних та декількох допоміжних. Всі вони кріпляться до основної рами/

Складові рами зварюються чи заклепуються болтами. Два поздовжні прямокутного січення та швелери, які з'єднують дані бруси між собою називають основою рами. В брусах свердлять отвори під кріплення допоміжних рам (рама гранулятора, підставка під двигун рама транспортера, тощо)

Висновки до розділу 2

1. Значне зменшення тривалості і енергоємності процесу формування гранул органо-мінеральних добрив, а також забезпечення заданої твердості гранул забезпечується зневодненням частинок(це робиться для забезпечення збереження їх форми). Щоб якісно виконувати технологічний процес, для цього коливну поверхню, на якій виконується та чи інша робота розділяють на такі дві зони, як-от: 1) підготовка частин до кочення й зони формування гранул кулеподібних форм, але поверхня разом із тим включає елементи нагрівання.

2. Встановлені конструктивні параметри камери обкочування, та запропоновано технологічну та конструктивну схему гранулятора для виготовлення ОМД із сапропелю.

3. Правильно та чітко розраховано потужність камери обкочування і її продуктивність.

4. Також ми визначили умову кочення частинок ОМС по криволінійних поверхнях.

3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Програма експериментальних досліджень

Методики розрахунків процесів гранулювання дуже зв'язані із дослідженнями, зокрема властивостей, як широко застосовуються для виготовлення ОМД на основі сапропелю, саме тому із метою детального дослідження даного процесу й одержання даних для розробки конструкторської документації формування гранул органо-мінеральних добрив за допомогою методу кочення органічної суміші на основі сапропелю слід зробити дослідження у лабораторіях з визначення фізикомеханічних властивостей матеріалів, які можливо гранулювати.

Заплановані такі експериментальні дослідження, окрема їх проведення вимагає використання значної кількості стандартного лабораторного обладнання, а також апаратури й спеціалізованих приладів. Необхідна також розробка нестандартних якісних лабораторних установок, щоб оптимізувати перевірку та встановити правильні параметри для гранулювання.

Використовують стандартні обладнання для проведення досліджень із визначення основних параметрів процесу сушіння гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю, а також побудови кривих сушіння.(рис. 3.1).

Дана програма передбачала вирішення таких завдань, як-от: шляхом проведення експериментів передбачалось виявлення потрібних закономірностей, щоб легко встановити окремі параметри засобу формування гранул органо-мінеральних добрив шляхом кочення у коливній нагрітій площині.

Програмою було передбачено такі параметри:

- 1) необхідне встановлення раціонального режиму зменшення вологості органо-мінеральних добрив на основі сапропелю із змішуванням їх мінеральних частинок
- 2) необхідне чітке встановлення граничного режиму сушіння органічної суміші на основі сапропелю, яка має природну вологість

3) визначення твердості частин й гранул кулеподібних форм у залежності від їх зневоднення і формування

4) визначення зміни геометричних характеристик гранул органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю, які відбулись під час сушки цих гранул

3.2. Прилади та лабораторне обладнання, а також апаратура

Щоб провести експериментальні дослідження організоване комплексне виконання процесу заміру усіх вихідних параметрів матеріалів, а також режиму роботи обладнання. Варто сказати, що проведення повних досліджень розділене на 2 етапи такі серйозні етапи, як-от: основні теоретичні обґрунтування та інші пошукові дослідження.

Використовувалося таке лабораторне обладнання , як (рис. 3.1, 3.2):

1. Сушильна шафа типом СНОЛ —3,5;3,5;3,5/3 із термометром та шкалою від 0 до 400°C й ціною поділки 5°C

2. Вологомір МГ-44

3. Електронна вага ТВЛ-0,5 діапазон вимірювань якої становить від 0,5 до 500 г, напільна вага 4.Циліндрична ємкість



Рисунок 3.1 Обладнання та прилади, які використовуються для визначення вологості й вмісту вологу у матеріалах

4.Термометр “Testo 405V1” діапазон вимірювань якого становить від 0 до 200°C

5.Набір бюксів

6. Кутомір



Рисунок 3.2 Електронний вологомір (МГ-44) й електронний термометр

Щоб дослідити зневодненого матеріалу та його вологи застосовували спеціалізовані сушильні шафи, які також називають автоклавами, в яких є можливість точного та правильного регулювання температури та інтенсивності нагрівання камер, де відбувається сушіння матеріалів.

У сушильній камері температура утримувалась у таких рекомендованих межах, як-от: $t = 100...120^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Варто зазначити важливу річ, що ці експерименти проводились по 3 рази у кожному варіанті. Повторювались для 6 контрольних значень навантаження на дані зразки.

Використані були для даних зразків спеціальні пронумеровані бокси, в яких маса тари була фіксованою.. Маса боксів зі зразками виміряна на електронних терезах (ТВЛ-0,5), в яких клас точності 4.

Температурні параметри нагрітої поверхні і її вплив на зміну вологості гранул кулеподібної форми, а також встановлення відповідного кута твірної криволінійної поверхні для перетворення частин різних форм в кулеподібні робили на експериментальній лабораторній установці (рис. 3.3), яка була розроблена по принципу похилої площини, щоб визначати коефіцієнти кочення готових, вже сформованих гранул із різноманітним вмістом мінеральних частинок.

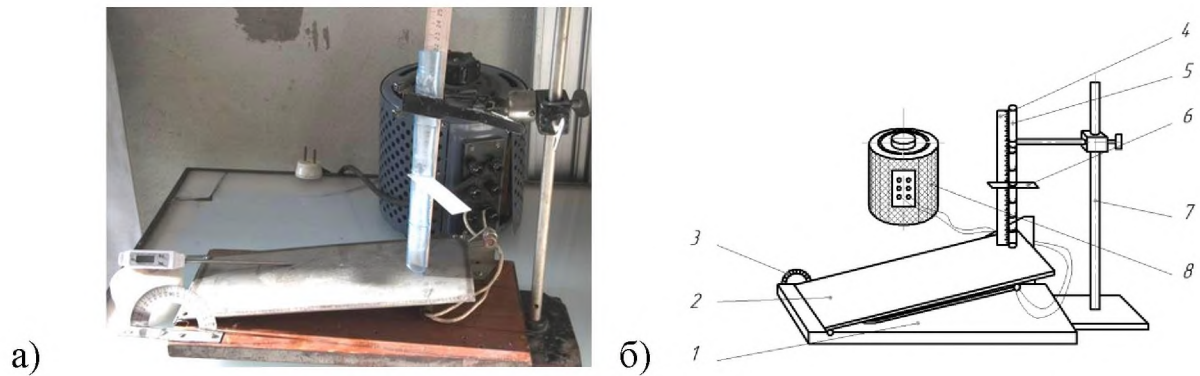


Рисунок 3.3 Загальний вигляд (а) і схема (б) лабораторної установки для того, щоб вивчити кути кочення: 1 – основа, 3 – кутомір, 2 – нагрівальний елемент, 6 – пластинка, 4 – лінійка, 8 – прилад за яким регулюється напруга - «Лагер». 5 – трубка із спеціальними прорізами, 7 – підставка.

Головною особливістю даної установки можна назвати те що в похилій площині, окрім можливості міняти кут нахилу також вмонтовано спеціальний нагрівальний електро елемент. За допомогою реостату проводиться зміна температури. Щоб встановити правильну висоту падіння частин на нагріту поверхню є спеціальна прозора трубка із певними прорізами, вона прикріплена до мірної лінійки, а повний контроль за температурою нагрітої поверхні спостерігається та робиться контактним термометром

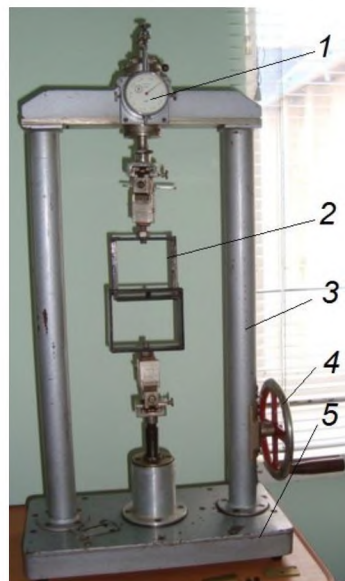


Рисунок 3.4 – Екстензометр, який є переобладнаним для руйнування частинок й гранул: 1 – індикатор, 5 – станина, 3 – рама, 2 – рамка для встановлення зразкі матеріалу, 4 – ручка.

За допомогою екстензометра (рис. 3.4), проводили досліди вивчення твердості, цей прилад також використовували для руйнації частин і гранул кулеподібної форми на різних стадіях формування та зниження їх вологості(зневоднення). В зажими екстензометра кріпилась спеціальна рамка 2, яка виготовлена із 2 половин, а ці половини можна було переміщувати одну від іншої.

3.3. Результати і методика встановлення точних та раціональних режимів зневоднення органічної суміші і гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю.

Щоб встановити такий раціональний режим зменшення вологості (зневоднення) органічної речовини на основі сапропелю і гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю використовувалось такі способи сушки:

1) сушіння зразків органічної речовини, вологість яких є природньою і гранул органо-мінеральних добрив в спеціальній сушильній шафі.

2) сушіння зразків органо-мінеральних сумішей в сушильній шафі

Тут використовувалась органічна речовина на основі сапропелю в складі якої було $60 \pm 5\%$ і NPK в різних співвідношеннях. Зокрема, мінеральні добрива подрібнювали до пилової фракції, а суміші отримували за допомогою змішування, в той же час гранули кулеподібної форми отримували вручну(товчення). (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Зразок отримання ОМС для використання, при наступних дослідах.

Щоб проводити дослідження, формували різноманітні варіанти пропорційних і фракційних співвідношень вихідних матеріалів, як-от такі варіанти:

варіант 1: 75% органічної речовини + 25% NPK

варіант 2: 50% органічної речовини + 50% NPK

варіант 3: 25% органічної речовини + 75% NPK

варіант 4: 100% органічної речовини.

Щоб проводити дослідження проводили такі дії, як-от:

1. Нагрівають сушильну шафу та сушильну поверхню, вмикаючи її (рис. 3.1; рис. 3.3) поки не буде теплової рівноваги.

2. Їмкості, в яких завантажували зразки гранул органо-мінеральних добрив були бокси протаровані. Після цього двері зачиняють, потім вмикають сушильну шафу і проводять зневоднення матеріалу, його сушіння.

3. Зміну маси визначали за допомогою ваг, обов'язково через встановлені інтервали, але не більше ніж 10 хв. на початку сушіння та по 10 – 15 хв. після встановлення процесу. Якщо вага стабільна - сушіння припинялось, а всі результати записували в таблиці.

4. Зміну вологості матеріалу в гранулах органо-мінеральних добрив на основі сапропелю у процесі сушіння проводили також шляхом відбирання проб з партій виготовлених добрив.

Зразок сапропелю, який спеціально відібрали із масою 5 – 6 г засипали у алюмінієві бокси, які спочатку були просушені та протаровані, а потім закривали їх кришкою та важили на технічних вагах із точністю до 0,01 г. потім бокси з відкритими кришками поміщали в нагріту сушильну шафу (до $110 \pm 10^\circ\text{C}$).

Сапропель сушили до постійної ваги, що була встановлена періодичним зважуванням. найперше зважування проводили через 2 год, а вже друге та інші проводили кожну 1 годину. Зокрема, бокси, які виймали з сушильної шафи переж кожним зважуванням поміщали у ексікатор для охолодження, а в той момент, коли різниця у масі небула більшою за 1 % від маси початкової наважки, то дослідження звісно ж зупиняли.

Щоб проводити розрахунки та будувати графічні залежності використовували формули та проводили обробку результатів в середовищі Excel.

Вологість органічної речовини W визначають за такою формулою:

$$W = \frac{m_e - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

W – вологість органічної речовини, у %

m_c – маса наважки органічної речовини після висушування, г

m_e – маса наважки органічної речовини, у г

Проби на вологість матеріалу відбирали на всіх етапах сушіння.

3.3.1. Побудова кривих сушіння органічної й ОМС на основі сапропелю та методики проведення досліджень.

Відбираємо наважку органічної речовини на основі сапропелю, маса якої становить 5 ± 2 г в вже очищені та висушені, а також протаровані бюкси й обов'язково закриваємо кришками, а потім вмикаємо сушильну шафу (рис. 3.1.) та гріємо до температури близько $100-120^\circ\text{C}$, підтримуючи дану температуру протягом 20 хв, щоб встановити теплову рівновагу у сушильній камері. Після цього знімаємо кришку у бюксі та поміщаємо бюкс в сушильну камеру. Ми фіксували масу ОС на основі сапропеля, а інтервал часу був приблизно до 10 хв. Результати і записували у документаційну таблицю. Припиняли дослід лише у тому випадку, коли ваги були незмінними протягом 6 годинних інтервалів. Коли закінчили дослідження, то сушильну шафу обов'язково виключали. Використовуючи залежність (3.1) й дані, які отримували під час процесу сушіння, визначали вологість органо-мінерального добрива на основі сапропелю.

За тими даними, які ми отримували - будували криві зневоднення матеріалу на основі сапропелю. Потім відклали по осі абсцис в масштабі тривалість τ процесу сушіння, а вологість W (у відсотках)- по осі ординат. Криву сушіння проводили за допомогою експериментальних точок на шкалі.

Закономірні зниження вологості в двокомпонентних сумішах, шляхом побудови кривих, точно дозволить визначитися з часом формування гранул із їх коченням поверхні, яка є нагрітою заздалегідь. Ця поверхня має температурне середовище та забезпечує твердість гранул для виконання різноманітних технологічних операцій.

Всі дані дослідження проводились із використанням стандартного обладнання, яке є вказаним на (рис. 3.1.).

Проведено чотири варіанти дослідів для різних сумішей сапропелю й компоненту мінеральної частини (N,P,K). В сушильній шафі температуру витримували близько $110^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$, а заміри проводились через 10хв (± 1 хв).

Вологість після змішування сапропелю із NPK в випадку якщо при 10відсотковому вмісті мінеральної частини становить 73відсотка, а при 25відсотковому вмісті – 61відсоток, а при 50відсотковому вмісті – 40відсотків і при 75відсотковому – 19відсотків.

Аналіз порівняння кривих 1 – 4 , які зображені на рис. 3.6 показує на однакове із часом висушення вологи з сумішей незалежно від відсоткового значення мінеральної частини, але формування гранул для даного випадку слід проводити при вмісті сапропелю не менше, ніж 75відсотків від загальної маси органо-мінеральних сумішей (на рисунку це криві один і два).

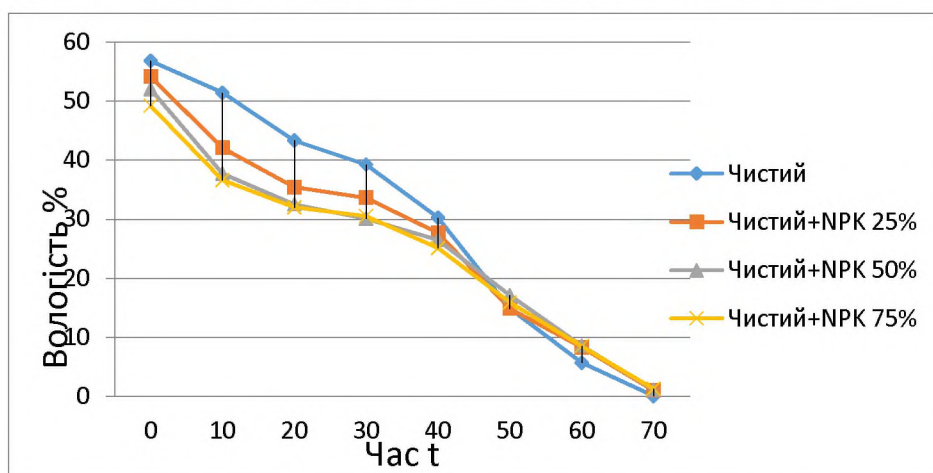


Рисунок 3.6 –Зміна вологості із часом та залежність органічної речовини в складі “органічної речовини + NPK” під дією температури $110^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$. 1) – органічна речовина (75%)+NPK (25%–), 2) - органічна речовина (50%)+NPK (50%); 3)) - органічна речовина (25%)+NPK (75%); 4) –. органічна речовина



Рисунок 3.7 – отримана ОМС(зразки), щоб використовувати їх при подальших дослідженнях: 1) – органічна речовина (75%)+NPK (25%–), 2) - органічна речовина (50%)+NPK (50%), 3) - органічна речовина (25%)+NPK (75%); 4) –. органічна речовина

3.3.2. Проведення досліджень зневоднення органо-мінеральних сумішей, їх методика та результати

По планах проведення досліджень й програми при формуванні органо-мінеральних добрив кулеподібних форм на основі сапропелю треба виявити характер процесу зневоднення.

По причині того, що для кожного із компонентів мінеральної частини NPK є можливими зміни хімічного складу під дією різних температур слід охопити усі важливі варіанти масового складу гранул, саме тому методика проведення цих досліджень є передбачуваною для кожного компоненту мінеральної частини й одночасно використано комплексні P, N, а також K в 4 пропорціях масованого складу. Одиниця маси органо-мінеральної суміші - 100 г суміші. Отже, обрані серед варіантів такі відношення пропорційні, як-от:

Варіант 1: 75% органічної речовини + 25% мінеральної частини,

Варіант 2: 25% органічної речовини + 75% мінеральної частини,

Варіант 3: 100% органічної речовини,

Варіант 3: 50% органічної речовини + 50% мінеральної частини

Дослідження, які проводились перед цим, зокрема зі збільшенням маси мінеральної частини дали змогу зрозуміти, що є недоцільним збільшувати масу для будь-якого N та K, а також P.

Проводились досліді на стандартних лабораторних приладах та з застосуванням виготовлених емкостей, в них вкладався спеціальна фільтрувальна бумага.

Було три повторності. Температура - $110 \pm 10^\circ\text{C}$ у сушильній шафі. У час та його тривалості обмежень не було. Проте, за визначальні брали близько 150 хвилин, а перед ти, як змішували мінеральну частку - подрібнювали до фракції у виді пилу.

Побудова графічних залежностей проводилась за допомогою програми, яка була розробленою у Excel. (у її середовищі).

Забезпечення правильних режимів зневоднення гранул органо-мінеральних добрив є визначальним у технологічній операції формування гранул кулеподібної форми. Існує методика, що наведена наведеній у п.3.3, за допомогою якої й були проведені досліді. Ці досліді допомогли визначити, що найраціональнішими параметрами температури сушіння гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю є температури від 80 до 100°C , а кількість органічної речовини – не менше, аніж 50 відсотків, а також початкова вологість – не більше 83 відсотків. Важливим є однокомпонентність мінеральної суміші, бо якщо в гранулах міститься більше компонентів, то забезпечити рівномірний розподіл по об'єму практично неможливо та нереально.

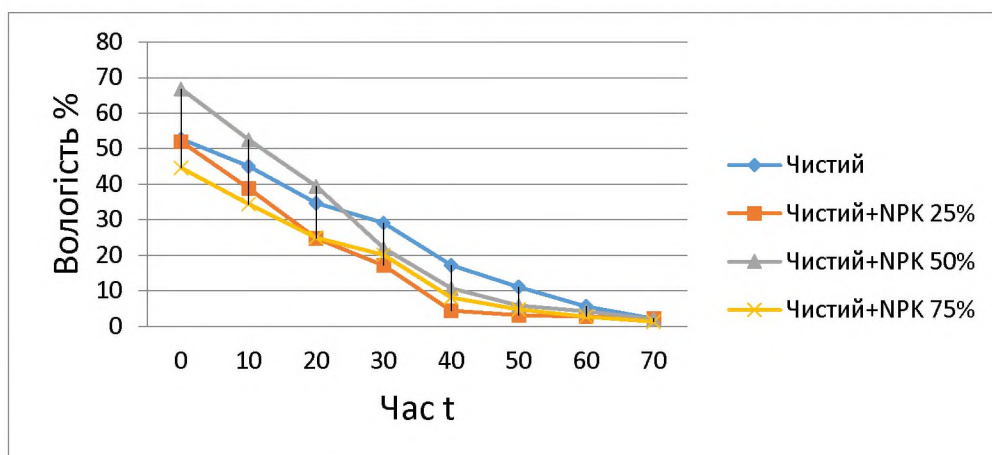


Рисунок 3.8 Криві сушіння гранул, які є сформованими на основі органічної речовини й мінеральної частини NPK, зокрема при температурі сушильного агента - 100°C : 1) – органічна речовина (75%)+NPK (25%), 3) – органічна речовини (25%)+NPK (75%), 4) – органічна речовини (50%)+NPK (50%).



Рисунок 3.9 зображено зразки гранул, які отримані із ОМС для використання при подальших дослідженнях: 1) – органічна речовина (75%)+NPK (25%), 2) - органічна речовина (50%)+NPK (50%), 3) - органічна речовина (25%)+NPK (75%), 4) –. органічна речовина.

Ретельних досліджень потребує формування гранул шляхом перетворення частинок довільної форми в кулеподібну і з використанням криволінійної поверхні.

3.4. Температурні параметри, зокрема їх визначення в нагрітій поверхні на куті кочення гранул та вплив на змінення вологості гранул кулеподібної форми

Досліди сушки органо-мінеральних добрив на основі сапропелю проведені на дослідній установці, яка зображена на (рис. 3.3)

Проведення дослідів здійснювалось за наступним порядком:

1). Нагрівали похилу поверхню, реостатом регулювали величину опору, а також потужність, яка споживалась, а також витримували час стабілізації температури.

2. В прорізь вставляли прозору трубку-заслінку на необхідну висоту й вкладали від 3 до 5 гранул, перед цим визначивши їх масу та вологість.

3. Отвір прозорої трубки повністю звільняли, щоб було безперешкодне переміщення гранул органо-мінеральних добрив на основі сапропелю до поверхні кочення, яка була встановлена вже під потрібним заданим кутом.

4. Прилиплі частинки та їх кількість зафіксували. Також фіксували їх час кочення до сходу із поверхні, що задана.

5. Частинки зважували повторно. Записували усі результати у документаційну таблицю. Повторювали усе не менше, аніж 3 рази.

Варто сказати, що у літературних джерелах достатньо інформації, але саме інформації досліджень з визначення параметрів, коли поверхня має не однакову температуру, а змінну – не зустрічається. Отже, додамо, що згідно методики. Яка є наведеною в п. 3.5., був встановлений кут тертя кочення для гранул з органічної суміші, початкова вологість якої становить 60 відсотків, а межі від 17 до 20° і кут кочення для орано-мінеральних добрив на основі сапропелю, вологістю 60 відсотків із насиченням NPK в відношенні 16-16-16. Тут він виявився в межах від 20 до 30° (зобр. на табл. 3.1).

Дані, що є представленими в таблиці 3.1 дозволяють нам зробити такі висновки: в однакових умовах висота падіння гранул на нагріту поверхню та їх маса, а також кут при якому гранула прилипає до нагрітої поверхні відрізняється на 3 градуса (і більше) гранул орано-мінеральних добрив від гранул з чистого сапропілю. Найвиразніше кочення гранул орано-мінеральних добрив відбувається в той момент, коли кут нахилу стає більшим до 30° . Таке явище спостерігається в гранулах з чистого сапропелю, коли кут нахилу нагрітої поверхні становить всього-навсього 20° , а пояснюється це тим, що відбувається швидке переміщення вологи до поверхні гранули і створюється переводяна плівка на самій гранулі.

Отже, кут дотичної до кривої, яка визначає криволінійність поверхні формування гранул орано-мінеральних добрив має бути не менше 30° , щоб забезпечити ефективне кочення частин, коли вони перетворюються в кулеподібну форму.

Таблиця 3.1 – Визначення кута кочення гранул на нагрітій поверхні

Склад суміші	Відстань подачі частинки	Кут тертя кочення, град.	Поведінка частинки
Органічна суміш 60% вологості	20	<17	прилипає
	40		
	60		
	20	17 – 20	прилипає
	40		котиться
	60		котиться
	20	>20	котиться
	40		
	60		
Сапропель 83% вологості + NPK (16 – 16 – 16)	20	<20	прилипає
	40		
	60		
	20	20 – 30	прилипає
	40		прилипає
	60		котиться
	20	>30	котиться
	40		
	60		

3.5. Визначення твердості гранул.

Твердість гранул кулеподібної форми у залежності від стадії їх зневоднення й формування.

Дані, що отримані при досліджах гранул орано-мінеральних добрив на твердість у залежності від часу затвердіння, дозволяють добре та якісно прослідкувати зміну маси гранул орано-мінеральних добрив ,а також геометричні параметри й встановлювати зусилля під дією якого ця гранула буде зруйнованою. Це дозволить нам визначитись з параметрами похилої коливної поверхні в зоні нагрівання, а також це дозволить нам встановити експлуатаційні й технологічні параметри засобу формування гранул орано-мінеральних добрив кулеподібної форми повністю. Результати – заносили у документаційні таблиці 3.3 і 3.2.

Таблиця. 3.2 – Результати встановлення твердості гранул орано-мінеральних добрив

Склад суміші	ОМС 65% вологості + NPK 16-16-16													
Час, хв.	0	10	20	30	40	50	52	54	56	58	60	65	70	80
Вага, гр.	5,13	4,20	3,65	3,37	3,03	2,70	2,60	2,39	2,33	2,21	2,02	1,90	1,72	1,70
Твердість, Н/мм ²	-						3,9	3,0	3,0	4,5	4,5	9,0	18,0	20,0
Розмір, мм	8...10	8...10	7...8	7...8	6...7	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6

Таблиця. 3.3 – Результати встановлення твердості гранул озерного сапропелю

Склад суміші	Сапропель 83% вологості												
Час, хв.	0	10	20	30	40	45	50	52	54	56	58	60	
Вага, гр.	9,16	6,60	5,46	4,43	3,45	2,98	2,56	2,35	2,14	2,00	1,88	1,73	
Твердість, Н/мм ²	-							3,0	6,0	15,0	16,0	16,0	16,0
Розмір, мм	8...10	8...10	7...8	6...8	6...8	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6	4...6	3...5	

Дані, які представлено в таблицях 3.2 і 3.3, дають нам змогу побудувати графічні залежності зміни твердості (затвердіння гранул орано-мінеральних добрив), а також їх маси від часу дії температури нагрітої поверхні (рис 3.10).

Варто зазначити, що аналіз таких графічних залежностей показує те, що гранули орано-мінеральних добрив, які сформовані на основі органічного сапропелю, вологість якого становить 83 відсотка й аналогічного сапропелю та компонентів NPK зі вмістом 16-16-16, що за час від 60 до 80 хвилин. гранули кулеподібної форми масою від 5 до 10 грамів значно зменшуються в розмірах (в 2 – 3 рази) при досягненні маси постійної. В тих же значеннях змінюється їхня маса.

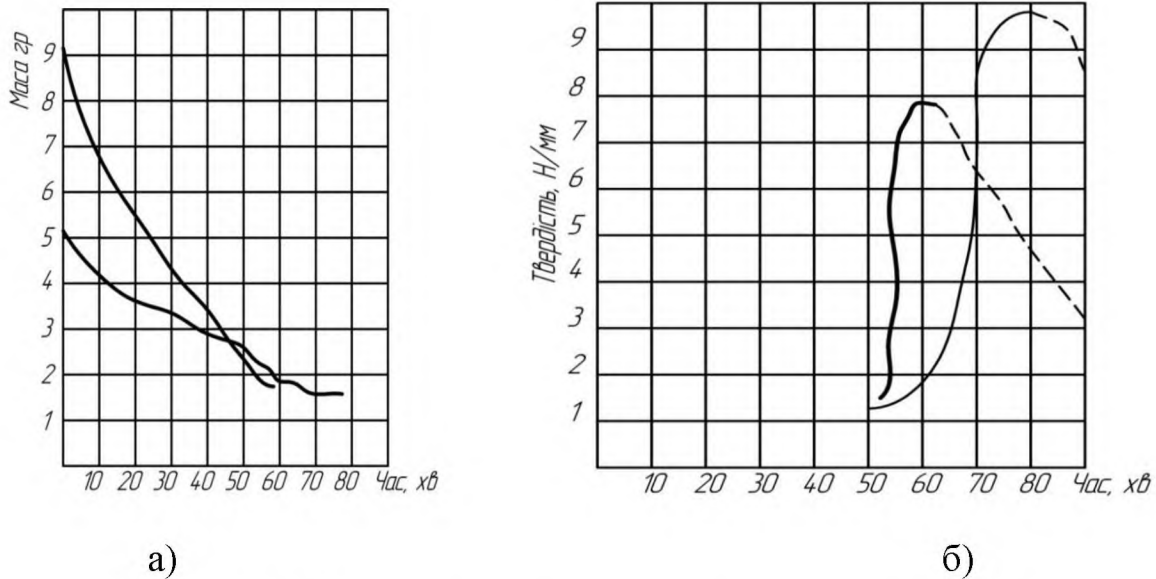


Рисунок 3.10 Залежність зміни твердості і маси гранул органо-мінеральних добрив від часу нагрівання нагрітою поверхнею: 1) зусилля руйнування гранул від часу їх сушіння. 2) зміна маси гранул у залежності від вмісту сапропелю,

Висновки до розділу 3

1. В результаті проведення досліджень в шафі для сушіння сільськогосподарських матеріалів по встановленні раціональних режимів сушіння ОМС та гранул органо-мінеральних добрив криві сушіння, що характеризують сапропель як колоїдний капілярний та пористий матеріал.

2. Одержані залежності сушіння ОМС в складі органічної речовини природної вологості і мінеральної частини, не залежно від складу та вказують на обов'язковий вміст мінеральної частини в гранулах не менше як 10%. Час зневоднення суміші “органічна суміш+NPK” становив 70 хв.

3. Одержані гранули даних добрив на експериментальній установці розміром 4 – 6 мм в діаметрі та висушені протягом 80 хв. набували твердості до 20 Н/мм². А в гранули сформовані із чистого сапропелю зусилля руйнування не перевищує 16 Н/мм².

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯ КОЛИВНОЇ ПОВЕРХНІ

4.1. Використання та експлуатація машини, яка розробляється

Експлуатація засобу для виготовлення гранул із органічної речовини, яка зроблена на основі сапропелю дуже важкий процес, що включає у себе використання гранулятора за своїм призначенням, а також підтримання його у повністю справному, робочому стані. Із якісним виконанням технічного обслуговування і забезпечення правильного функціонування гранулятора, зокрема його правильного зберігання та транспортування, а також вчасного технічного обслуговування.

4.1.1. Розробка технологічної лінії виробництва органічних добрив із сапропелю

Лінія, де і виробляється виробництво органічних добрив на основі сапропелю розробляється, щоб значно підвищити продуктивність та звести до мінімуму затрати ручної праці. На таких лініях є передбаченими такі етапи, як-от: перший етап - добування сапропелю із озер, боліт, інших водоймищ тощо.

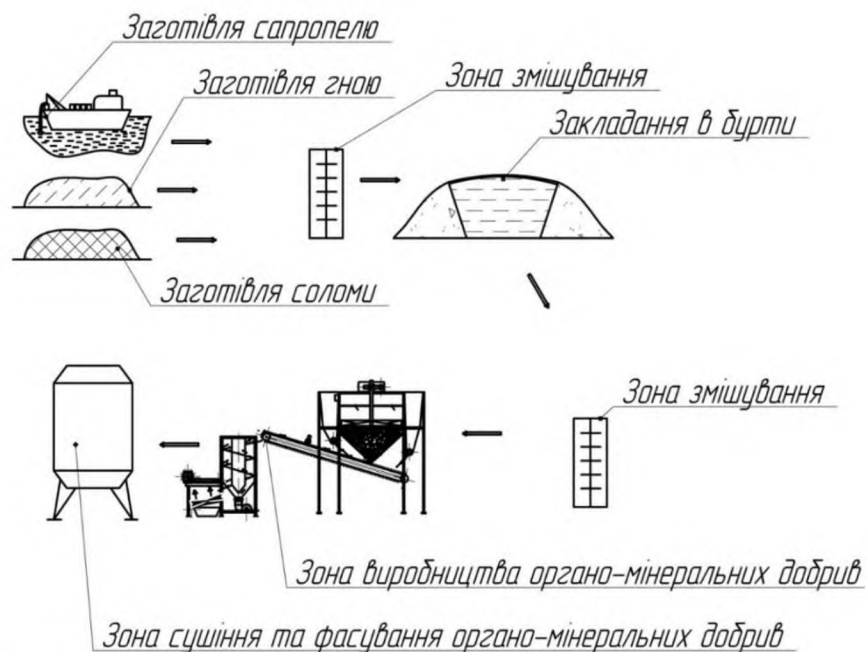


Рисунок 4.1 Технологічна схема виробництва ОМД.

Другий етап - заготівля матеріалів, яке мають рослинне походження , наприклад, солома, рослинні рештки сіно, рештки, які отримані у результаті скошування поля перед збиранням технічних культур, а також заготівля підстилкового гною.

До наступного етапу виконання технологічного процесу слід віднести змішування компонентів у такі важливі та необхідні пропорції, як-от: 25% матеріалів рослинного походження та 50% сапропелю, а також 25%-підстилковий гній. Після цього закладають його у бурти різних розмірів. Органічний матеріал, який отримали в результаті, залишають там під дією бактерій, що утворюють гумус. Проходить такий процес гниття й перетворення органічного матеріалу у якісне органічне добриво(природне), вологість якого становить 60відсотків. Його можна сміливо вносити у ґрунт розкидачами добрив, що вже існують. Дана технологічна схема передбачає виготовлення із отриманих вологих органічних добрив - гранульованого добрива, і це дасть можливість вносити гранули при проведенні просапних робіт або ж локально. В момент виготовлення гранульованих добрив із одержаної органічної суміші також проводять процес хорошого перемішування матеріалу, доки він не перетвориться у пастоподібний стан. В момент проведення різноманітних експериментальних дослідів також було виявлено: - органічна суміш, що була одержана із значним вмістом сапропелю втратила в'язкість та липкість, саме тому для надання гранулам твердості слід добавляти порошок із мінеральними частинками (не менше, аніж 5% від загальної маси органічної суміш). Потім відбувається перемішування, після чого ОМС завантажують у бункер поршневого пресу, а вже під його дією дана суміш розділяється на смужки у формі циліндрів. Після цього смужки потрапляють на транспортер, де у поперечному напрямі розділяються. Потім вже отримані частини циліндричної форми потрапляють у камеру обкочування, там і проходить процес перетворення частин у гранули кулеподібних форм. Схема виготовлення таких добрив звісно ж передбачає процес сепарації. На наступному етапі відбувається проходження товарної фракції – такий процес висушування до вологості від

14% до 16%, а також тара у мішки(розміри яких обираються безпосередньо залежно від замовлення).

4.1.2. Заходи підготовки даної технологічної лінії до роботи

Щоб підготувати роботу засобу для утворення гранул із органічної речовини на основі сапропелю потрібно зробити наступні дії, як-от:

1) дозбирання;
 2) перевірити кількість масла у редукторах, а також обовязкова їх обкатка

3) встановити пристосування спеціального призначення й усіх потрібних допоміжних агрегатів, які регулюють роботу органів

2) проводити налагодження роботи усіх наявних робочих органів

Збирання технології для створення ОМД на основі сапропелю проводиться в такій послідовності:

1) встановлення перил та драбин, а також виконання монтажу бункеру
 2) проведення монтажу та встановлення на машину дозуючого механізму на рамі засобу

3) виконання монтажу двох бункерів для добрив, які є сипкими

4) здійснення збирання транспортера також повна перевірка натяжки стрічок

5) монтаж подільного транспортеру

6) якісне здійснення монтажу наявного електрообладнання

7) відновлення лакофарбового покриття у разі його пошкодження.

Одним із важливих елементів конструкції при роботі із нею являється кріплення технологічної лінії до бетонної основи приміщення із виготовлення гранул ОМД на основі сапропелю, саме тому передбачено в рамі додаткові площадки із потрібними отворами, а відстані між цими отворами узгоджені в документаціях конструкторів.

Конструкція та розміщення деталей та вузлів покращує та надає зручності догляду за ними, а також безпеку при монтажі, роботі з машиною, ремонті машини.

Обертаючі вузли засобу вмонтовані в конструкцію чи захищені кожухами, а також огороженнями, за допомогою яких і немає небезпеки для персоналу, що обслуговує засіб. Такі огороження легко знімаються.

Тяжкі вузли або деталі, маса яких більше 20 кілограмів, повинні використовуватися при підйомах чи переміщеннях, а гранулятор є обладнанням певними місцями, що підсилені потрібними конструктивними елементами та призначенні для використання при навантаженні. Транспортується гранулятор в зібраному вигляді на заводі(це передбачено), а потім обов'язково проходить заводські випробування, поверхні формування гранул проходять обробіток, після чого консервуються до моменту встановлення на місце праці. Транспортування гранулятора дозволяється після його повного якісного упакування визначеними матеріалами й способами.

Для налагодження засобу для гранулювання сапропелю та його використання в різних умовах виконують регулювання(технологічні).

Звісно ж, також варто сказати, що можливе під час експлуатації гранулятора підтікання мастила, бо певні механізми можуть бути несправними. В такому випадку треба усунути такі неполадки й проводити змащування в відповідності до операцій технічного обслуговування для забезпечення робото-здатності гранулятора й запобіганню утворення дефектів.

Необхідно проводити обкатку двигуна та його перший запуск згідно із інструкцією по експлуатації.

Даний гранулятор треба експлуатувати спочатку в технологічних лініях для виробництва ОМД із сапропелю.

Перед початком запуску технологічної лінії потрібно переконатися, що відсутні дефекти в електрообладнанні, а також в цілісності ізоляції. Потрібно перевірити кріплення з'єднань в клемних коробках й правильність підключення нульових проводів.

Для того, щоб провести пуск засобу - перемикач схеми роботи пульта керування потрібно встановити в режим налагодження, бо в цьому режимі засоби не блокуються зовсім та є можливість підключення кожної із машин по чергово, не залежно від інших. Потрібно всього лише визначити напрямок обертання, цей напрямок зазначений на деяких деталях, а також на схемах передач. В момент холостої обкатки засобу перевіряється робота усіх наявних механізмів, а також конструкції засобу, машина перевіряється на наявність різноманітних несправностей, чи відстуній перегрів підшипників.

Перший пробний пуск засобу дасть змогу перевірити із якою швидкістю переміщуються гранули й швидкість виходу вже гранульованого матеріалу. Потім, опісля обкатки відбувається перевірка увімкнення лінії для утворення гранул згідно із наявними технологічними схемами, а потрібно для цього встановити ключ переключення у потрібне положення.

Засоби та агрегати, що використовують для виготовлення гранул із сапропелю чутливими до зміни завантаженості, зокрема зміни її норм, наприклад перевантаження або ж недовантаження. Щоб усунути це, під час їхньої експлуатації треба дотримуватись оптимального завантаження робочих органів. Це можна назвати основною умовою стабільності роботи машини, бо перевантажуючи робочу поверхню, може легко збільшитись швидкість виходу матеріалу на транспортер. Ця швидкість має бути стабільною, плюс із матеріалу виділяється кількість вологи, якої не вистачає. Недовантаження спричиняє до збільшення енергетичних витрат й збільшення собівартості готових гранул із сапропелю.

При постійному навантаженні також може змінюватись якість гранул, зокрема це залежить від складу матеріалу, саме тому для того, щоб уникнути зміни якості процесу утворення гранул – треба постійно якісно та наполегливо контролювати температуру готових гранул, встановлюючи необхідний рівень подачі матеріалу. Потім треба обов'язково відрегулювати швидкість коливання робочої криволінійної поверхні. Швидкість та її значення вибирається шляхом

визначення твердості гранул й оцінки процесу перетворення частино циліндричної форми у кулеподібну форму.

На вході потрібно зменшити швидкість подачі матеріалу в тому випадку, якщо в момент роботи на коливній поверхні затримуються домішки із вхідного матеріалу. Швидкість коливань в свою чергу потрібно зменшити в тому випадку, якщо на виході виходить великий відсоток гранул із низькою якістю. Щоб обробляти матеріал із зависоким вмістом вологи - треба збільшити частоту коливання. Це робиться для того, щоб у кінцевому випадку збільшився відсоток виходу саме якісних гранул

З більшими зазорами встановлюються вихідні заслінки а також вхідні, щоб отримати високу якість гранулювання.

Найбільш визначальним фактором пропускної здатності є температура. Саме температура забезпечує знімання вологи в момент перетворення частин матеріалу в кулеподібну форму.

Робоча поверхня, яку вибрали встановлюється на засіб відповідно до довжини робочих зон. В момент першого пуску гранулятора робиться перевірка по правильності вибору довжин зон, які є робочими.

Щоб правильно функціонували робочі поверхні треба якісно та вчасно очищати їх від забивання(надлишковим матеріалом тощо). У таких випадках використовують якісні спеціалізовані щітки, що встановлюються на основній рамі засобу, такі щітки мають щільно прилягати до робочої поверхні. Саме забивання канавок свідчить про погане встановлення цих щіток або це сигналізує про погану їх якість.

4.2 Правила зберігання камери обкочування.

Засоби для гранулювання органо-мінеральних добрив протягом року працюють залежно від їх виробничих потужностей й необхідності виготовлення добрив (різних видів). Час роботи засобу для гранулювання у відсотковому відношенні до тривалості календарного року складає приблизно від 80% до 92%, саме для того і існують робочі періоди. Зберігання засобів для гранулювання

органомінеральних добрив полягає в їх зберіганні протягом неробочого періоду, а в випадках тривалого зберігання (бувають різноманітні причини, наприклад, нестача сировини тощо) правила зберігання ґрунту на загальних правилах зберігання сільськогосподарської техніки.

Підготовляють до зберігання та зберігають ґрунту за наступними правилами, як-от:

1. Перед тим, як поставити машину зберігання, треба обов'язково очистити машину від бруду помити її, очистити від залишків матеріалів, також змастити усі необхідні робочі органи разом із підшипниковими вузлами. Перед тим як поставити ґрунту на зберігання, то треба визначити його технічний стан та комплектність, перевірити ґрунту на наявність і склад інструментів, в разі потреби – відремонтувати. Потім скласти усі необхідні відомості.

2. Машина повинна зберігатись виключно у закритому приміщенні, а її вузли мають бути звільненими від напруженого стану, а в випадках демонтажу – встановлюємо на підставки. Існує допуск зберігання на майданчиках з твердим покриттям, але мають бути виконаними усі необхідні операції консервації, зокрема зняті складальних одиниць і деталей, що потрібно здати у склади.

3. Під час зовнішньої консервації застосовуються захисні мастила (воскові), зокрема К-17, ПВК або (ЗВВД-13, ПЕВ-74).

4. Усю робочу криволінійну поверхню потрібно якісно очистити, а особливо другу зону. Тут розміщені ривчаки, які треба змастити солідолом чи восковим мастилом.

5. Сам шатун зняти, разом із шатунними колесами та промити у дизельному паливі (ДСТУ 4324-2:2005), потім вже опустити в ванну із мастилом, яке перед цим слід нагріти до 80...90 °С та тримати у ньому до 1 год. (поки повністю не застигне).

6. Слід зняти із ридуктора наявні запобіжні муфти, а також відпустити затяжки болтів, продувши їх здати у склад на зберігання.

7. Отвори закрити пробками(зокрема ті, що у редукторі), а вікна подачі вхідного матеріалу й виходу продукції закрити фанерними щитами, а також повністю ізолювати стики спеціальною клейкою стрічкою.

8. Коливна криволінійна поверхня повинна бути зафіксованою в нерухомому положенні, а зробити це можна за допомогою дерев'яних клинків, тощо.

9. Потрібно накрити машину, щоб не допустити потрапляння води у тому випадку, якщо машина стоїть на відкритому майданчику. Це допоможе запобігти утворенню корозії.

Висновки до розділу 4

1. Всі вдосконалення технології виготовлення ОМД полягають в розробці й встановленні у схему технологічної лінії повністю нової камери обкочування, яка дасть можливість значно знизити на початковій стадії гранулювання вологість гранул.

2. Нами було запропоновано схему. Дана схема показує технологічний процес виготовлення добрив із моменту добування сапропелю. Тут сапропель виступає основною органічною складовою.

3. Було визначено усі основні рекомендації для роботи технологічної лінії й камери обкочування, що розроблена. Також показані рекомендації по технічному обслуговуванні камери обкочування. Слід додати, що якщо якісно виконувати дані рекомендації, то ефективність робіт з ОМД буде значно збільшуватись та буде якісною.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ОМД та їх якісне виготовлення на основі поєднання не однієї, а кількох речовин можливе при тому, що я наявне відповідне технічне забезпечення, а точніше одним з шляхів вирішення проблеми є виготовлення й встановлення нових засобів, які беруть участь в виготовленні продукції з органо-мінеральних сумішей.

Важливим й перспективним напрямком у розвитку галузі з виготовлення ОМД це застосування машин, де робочі органи здійснюють процес формування гранул методом кочення, саме тому в кваліфікаційній роботі й запропонована конструкція засобу яка здійснює формування методом обкочування і полягає в зменшенні розмірів засобу та покращення її характеристик виконуючи операцію з гранулювання добрив з запропонованих органо-мінеральних сумішей. Запропонована камера сприяє створенню криволінійного руху гранул тим самим дозволить збільшити час перебування частинки на криволінійній поверхні де вона буде перетворюватись з частинки довільної форми в кулясту та знижувати свою вологість і ущільнювати їх по поверхні кулі.

Згідно дослідів , що були проведені в лабораторних умовах можна зробити такі висновки:

1. Показники гумусу в ґрунті надзвичайно важливі при вирощуванні сільськогосподарських культур, і тому при їх скороченні треба вносити речовини, які його відновлюють. Такою органічною речовиною можна назвати підстилковий гній та органічний сапропель. Варто зауважити, що виготовлення добрив на їх основі породжує ряд проблем. Так як в нашій державі відбулось значне падіння поголів'я худоби ВРХ. І саме це дає поштовх вишукувати нові шляхи рішення цієї проблеми, зокрема поєднання чи повна заміна підстилкового гною іншими органічними речовинами зокрема сапропелем.

2. Гранульовані добрива з поєднання декількох органічних речовин, основою речовиною якої є озерний сапропель дають змогу підвищити вміст гумусу в ґрунті. А їх поєднання в пропорції: 50%, соломи, 25% підстилкового

гною і 25% сапропелю дає найкращі показники при внесенні їх і ґрунт. Дані добрива є добривами з тривалістю дії поживних речовин до 3-х років.

3. Запропонована камера обкочування з криволінійною коливною поверхнею застосовується для створення гранул кулеподібної форми. Робоча поверхня камери розділяється на дві зони: зону обкочування гранул та зону затвердіння.

4. Механічний привод, що застосовується для приводу робочих органів та його застосування зменшить обсяг технічного обслуговування запропонованої машини та підвищить безпеку праці на машині та підвищить коефіцієнт використання часу при роботі на машині.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Браکش Н.А. Сапропелевые отложения и пути их использования / Н.А. Браکش // – Рига, – 1971. – 283с.
2. Кузнєцова Т.О. Вдосконалення технології внесення сапропелю з метою підвищення родючості ґрунтів в умовах Західного Полісся України: : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / Т.О. Кузнєцова. – Рівне: УПВГ, 1992. – 21с.
3. Шевчук М.Й. Сапропелі України. Запас, якість і використання органо-мінеральних добрив // Вісник аграрної науки, 2000, №2. – С. 24 – 28.
4. Бомба М.Я. Проблеми родючості ґрунтів: стан і перспективи відновлення у ХХІ столітті/ Сільський господар. – 2001. - № 9-10. – с. 20-23.
5. Шевчук М.Й. Озерні сапропелі України / М.Й. Шевчук, Е.Г. Дегодюк, В.І. Холоша, Б.С. Простер // Збірник технологій і рекомендацій щодо використання сапропелів, у тому числі на забруднених радіонуклідами землях, нормативних актів, довідкових матеріалів.– Луцьк.: Надстир'я, 1996.– 188 с.
6. Хайліс Г.А. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк. – К.: НМК ВО, 1992. – 320с.
7. Дідух В.Ф. Дослідження процесу зневоднення частинок оmd на основі сапропелів / В.Ф. Дідух, В.В. Тарасюк, Н.С. Міндюк // Сільськогосподарські машини. – Зб. наук. ст., Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – Вип. 41. – С.
8. Тарасюк В.В. Встановлення раціонального режиму сушіння та часу зневоднення гранул ОМД на основі озерного сапропелю / В.В. Тарасюк, В.Ф. Дідух, І.В. Тараймович // Сільськогосподарські машини. – Зб. наук. ст., Луцьк: ЛНТУ, 2012. – Вип. 12. – С.187-197.
9. Дідух В.Ф. Дослідження процесу формування гранул органо-мінеральних добрив методом обкочування / В.Ф. Дідух, І.В. Тараймович, В.В. Тарасюк, Д.С. Русаков // Вісник Харківського технічного університету

сільського господарства ім. П. Василенка. «Механізація сільськогосподарського виробництва» – Харків, 2011. – Т.1, № 107. – С. 387-394.

10. Тарасюк В.В. Конструктивні особливості формування гранул при виробництві ОМД на основі сапропелю / В.В. Тарасюк, В.Ф. Дідух, І.В. Тараймович // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Кіровоград, 2010. – Вип.№40 (частина II). – С.112-115.

11. Пат. №61587 Україна, МПК G05F3/00 на корисну модель. Спосіб формування гранул органо-мінеральних добрив / Тарасюк В.В., Бабарика С.Ф., Дідух В.Ф.; Заявлено 20.12.2010; Опубл. 25.07.2011; Бюл. № 14.

12. Пат. №66204 Україна, МПК B01J2/20 на корисну модель. Гранулятор органо-мінеральних добрив / Дідух В.Ф., Тарасюк В.В., Мошеров Ю.М.; Заявлено 14.06.2011; Опубл. 25.12.2011; Бюл. № 24.

13. Гевко Р.Б. Система машин і механізмів АПК / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, І.І. Павх. – Тернопіль, 2002. – 264с.

14. 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.

15. Gennari G., Tamburini F., Ariztegui D. Geochemical evidence for high-resolution variations during deposition of the Holocene S1 sapropel on the Cretan Ridge, Eastern Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2009. V. 273(3–4). P. 239–248.

16. Murat A., Got H. Organic carbon variations of the eastern Mediterranean Holocene sapropel: a key for understanding formation process. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeecology*. 2000. V. 158. P. 241-257.

17. Шевчук М. Й. Ґрунти Волинської області / М. Й. Шевчук, М. І. Зінчук, П. Й. Зінчук. – Луцьк : ВежаДрук, 2016. – 143 с.

18. Хомич С. М. Обґрунтування параметрів забірної пристрою засобу для добування сапропелю : дис. ... канд. техн. наук / С. М. Хомич. – Луцьк, 2014. – 129 с.

19. Екологічний паспорт Любешівського району за 2018 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-lyubeshivskogo-rayonu/>

20. Микитюк Н.В., Тарасюк В.В. Методи гранулювання органо-мінеральних добрив / Н.В. Микитюк, В.В. Тарасюк, // Студентський науковий вісник. Серія – природничі та технічні науки. Науковий збірник. Випуск 48 – Луцьк: ЛНТУ, 2023 – 62-65 с.

21. Мельнійчук М. М. Оцінка природно-ресурсного потенціалу Любешівського району Волинської області / М. М. Мельнійчук, Ю. В. Пасевич // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. праць / Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки : за заг. ред. Ф. В. Зузука. – Луцьк, 2011. – № 8. – С. 47–53.

22. . Носко Б. С. Ефективність застосування сапропелю та компостів на його основі при вирощуванні картоплі на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся / Б. С. Носко, І. В. Андрощук // Агрохімія і ґрунтознавство. – К. : Аграрна наука, 1994. – Вип. 57. – С. 105–110.

23. .Шевчук М. Й. Агроекологічна оцінка органо-мінеральних добрив на основі сапропелю / М. Й. Шевчук, О. І. Фіщук // Агрохімія і ґрунтознавство. – К. : Аграрна наука, 1998. – Вип. 59. – С. 127–133.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КАІ.ГОД.04.00.0000 СК	Привід камери обкочування		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КАІ.ГОД.04.01.0000.СК	Шатун	1	
		2	КАІ.ГОД.04.02.0000.СК	Муфта щеплення	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	КАІ.ГОД.04.00.0003	Корпус	1	
		4	КАІ.ГОД.04.00.0004	Кришка глуха	1	
		5	КАІ.ГОД.04.00.0005	Кришка наскрізна	1	
		6	КАІ.ГОД.04.00.0006	Черв'як	1	
		7	КАІ.ГОД.04.00.0007	Кришка глуха	1	
		8	КАІ.ГОД.04.00.0008	Колесо зубчасте	1	
		9	КАІ.ГОД.04.00.0009	Кришка глуха	1	
		10	КАІ.ГОД.04.00.0010	Втулка	1	
		11	КАІ.ГОД.04.00.0011	Рама	1	
		12	КАІ.ГОД.04.00.0012	Зливна пробка	1	
		13	КАІ.ГОД.04.00.0013	Кришка наскрізна	1	
		14	КАІ.ГОД.04.00.0014	Заливна пробка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		15		Болт М18-6gx30	4	
				ГОСТ 15591-70		

КАІ.ГОД.00.00.0000 03				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Микитюк Н.В.		
Перев.		Тарасюк В.В.		
Т.контр.				
Н. контр.		Юхимчук С.Ф.		
Затв.		Сацюк В.В.		
Гранулятор			Літера	Лист
органомінеральних добрив			М	1
схема принципова			Листів	2
Луцький НТУ, каф. КАІ ст.гр. ОСВм-21				

