

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет аграрної інженерії та екології
Кафедра аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

на тему:
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ДОБРІВ
НА ОСНОВІ САПРОПЕЛЮ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ МЕХАНІЗМУ
ЗАВАНТАЖЕННЯ СІРОВИНИ У ГРАНУЛЯТОР»**

спеціальності 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
освітня програма «Агроінженерія»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи АІ- 41
ДУХНИЦЬКИЙ Богдан Петрович

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент
Тарасюк Віктор Васильович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., професор
КІРЧУК Руслан Васильович

(підпис)

Луцьк 2025

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>аграрних технологій та екології</u>
Кафедра	<u>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</u>
Ступінь вищої освіти	<u>бакалавр</u>
Галузь знань	<u>20 Аграрні науки та продовольство</u>
Спеціальність	<u>208 Агроінженерія</u>
Освітня програма	<u>Агроінженерія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аграрної інженерії
імені професора Г.А. Хайліса
доц., к.т.н. ХОМИЧ Сергій
Миколайович _____

“ _____ ” _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Духницькому Богдану Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення технології виробництва добрив на основі сапропелю з модернізацією механізму завантаження сировини у гранулятор

Керівник роботи: Тарасюк Віктор Васильович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом ЛНТУ від “ 17 ” січня 2025 р. № 33/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи
« ____ » _____ 202_ р.

3. Вихідні дані до роботи _____

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

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

5. Перелік графічного матеріалу:

	к-сть листів
1. Схема удосконаленої технології	- 1 лист
2. Функціональна (принципова) схема машини	- 1 лист
3. Організація робіт або операційно-технологічна карта	- 1 лист
4. Складальне креслення розроблюваного вузла	- 1 лист
5. Робочі креслення деталей	- 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 «__» _____ 202_ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами і літературою	08.04 – 11.04.2025 р.	
2	Формування вихідних даних, мети та завдання виконання кваліфікаційної роботи	12.04 – 18.04.2025 р.	
3	Розробка рекомендації з покращення (удосконалення) технології	19.04 – 25.04.2025 р.	
4	Розрахунки параметрів машини і вузла, які проектуються	26.04 – 01.05.2025 р.	
5	Розробка функціональної (кінематичної) і принципової схем машини	02.05 – 08.05.2025 р.	
6	Розробка конструкції вузла і його деталей	09.05 – 15.05.2025 р.	
7	Розробка питань охорони праці та довкілля	16.05 – 22.05.2025 р.	
8	Оформлення пояснюючої записки	23.05 – 29.05.2025 р.	
9	Нормоконтроль	30.05 – 03.06.2025 р.	
10	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	до 10.06.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Духницький Богдан Петрович

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Тарасюк Віктор Васильович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Сторінок – 55, малюнків – 4, таблиць – 2, джерел – 15, додатків – 2.

Сапропель, барабанна сушарка, контактнo-подрiбноюча поверхня, озеро, родовище, вологiсть, сушильний агент, в'язкiсть, технологiя, температура, добрива

Квалiфiкацiйна робота бакалавра присвячена удосконаленню технологiї виробництва добрив на основi сапропелю з розробкою завантажувального механiзму барабанної сушарки.

У нiй висвітлюється сучасний стан i перспективи розвитку галузi виробництва органiчних (органo-мiнеральних) добрив на основi озерного сапропелю. На сьогоднiшнiй день це досить актуальна тематика, оскiльки мiнеральнi добрива швидко вирости в цiнi, а запаси прiсноводних сапропелiв на Украiнi є досить великi.

Пояснювальна записка мiстить вiдомостi вихiднi данi, мету та завдання виконання квалiфiкацiйної роботи бакалавра; аналізу сучасних технологiй, в якiй застосовується машина; обґрунтування до комплектування машини; розрахунок технiко-економiчних показникiв; аналіз конструкцiї машин-аналогiв; обґрунтування конструкцiї вузла; розрахунок параметрiв робочого органу; розробка робочого органу (вузла) та деталей.

Також розглянутi питання охорони працi та довкiлля серед яких моделювання небезпечних ситуацiй, вимоги до технiки безпеки при експлуатацiї машини та заходи з охорони та рацiонального використання земельних ресурсiв.

<i>AI.M3C.00.00.0000 ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Пiдпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>	<i>Духницький Б.П.</i>			
<i>Перевiр.</i>	<i>Тарасюк В.В.</i>			
<i>Т.контр.</i>				
<i>Н. контр.</i>	<i>Юхимчук С.Ф.</i>			
<i>Затверд.</i>	<i>Хомич С.М.</i>			
<i>Механiзм завантаження сировини</i>			<i>Лiтера</i>	<i>Аркуш</i>
			<i>δ</i>	<i>3</i>
			<i>55</i>	
<i>ЛНТУ, каф. аграрної iнженерії iменi професора Г.А. Хайлiса ст. гр. АІ-41</i>				

ЗМІСТ

Реферат.....	
Зміст.....	
Вступ.....	
1 Оглядова частина.....	
1.1 Аналіз сучасних технологій в яких застосовується машина..	
1.2 Особливості оброблюваного матеріалу	
1.3 Вихідні дані мета та завдання.....	
2 Рекомендації з покращення (удосконалення) технології.....	
2.1 Обґрунтування до комплектування машини.....	
2.2 Обґрунтування вибору розрахунку процесу сушіння органічного сапропелю.....	
2.3 Визначення розмірів сушильного барабану.....	
3 Проектна частина.....	
3.1 Аналіз конструкцій машин-аналогів.....	
3.2 Обґрунтування конструкції вузла.....	
3.3 Розрахунок параметрів робочого органу.....	
3.3.1 Вибір швидкості руху шнекового транспортера.....	
3.4 Розробка робочого органу вузла та деталей.....	
4. Охорона праці та довкілля.....	
4.1 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації.....	
4.2 Аналіз об'єкту проектування з позиції його безпеки.....	
4.3 Правила безпечного проведення робіт із використанням сушарки.....	
Загальні висновки.....	
Переліку джерел посилань.....	
Додатки.....	

					AIM3C.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ Взам.	Підпис	Дата		5

ANNOTATION

Pages – , figures – , tables – , sources – , appendices – .

Sapropel, drum dryer, contact-grinding surface, lake, deposit, humidity, drying agent, viscosity, technology, temperature, fertilizers

The bachelor's qualification work is devoted to improving the technology of producing fertilizers based on sapropel with the development of a loading mechanism for a drum dryer.

It highlights the current state and prospects for the development of the industry of producing organic (organo-mineral) fertilizers based on lake sapropel. Today, this is a rather relevant topic, since mineral fertilizers have rapidly increased in price, and the reserves of freshwater sapropels in Ukraine are quite large.

The explanatory note contains information, initial data, the purpose and objectives of the bachelor's qualification work; analysis of modern technologies in which the machine is used; justification for the machine assembly; calculation of technical and economic indicators; analysis of the design of similar machines; substantiation of the design of the unit; calculation of the parameters of the working body; development of the working body (unit) and parts.

Also considered are issues of labor protection and the environment, including modeling of dangerous situations, safety requirements for machine operation and measures for the protection and rational use of land resources.

					<i>АІМЗС.00.00.0000 ПЗ</i>	Арх.
Эк.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

На грунтах які характеризуються низькою родючістю внесення добрив, особливо органічних, є визначальним фактором в отриманні високих врожаїв. У період зменшення органічних добрив тваринного походження і зниження об'ємів виробництва мінеральних, потрібно використовувати альтернативні шляхи відновлення родючості ґрунту, використовуючи методи заміщення.

Великим резервом поліпшення набутого становища є використання органічного сапропелю, родовища якого розміщені в регіоні Західного Полісся.

Оскільки органічні добрива в даний час досить потрібні і конкурують на рівні мінеральних, то необхідно використовувати ці альтернативні сапропелеві запаси.

Виробництва органічних добрив на основі сапропелю потребує досить багато специфічних підходів і вирішень багатьох проблем.

Проблемою на стадії формування грануло подібних таких добрив є найбільш енергетичний процес – зневоднення сапропелю. Відомими науковцями було досягнуто межі механічного зневоднення 85...82% вологості на суху речовину. При чому поклади різних родовищ піддавались на механічні процеси зневоднення не однаково з різними енергетичними зусиллями та конструктивною специфікою засобів. Такі значення не задовольняють потреби аграріїв та землеробів.

Значення вологості органічного сапропелю при внесенні в ґрунт та тривалому зберіганні на складах, у затареному вигляді, повинно становити не більше 60%. Для вирішення цього питання пропонуємо удосконалення технології виробництва добрив на основі органічного сапропелю застосувавши контактне сушіння сапропелю, як сировини з одночасним п. одрібненням

					AIM3C.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

Можна вважати, що контактне сушіння це – вдосконалення застарілих процесів сушіння та оновлення технологічних засобів з розробкою нових механізмів.

Тому тематика даної кваліфікаційної роботи бакалавра є досить потрібна, вона вирішує проблему щодо виробництва дефіцитних органічних добрив, зменшує їх собівартість та дає можливість удосконалити шлях до екологічно чистого землеробства та виробництва продукції.

Багато масштабний підхід для створення нових технологічних засобів та процесів виробництва органічних добрив шляхом подрібнення і сушіння сапропелю передбачає врахування всіх якісних і кількісних характеристик і елементів, які взаємодіють для відновленням та покращенням функціонування верхнього родючого шару ґрунту.

Загалом запаси сапропелю тільки на території Волинської області становлять більше 100млн. тон, з перерахунку на 60%-ву вологість, що дає змогу їх довготривалого застосування як у натуральному вигляді, так і в складі сумішей добрив при внесенні в ґрунт та вирощуванні сільськогосподарських культур.

					<i>AI.M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз сучасних технологій в яких застосовується машина

Важливим критерієм вибору способу виробництва добрив з органічних сапропелів повинна бути його екологічна чистота, тобто роботи не повинні шкодити навколишньому середовищу. З іншої сторони, засоби виробництва добрив повинні забезпечувати мінімальну собівартість робіт, а також отримання якісного продукту. Тому далі наведено аналіз відомих технологій, які використовуються у сільському господарстві та промисловості.

В першу чергу слід зазначити що використання органічних сапропелів в якості добрив почало впроваджуватись не так давно, тому досить мало існує як вітчизняних так і закордонних технологій. Існуючі технології перебувають на початковій стадії формування мають багато недоліків і постійно вдосконалюються. Окремі з них перебувають на стадіях розробок, а окремі не повністю забезпечують вимоги до потрібного технологічного процесу.

Вітчизняні відомі технології складаються з кількох процесів які об'єднуються та створюють єдину технологію. Кожен окремо взятий процес досить енергозатратний та складний.

Наприклад роздільна механічна кар'єрна технологія потребує осушення боліт чи озер де розмішені поклади, потім екскаваторним чи грейферним способом відбувається добування з подальшим вивезенням. Далі проходить розстилання та ворущіння з природним висушуванням, складуванням в бурти та внесенням в ґрунт.

Це найпростіша технологія, оскільки не потребує будівництва приміщень з виробничими лініями. Застосовується сезонно переважно в літній, чи літньо-осінній період.

Гідравлічна технологія передбачає додаткове наливання замулених озер водою в процесі гідравлічного добування насосами, з подальшим транспортуванням пульпи по трубопроводах у відстійники. Потім після

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

Таким чином ми спростовуємо та удосконалюємо технологію виробництва органічних добрив (органо-мінеральних) на основі озерного сапропелю. Оскільки завантажувально-дозуючого бункера входить до складу обладнання барабанної сушарки, то можна сказати, що скорочення обладнання відбувається з чотирьох до одного.

Вибір методу сушіння органічного сапропелю залежить від якості, кількості і призначення виробництва. Ефективність процесу залежить від правильного підходу, вибору і обґрунтування конструкції сушарки, яка у свою чергу, визначає спосіб сушіння.

З аналізу літературних джерел [2 - 4] відома значна кількість технологій сушіння матеріалів та засобів, які використовуються. В більшості випадків назва технології відповідає назві робочого органу або назві самої сушарки.

Існує кілька різних принципів класифікації методів сушіння залежно від способу підведення енергії, галузі їх використання та гідродинамічних характеристик процесу. Найпопулярніша з них є класифікація за способом підведення енергії (рис. 1.2).

Задля підвищення продуктивності праці та прискорення процесу, сушіння повинне бути повністю механізоване. При цьому висока якість висушеного матеріалу. Технічні засоби здійснення різних методів сушіння матеріалу надзвичайно різноманітні, що пов'язано з конструкціями сушарок.

На основі аналізу та узагальнення існуючих класифікацій технологій сушіння різних матеріалів були розглянуті конструкції барабаних сушарок, та барабаних грануляторів оскільки їх найбільш доцільно використовувати для виробництва добрив.

В загальному це дві різні машини, тому для ефективності протікання процесу виробництва добрив варто їх поєднати в єдине ціле та зменшити операційність, кількість машин та енерговитрати.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зк	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

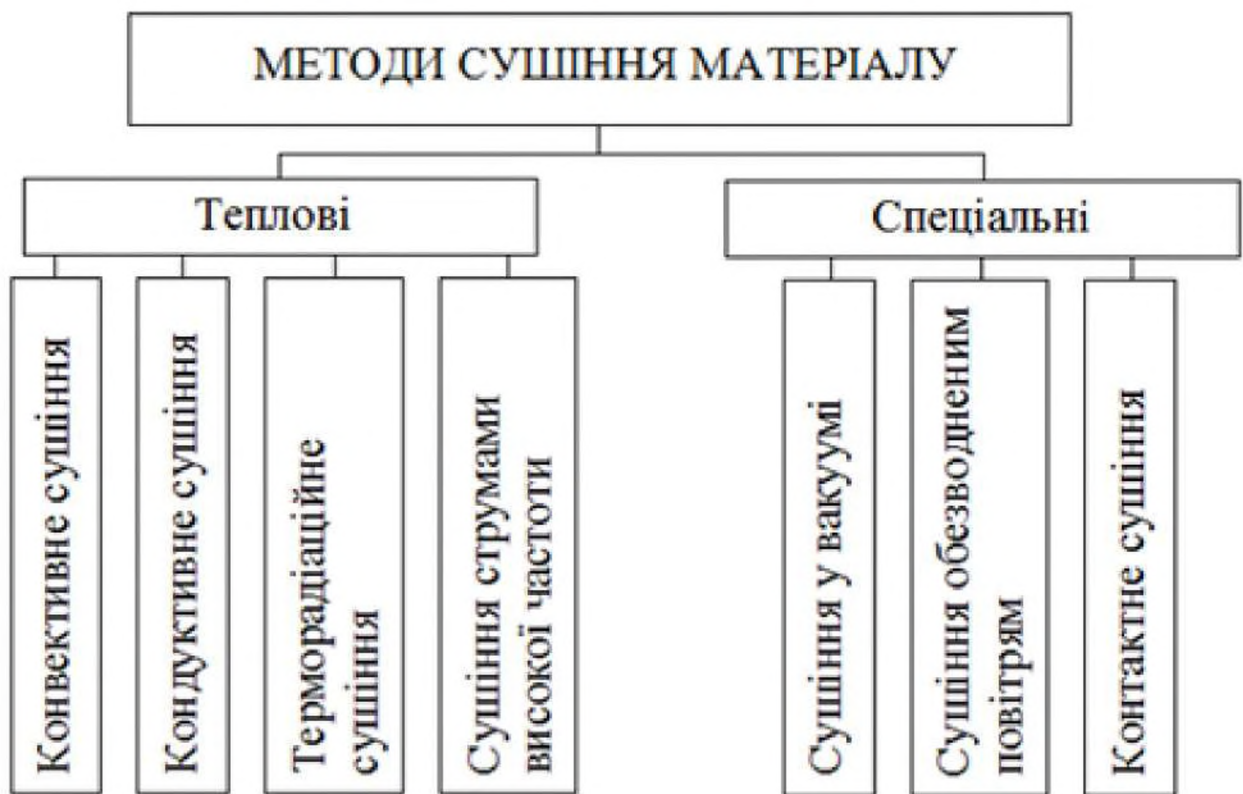


Рисунок 1.2 – Класифікація методу сушіння сипкого матеріалу за способом підведення енергії

1.2 Особливості оброблюваного матеріалу

Прісноводний мул, що утворюється на дні водоймищ з продуктів розпаду рослинних та тваринних організмів і містить більше 10% (за масою) органічної речовини називають – сапропель (від грецького *sapros* – гнилий і *pelos* – мул, або мул що гниє).

Дослідженням властивостей сапропелю та застосування їх у якості добрив, як за кордоном так і в Україні приділяли значну увагу наступні дослідники: Лопотко М.З., Євдокімова Г.А., Кузьмицький П.Л., Косаревич І.В., Кислов Н.В., Хохлов В.И., Фомин А.И., Шилова Н.А., Бодак В.І., Хомич С.М., Цизь І.Є. та інші [5-12].

Серед усієї різноманітності властивостей сапропелів суттєвий вплив на процес виробництва добрив мають наступні [5, 8] :

- фізичні (абсолютна, відносна, природна та гігроскопічна вологості, щільність твердої фази, об'ємна маса, зольність, гранулометричний склад);
- водні (водопроникність, водопоглинання та набухання);
- механічні (пластичність, липкість, опір зсуву, в'язкість, усадка).

Для досконалого ознайомлення з особливостями оброблюваного матеріалу проведемо аналіз досліджених властивостей органічного сапропелю, який впливає на процес виготовлення добрив.

Специфічною особливістю сапропелю являється високе вологонасичення, тобто кількість води, яка знаходиться в його порах у природному стані. Вміст вологи у сапропелях оцінюється двома показниками: відносною W (кількість вологи в сапропелі виражена у відсотках до загальної його маси) і абсолютною W' (кількість вологи в сапропелі вираженої у відсотках до сухої його маси) вологостями. [12]

Сапропель в натуральному вигляді надмірно зволожений оскільки його природна вологість, як правило, більша за повну вологоємність. Показники вологості сапропелю змінюються у широкому діапазоні залежно від глибини залягання. Так верхній його шар (пелоген) має найбільшу абсолютну вологість 2500-3000% [12].

Відома наступна залежність [5] для визначення абсолютної вологості за зміною глибини залягання сапропелю від 0,5 до 12 м:

$$W = 1508 - 12h + 4,4h^2, \quad (1.1)$$

де h – глибина залягання покладів, м.

Але розраховані за даною формулою значення викликають сумніви у їх достовірності.

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Гігроскопічна вологість змінюється в межах 9-11% для органічних і 5-8% для кремнеземистих та карбонатних сапропелів [5].

Під час дослідження набухання зневоднених сапропелів було встановлено, що вони активніше набухають на початковій стадії процесу, а також, чим дрібніші його частинки, тим сильніше вони набухають. Так, частинки дрібніші 0,01 мм за однакових умов набухають в два рази більше, ніж фракції 0,1-0,05 мм [13].

Вміст в сапропелях великої кількості органічної речовини істотно впливає на величину показника пластичності. Відомо, що для органічних сапропелів верхня межа пластичності коливається у межах 457-621%, нижня – 144-257%, а число пластичності – 313-426%. Кремнеземні і карбонатні сапропелі мають менші показники пластичності [12].

Максимальні значення липкості сапропелів до різних матеріалів визначені на приладі Качинського за попереднього ущільнення зразків протягом 5 хв. тиском 0,1-0,3 кг/см². Для кожного виду сапропелю характерна своя оптимальна вологість, при якій досягається максимальна липкість [12].

Аналізуючи стан справ у сегменті виробництва добрив для потреб сільського господарства держави, нами сформована пропозиція щодо удосконалення технології виробництва органічних (органо-мінеральних) добрив. Запропоновано новий метод інтенсифікації виробничого процесу шляхом формування гранульованих органічних, органо-мінеральних добрив на основі сапропелів.

1.3 Вихідні дані мета та завдання.

Удосконалення технологічного процесу виробництва добрив на основі сапропелю та розробка конструкції вузла машини, повинно відповідати вимогам технічного завдання. Для досягнення такої мети необхідно вирішити комплекс

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

задач. Рішення кожної з них базується на розрахунку конструктивних параметрів і підборі правильних режимів роботи.

Достовірність розрахунку залежить від точності вихідних даних, які необхідно враховувати.

Для удосконалення технології виробництва добрив на основі сапропелю з розробкою завантажувально-дозуючого бункера барабанної сушарки необхідно:

- провести аналіз відомих сучасних технологічних процесів виробництва добрив з сапропелів і конструкцій машин-аналогів, та на цій основі розробити теоретичні передумови проектування та удосконалення завантажувально-дозуючого бункера барабанної сушарки;

- засвоїти властивості оброблюваного матеріалу;

- запропонувати схему удосконаленої технології виробництва органічних добрив на основі сапропелю;

- розробити і обґрунтувати функціональну схему машини та конструкцію вузла;

- провести розрахунок параметрів бункера і техніко-економічних показників комплексної барабанної сушарки;

- розробити і викреслити складальне креслення розроблюваного вузла та робочі креслення його деталей (складальних одиниць);

- розглянути питання охорони праці та довкілля з застосуванням пропонованої технології виробництва добрив.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

При русі по нагрітій каскадній поверхні гранули сапропелю набирають необхідної твердості за рахунок втрати вологи – зменшуються в розмірах. При проходженні такого процесу сушіння постійно випаровується волога, тому конструкцією передбачено вентилявання барабану і подрібненого шару сапропелю. Процес вентилявання шару добрив та барабану проходить завдяки двом вентиляторам розміщених з вихідної сторони сушарки. Таким чином повітряний потік виступає в якості сушильного агента, оскільки виводить вологу за межі барабану. Далі сформовані гранули (кульки) добрив з останнього каскаду потрапляють в охолоджуючо-сепаруючу скатну поверхню (ринву), де відбувається їх охолодження та розділення на товарну і дрібну фракції, остання з яких направляється на повторну переробку та добавляється у подрібнювач першого каскаду, а товарні прямують у бігбег, або іншу тару для зберігання чи кузов транспортного засобу.

Отже, головним елементом у конструкції засобу виробництва добрив з органічного сапропелю є робоча контактна каскадна поверхня з подрібнюючою насадкою. Особливістю поверхні є те, що її робоча зона поділена на каскади де відбувається підготовки частинок до формування гранул кулястої форми. Зона підготовки гранул це гладка керамічна поверхня де проходить процес формування одношарового, або багатшарового потоку частинок і їх прогрівання, також вона доукомплектована подрібнюючим механізмом.

Запропонована барабанна сушарка органічного сапропелю забезпечує малі енергетичні затрати та високу ефективність виконання технологічного процесу, забезпечує рівномірне висушування та якісне гранулювання добрив, унеможливорює спричинення негативних екологічних наслідків на навколишнє середовище.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

2.2 Обґрунтування вибору розрахунку процесу сушіння органічного сапропелю

Існує достатньо велика кількість інформаційного ресурсу, щодо розрахунку в області розробки конструкції сушарки та моделювання процесу сушіння різнорідних матеріалів [2-3]. Однак інформація, яка стосується контактного сушіння в'язких капілярно-пористих, або пастоподібних матеріалів зустрічається досить рідко. Пов'язано це з тим фактом, що процес такого сушіння в сушарці – досить складний, котрий передбачає не тільки явище сушіння, але також подрібнення (розпушення, або розділення на окремі шматки) перемішування, пересипання, усушування матеріалу тощо.

Також існує велика різноманітність сушарок, тому вибір потрібної є досить відповідальне рішення. Так пропонуємо використовувати для такого процесу барабанні сушарки змінивши окремі конструктивно-технологічні, геометричні та режимні параметри.

З загальновідомого аналізу процесу сушіння можна зрозуміти, що загальна модель сушарки складається з двох допоміжних моделей, одна з яких є докладним описом поведінки матеріалу, а друга описує параметри і геометричну конструкцію сушильної камери та процес.

Перша модель містить характеристики матеріалу, наприклад, кінетика сушіння. Друга модель являється описом устаткування та обладнання машини і визначає переміщення і розподілу матеріалу та формування самостійних частинок кулеподібної форми еквівалентного діаметру до 20мм. При комбінуванні та взаємозв'язку обох моделей отримуємо конструктивні розрахунки сушарки та теоретичні обґрунтування процесу сушіння матеріалу в сушарці в цілому.

Також при контактному сушінні спостерігається неоднорідність висушування гранули. Поверхня буде мати меншу вологість а середина більшу. Тут варто звернути увагу на те що коли процес сушіння закінчивсь то

					AI 13C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

вологість гранули до однорідності набуває при зберіганні. Тому не варто відразу вносити в ґрунт готову продукцію а дати їй можливість відлежатись. Таким чином даний продукт можна виготовляти за будь-яких кліматичних умов та у будь-які пори року.

2.3 Визначення розмірів сушильного барабану.

Основні розміри сушильного барабану вибирають виходячи з об'єму сушильного простору. Цей об'єм складається з об'єму, необхідного для прогріву матеріалу до температури при котрій починається інтенсивне випаровування V_n , та об'єму необхідного для процесу випаровування вологи V_c .

Об'єм простору в який випаровується волога може бути знайдений з рівняння масопередачі:

$$V_c = \frac{W}{K_u \cdot \Delta x_{cp}} \quad (2.1)$$

де Δx_{cp} - середня рухаюча сила масо передачі, кг/м³;

K_u - об'ємний коефіцієнт масо передачі.

Рух матеріалу тобто сировини органічного сапропелю та агенту сушіння (обдування) проти точний, оскільки вентилятор вмонтований у вихідній частині барабану. В такому випадку коефіцієнт масо передачі K_u чисельно рівний коефіцієнту масовіддачі βv .

Отже для барабанної сушарки коефіцієнт масовіддачі βv може бути розрахований за емпіричним рівнянням:

$$\beta_v = \frac{1,62 \cdot 10^{-2} \cdot (\omega \rho_{cp})^{0,9} \cdot n^{0,7} \cdot \beta^{0,54} \cdot P_0}{c \rho_{cp} \cdot (P_0 - p)} \quad (2.2)$$

де ρ_{cp} – середня щільність сушильного агента, кг/м³;

c – теплоємність сушильного агента при середній температурі в барабані (1 кДж/кг*К);

β – коефіцієнт заповнення барабану матеріалом (12%);

P_0 – тиск при якому проводиться процес, Па;

p – середній парціальний тиск водяної пари, Па;

n – частота обертів барабану, об/хв. приймаємо $n=1,5$ об/хв;

ω – швидкість газового потоку в барабані, м/с.

Середня щільність сушильного агента при середній температурі в барабані розраховується за формулою:

$$\rho_{cp} = \frac{M}{v_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{cp}} \quad (2.3)$$

Середню температуру знаходимо як середньоарифметичну між температурою сушильного агента на вході t_1 та на виході t_2 з сушарки:

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{170 + 70}{2} = 120 \quad ^\circ\text{C} \quad (2.4)$$

Тоді за

$$\rho_{cp} = \frac{30}{22} \cdot \frac{273}{273 + 120} = 1,04 \quad \text{кг/м}^3$$

					АІ МЗС.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

Розрахуємо середній парціальний тиск пари води у барабані по значеннях вологовмісту на вході та на виході з барабану:

$$p = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (2.5)$$

Значення парціальних тисків розрахуємо за формулами:

$$p_1 = \frac{\frac{x_1}{M_{H_2O}} \cdot P_0}{\frac{1}{M_{c.n.}} + \frac{x_1}{M_{H_2O}}} = \frac{\frac{0,016}{18} \cdot 101325}{\frac{1}{30} + \frac{0,16}{18}} = 2522,3 \quad \text{Па} \quad (2.6)$$

$$p_2 = \frac{\frac{x_2}{M_{H_2O}} \cdot P_0}{\frac{1}{M_{c.n.}} + \frac{x_2}{M_{H_2O}}} = \frac{\frac{0,032}{18} \cdot 101325}{\frac{1}{30} + \frac{0,032}{18}} = 5462,8 \quad \text{Па} \quad (2.7)$$

Звідси

$$p = \frac{2522,3 + 5462,8}{2} = 3992,55 \quad \text{Па}$$

Маючи усі вихідні дані розрахуємо коефіцієнт масовіддачі βv :

$$\Delta x'_{\varphi} = \frac{12770,62 \cdot 18}{10^5 \cdot 22,4 \cdot \frac{273+102,5}{273}} = 0,074 \text{ кг/м}^3$$

Знаходимо об'єм простору необхідний для процесу випаровування

$$v_c = \frac{0,03}{0,12 \cdot 0,074} = 3,27 \text{ м}^3$$

Об'єм необхідний для прогріву матеріалу знаходимо з модифікованого рівняння теплопередачі:

$$V_n = \frac{Q_n}{K_v \cdot \Delta t_{cp}} \quad (2.10)$$

де Q_n – витрата тепла на прогрів матеріалу, кВт;

K_v - об'ємний коефіцієнт теплопередачі, кВт/м³ К;

Δt_{cp} – середня різниця температур теплоносія та матеріалу.

Витрата тепла Q_n дорівнює:

$$Q_n = G_k c_m (t - \theta) + Wc(t - \theta) \quad (2.11)$$

де t – температура матеріалу на вході в сушарку;

θ – температура матеріалу на виході

c_m – теплоємність сухого сапропелю.

Отже:

$$Q_n = 0,72 \cdot 1,64 \cdot (50 - 25) + 0,029 \cdot 4,19 \cdot (50 - 25) = 32,5 \text{ кВт}$$

					AI МЗС.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

Об'ємний коефіцієнт теплопередачі знаходимо за емпіричним рівнянням:

$$K_v = 16 \cdot (\omega \cdot \rho_{cp})^{0.9} \cdot n^{0.7} \cdot \beta^{0.54} \quad (2.12)$$

Звідси:

$$K_v = 16 \cdot (2 \cdot 0.941)^{0.9} \cdot 1^{0.7} \cdot 12^{0.54} = 108.2 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{К} = 0.108 \text{ кВт/м}^3 \cdot \text{К}$$

Для розрахунку Δt_{cp} необхідно знайти температуру, до якої охолонить сушильний агент віддаючи тепло матеріалу сушіння. Цю температуру можна знайти з рівняння [14]:

$$Q_x = L_{e2} \cdot (1 + x_1) \cdot c_x \cdot (t_1 - t_x) \quad (2.13)$$

де t_x – шукана температура.

Звідки:

$$t_x = 130 - \frac{32.5}{1.79 \cdot (1 + 0.016) \cdot 1.01} = 113 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Підставляючи розраховані значення у отримуємо:

$$V_x = \frac{32.5}{0.108 \cdot 113} = 3.5 \text{ м}^3$$

Звідси об'єм сушильного простору барабану:

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$V_6 = 3,5 + 3,27 = 6,77 \text{ м}^3$$

Відношення довжини барабану до його діаметру повинно знаходитися у межах 3,5÷7. Приймаємо $L/D = 5$.

З формули:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot 5D = 3,925D^3 \quad (2.13)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{3,925}} = \sqrt[3]{\frac{6,77}{3,925}} = 1,199 \text{ м}$$

Відповідно довжина барабану становитиме:

$$L = 1,199 \cdot 5 = 5,995 \text{ м}$$

За ОСТ 26-01-437 – 85 вибираємо барабан сушарки 1200×6000 мм. Об'єм його сушильного простору 6,78м³ [14].

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз конструкцій машин-аналогів

З швидкими темпами розвитку аграрного бізнесу країн Європи, та новітніми розробками сільськогосподарської техніки, Україні лишається користуватись розглядати останні новинки їх аналізувати і вдосконалювати.

Для удосконалення відомих машин і появи нового технічного рішення, необхідно вивчити конструкцій машин-аналогів. Співставити їх сильні сторони і позитивні практики та слабкі сторони і негативи, тоді запропонувати рекомендації, обґрунтувати їх та реалізовувати.

Отож проведемо огляд конструкцій машин-аналогів

Розглянемо барабанну зернову сушарку, напівпричіпну (рис. 3.1 Конструкція даної сушарки джерел [15] використовується, як у приміщенні, так і на відкритому току, або розгорнутому в полі тимчасовому пункті. Може працювати від електромережі, або генератора.

Складається з безпосередньо горизонтально розміщеного, абр нахиленого під кутом $1...6^\circ$ у бік вивантаження циліндричного барабана із закріпленими на ньому шестернею для обертання, через яку передається крутний момент від приводу.

Барабан обладнаний завантажувальним лійкою-бункером і вивантажувальним шнеком. Через бункер завантажується потрібна кількість зерна, норма якої контролюється з пульту керування, вмикається нагрівач та привід. Згідно певного часу сушіння відбувається обертання барабану, пересипання і висушування. Сушильний агент у барабан подається у вигляді нагрітого повітря вентилятором та виходить з нього через осушувач знову до вентилятора.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Вакум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

- перше утворення грудочок з даних частинок;
- додаткове перемішування грудочок в суцільну масу на першій стадії сушіння;
- друге утворення грудочок з даних частинок;
- кочення та ущільнення грудочок та утворення гранул в результаті їх переміщення по поверхні барабану;
- зміцнення зв'язків в результаті переходу рідкої фази в тверду, тобто стабілізація гранул.

В залежності від вимог, що пред'являються до готового продукту, тобто добрив, які отримуються внаслідок висушування сировини органічного сапропелю необхідно створити конструкцію сушарки, яка б виконувала спочатку подрібнення матеріалу, потім формувала частинки (так звані гранули) і просушувала їх до потрібної вологості.

Такими чином узагальнюючи результати аналізу барабанних сушарок різного призначення та види їх різнорідних насадок і поверхонь, з врахуванням аналізу конструкцій грануляторів можна зробити висновок, що з точки зору висунутих вимог та з внесенням особливостей конструкції нової контактної-подрібнюючої поверхні насадки барабану, вони є найбільш перспективним. Тому пропонуємо застосовувати барабанну сушарку з контактної-подрібнюючою поверхнею для виробництва добрив з органічного сапропелю.

Для вдосконалення технології виготовлення добрив на основі сапропелю ми підвищуємо ефективності виробництва і якість продукції.

Тому пропонуємо структурну схему виробництва органічних добрив на основі однієї операції технологічного процесу, яка буде виконуватись однією машиною з застосуванням обладнання, яке підсилює даний процес (рис. 3.8).

Обладнання буде виконувати кілька робочих процесів та транспортувати сировину по виробничій лінії.

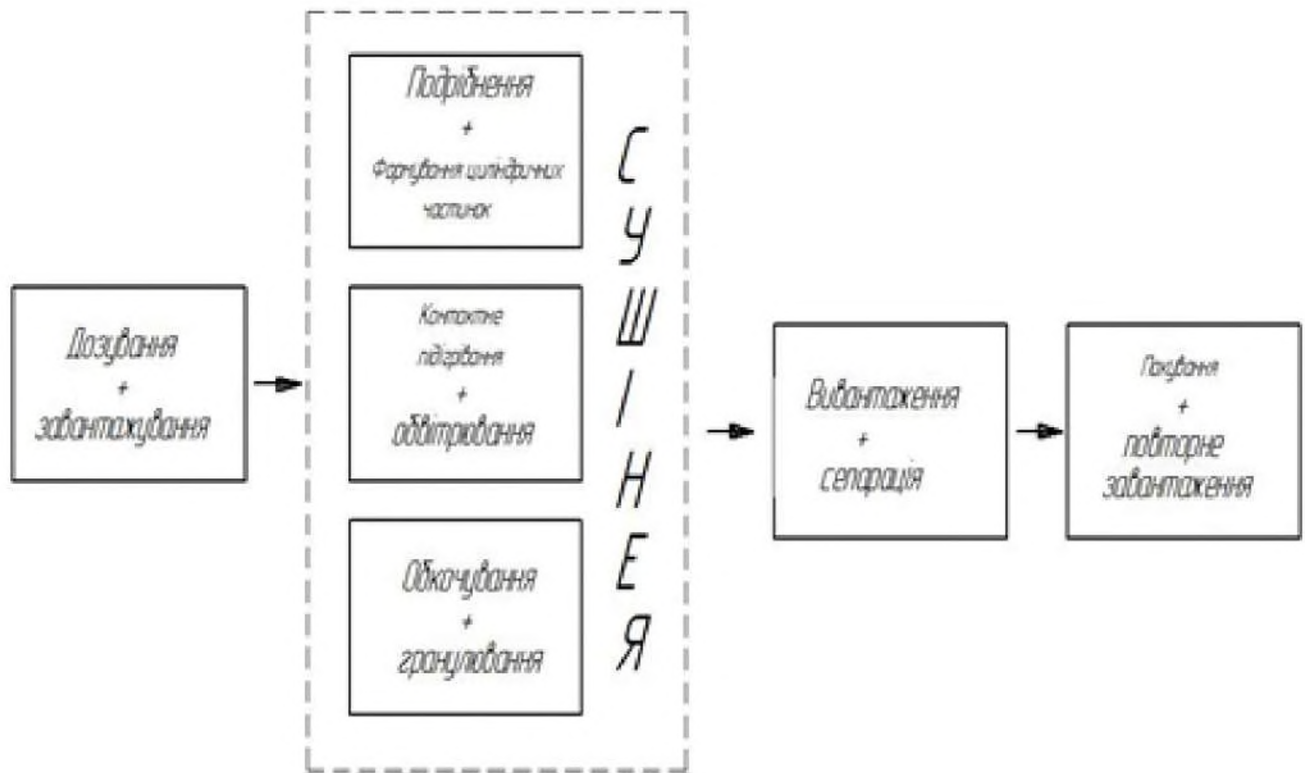


Рисунок 3.8 – Схема технологічного процесу удосконаленої технології виробництва добрив на основі сапропелю

Отже напрямком удосконалення виробництва органічних добрив буде – зниження енерговитрат за рахунок об'єднання операцій та зменшення кількості машин.

3.2 Обґрунтування конструкції вузла

Для обґрунтування конструкції розроблюваного вузла необхідно чітко знати складові машини. Для цього виконують принципову схему або, як її називають на практиці, компоувальну. За допомогою даної схеми визначають повний склад елементів, сільськогосподарської машини і зв'язків між ними. Дана схема дозволяє детально уявити структуру, принцип роботи, взаємодію вузлів та функціонування даної сільськогосподарської машини.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

AL M3C.00.00.0000 ПЗ

Арк.

37

Розроблювальний вузол це завантажувальний бункер знаходиться на цій схемі під позицією 1, також він окремо зображений на рис. 3.10 у тривимірному зображенні.

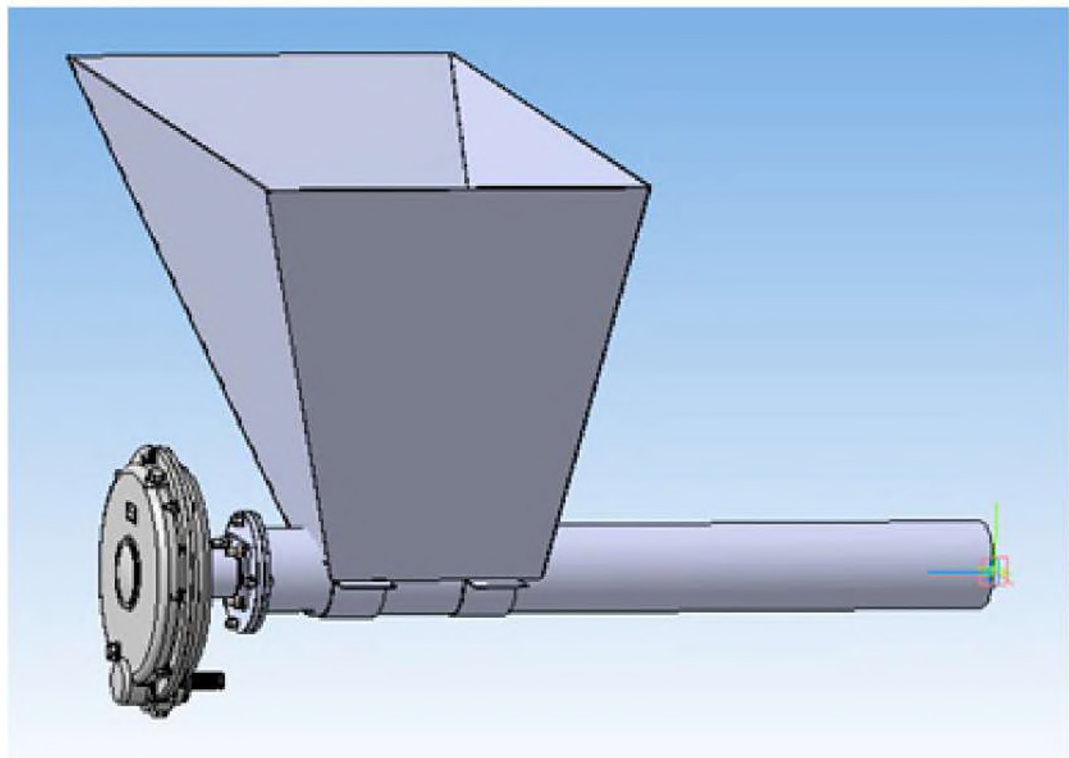


Рисунок 3.10 – 3-D модель завантажувального бункера сушарки

Відповідно завантажувальний бункер сушарки призначений для приймання з кузова автомобіля сировини для формування добрив і подачі її до подрібнювача, який розміщений у барабані.

В конструкцію завантажувального бункера сушарки входять такі складальні вузли, як привідний редуктор, транспортувальний шнек та приймальна ємкість. Окремим елементом що бере додаткову участь у вивантаженні є вібробуджувач. Оскільки сировина сапропелю налипає на стінки ємкості то вібробуджувач виконує функцію коливання стінок ємкості з якої сировина сапропелю осідає донизу та потрапляє у вивантажувальний шнек.

					AL M3C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Ємкість виконана зварною з листової конструкційної сталі товщиною 0,8мм. Передня стінка розміщена вертикально, всі інші під кутом до центру знизу.

Вивантажувальний шнек складається з оправки діаметром 150мм, і довжиною 2500мм та шнеком навивкою під кутом 14° і змінним кроком. Крок у нижній частині ємкості на довжині 1750мм – становить 220 мм. На іншій частині шнеку крок становить 350мм, а кут нахилу навивки 24° .

Для обертання шнека в оправці використовують електродвигун АІР 250 М8 $n=1000$ об/хв. потужністю $N=2$ кВт. Оскільки даний двигун має досить великі оберти, а для технологічно обґрунтованого виробництва добрив така подача сировини в барабан сушарки є надто великою, то для зменшення обертів шнека використовують циліндричний прямозубий редуктор.

Редуктор складається з чавунного СЧ-20 порожнинного корпусу та кришки. При монтажу які з'єднуються різьбовими болтами. Ведучої вал-шестерні, та веденого зубчастого колеса закріпленого на валі. Вал та вал-шестерня змонтовані в роликівих підшипниках запресованих в корпус. Для їх мащення та мащення зубчастого зачеплення використовують оливу, яку заливають в порожнину корпусу. Мащення відбувається розбризкуванням оливи в порожнині корпусу зубчастими колесами під час обертання. Для унеможливлення витікання оливи передбачені ущільнювачі (сальники) розташовані між корпусом та валом і вал-шестернею. Для зливу відпрацьованої оливи без розбирання редуктора передбачена зливна пробка.

3.3 Розрахунок параметрів робочого органу

3.3.1 Вибір швидкості руху шнекового транспортера

Розрахункова потужність на привід визначатиметься за формулою.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$N_1 = N K_{\phi} / (K_{\phi} + 1) \approx K_{1\partial} \quad (3.1)$$

$$N_2 = N / (K_{\phi} + 1) \approx K_{2\partial} \quad (3.2)$$

де $K_{\phi} = K_{1\partial} + K_{2\partial}$ – коефіцієнт відношення потужностей прийнятих двигуном на першому і другому барабані відповідно $K_{1\partial}$; $K_{2\partial}$ прийнятий з довідника.

Загальне сумарне тягове зусилля потрібне для подолання усіх опорів руху знаходимо за формулою:

$$W = W_1 + W_2 \quad (3.3)$$

$$W_1 = W K_{\phi} / (K_{\phi} + 1) \quad (3.4)$$

$$W_2 = W / (K_{\phi} + 1) \quad (3.5)$$

Розрахункове напруження шнекового транспортера становить:

$$S_{сб2} = W_2 K_3 / (e^{\mu 2\alpha} - 1) \quad (3.6)$$

μ – коефіцієнт тертя;

α – кут нахилу шнека, рад.

Початкове напруження становить:

$$S_{нб2} = S_{сб1} = S_{сб2} e^{\mu 2\alpha} \quad (3.7)$$

Кінцеве напруження становить:

$$S_{кб1} = S_{сб1} + K_3 W_1 = S_{сб2} e^{\mu 2\alpha} \quad (3.8)$$

Оскільки: $S_{н61} / S_{с62} \leq e^{(\mu_1 a_1 + \mu_2 a_2)} \leq e^{\mu_1 a_1} \cdot e^{\mu_2 a_2}$, то тяговий фактор становитиме:

$$e^{\mu_1 a_1} \geq S_{н61} / (S_{с62} e^{\mu_2 a_2}) \quad (3.9)$$

Згідно натягу $S_{н61}$ розраховують гвинт на міцність:

Коефіцієнт корисного використання міцності гвинта у загальному вигляді становитиме:

$$\Phi = W / S_{н6} = W / (W + S_{с6}) = (e^{\Sigma \mu a} - 1) / e^{\Sigma \mu a} \quad (3.10)$$

Відповідно для шнеку змінного кроку становить:

$$\Phi_1 = (e^{\mu a} - 1) / e^{\mu a} \quad (3.11)$$

Для шнеку, який складається з двох частин становить:

$$\Phi_2 = (e^{(\mu_1 a_1 + \mu_2 a_2)} - 1) / e^{(\mu_1 a_1 + \mu_2 a_2)} \quad (3.12)$$

Діаметр шнеку становитиме:

$$D = K_a K_s = 190 \cdot 0,9 = 171 \text{ мм} \quad (3.13)$$

$K_a = 45$ – коефіцієнт, який залежить від типу робочого гвинта;

$K_s = 0,9$ – коефіцієнт врахування кроку.

Згідно ГОСТ44644-77 із стандартного ряду вибираємо діаметр 40мм.

Розрахунковий крутний момент на валу згідно якого вибирають редуктор визначають з залежності:

					<i>АІ МЗС.00.00.0000 ПЗ</i>	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$M_{кр} = 0,5 K_3 W D \quad (3.14)$$

$$M_{кр} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 500 \cdot 160 = 44000 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

3.3.2 Визначення масової продуктивності

$$Q = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \rho \quad (3.15)$$

$$Q = 3600 \cdot 0,027 \cdot 1,8 \cdot 0,556 = 97,2 \text{ т}$$

F – площа поперечного січення насипаного зерна на гвинт м^2 ;

v – колова швидкість шнека, $\text{м}/\text{с}$.

ρ – густина зерна $\text{т}/\text{м}^3$.

Колова швидкість шнека визначається за формулою:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30}, \quad (3.16)$$

де R - радіус гвинта, який для машин аналогів складає $R = 0,165 \text{ м}$.

де $K_0 = 1,3 \dots 1,5$ - коефіцієнт перевантаження, прийmemo $K_0 = 1,3$;

η – сумарний коефіцієнт корисної дії елементів механізму приводу.

Сумарний коефіцієнт корисної дії елементів приводу проєктовано механізму складатиметься із наступних компонентів:

$$\eta = \eta_{з.п.} \cdot \eta_{а.п.} \cdot \eta_{п.к.} \quad (3.17)$$

де $\eta_{з.п.}$ – к.к.д. закритої передачі, у приводі встановлено 1 головний конічний редуктор, для якого к.к.д. відповідно складає $\eta_{з.п.} = 0,97$, також у приводі;

η_{an} - к.к.д. відкритої передачі, така передача у приводі відсутня;

$\eta_{nk} = 0,99$ - к.к.д. 1 пари підшипників кочення, у приводі 6 пар і на кожному з двох дисків теж по парі.

3.4 Розробка робочого органу вузла та деталей

Згідно завдання на кваліфікаційну роботу було розроблено конструкцію завантажувально-дозуючого бункера барабанної сушарки. Цей механізм дозволяє за допомогою крутного моменту подавати нормовану порцію сировини у сушарку для виробництва органічних добрив.

Розробкою конструкції складальних одиниць і деталей закінчується створення графічної частини конструкторської документації.

Весь процес передачі крутного моменту починається з редуктора. Основою механізму якого є одна пара циліндричних зубчатих коліс із передатним відношенням рівним 10. Даний редуктор розподіляє крутний момент і подає його через ланцюгові муфти на шнек за годинниковою стрілкою.

У корпусі редуктора монтується ведений вал із шестернею, де встановлюються роликові радіально-опорні підшипники $\phi 30$ ГОСТ 5721-75 з манжетами (сальниками) та регулюється зазор у зачепленні, встановлюють кришки підшипників і прикручуються болтами М-10. Потім встановлюють вал-шестерню з підшипниками і манжетами і аналогічно кріплять кришку. Далі кріпиться нижня кришка корпусу. Редуктор заповнюється оливою ИГД-68 та вкручується зливна пробка. (переписати бо бє)

Дно корпусу виготовляється з ухилом $1-2^\circ$ у сторону отвору для зливу мастила. Біля самого отвору у відливці основи корпусу виконується місцеве заглиблення для стікання масла і відстояного бруду. Отвір вказівника рівня виконують на висоті відповідно максимального і мінімального рівня мастила у

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

редукторі. Зовнішні сторони отворів оформляють опорними площадками. При встановленні пробки з циліндричною різьбою обов'язково підкладають гумові кільця-прокладки.

Оскільки корпус редуктора нероз'ємний, то посадочні місця під підшипники розташовують у середині корпусу. Внутрішній діаметр посадочного місця рівний зовнішньому діаметру підшипника і діаметру фланця кришки підшипникового вузла. Посадочні місця підшипників шестерні знаходяться у бокових кришках редуктора. Кришки кріпляться до корпусу п'ятьма болтами. Для запобігання витікання мастила у корпус редуктора в кришках підшипниках встановлюють сальники. Швидкохідний вал-шестерня являють собою одне ціле, а конічне колесо на тихохідному валу кріпиться за допомогою шпонки.

До складу механізму приводу шнека також входять ряд стандартних виробів. Основні з них – це деталі кріплення, шпонки, підшипники, сальники, зливна та контрольна пробки.

На всі деталі редуктора вибрано необхідний матеріал: для більш відповідальних – сталь 40Х ГОСТ 4543-71, сталь 45 ГОСТ 1050-74, для інших – сталь 10 ГОСТ 1050-74 та СЧ 20 ГОСТ 3807-82.

Елементи передач сажають на циліндричні поверхні вихідних кінців валів. Для передачі обертового моменту використовують шпонкові з'єднання. При встановленні дисків на циліндричні кінці валів застосовують посадку Н7/к6.

Осьова фіксація і осьове кріплення здійснюється установочним гвинтом з кінцевою шайбою.

Зважаючи, що стандартними у даному механізмі є підшипники, кріпильні деталі, шпонка, сальники, то були розроблені креслення наступних складальних одиниць і деталей: шестерня, колесо, кришка, вал.

Для зменшення матеріальних затрат на виготовлення завантажувально-дозуючого бункера барабанної сушарки та зниження загальної її

					<i>AL M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Эк.	Лист	№ докум.	Лінійс	Дата		45

металомісткості ємкість виконується зварною. Основними складовими елементами є листи металу. Оправка шнека виготовлена з труби діаметром 2000мм, шнек також з труби діаметром 500мм, навивка шнека з листа товщиною 4мм

Креслення деталей завантажувально-дозуючого бункера виконано згідно нормативних документів та правил ЄСКД, вибрані необхідні проекції, види, розрізи, січення. Проставлені всі необхідні розміри, вибраний відповідний масштаб. Для поверхонь, що обробляються, встановлено і відмічено клас точності обробітку, її шорсткість. Розміри вибрані з допусками відхиленнями форми і розміщення поверхонь та посадками.

У кутових штампах даються відомості про масу деталей, а над кутовими штампами відмічені необхідні технічні умови.

Запропонована конструкція завантажувально-дозуючого бункера забезпечує надійну роботу усієї машини для виробництва добрив.

Оптимізовані форми деталей та складальних одиниць забезпечують зниження матеріальних витрат на їх виготовлення, встановлення і експлуатацію при зниженні загальної металомісткості.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації

Конструкція гранулятора розробляється відповідно до санітарних правил № 4282 – 87 і галузевих єдиних вимог до конструкції сільськогосподарських машин щодо безпеки і гігієни праці. Вимоги охорони праці працівників при експлуатації гранулятора викладено в ПТТ Р М-029-2003.

Усі сільськогосподарські машини в процесі експлуатації не повинні забруднювати шкідливими викидами навколишнє середовище, а їх безпека повинна забезпечуватись правильно розробленими технологічними схемами і конструкціями, застосуванням в конструкціях засобів механізації, автоматизації й дистанційного керування засобів захисту, дотримання ергономічних вимог, застосування відповідних матеріалів і забезпечення необхідною технічною документацією по монтажу, експлуатації, ремонту, транспортуванню і зберіганню.

4.2 Аналіз об'єкту проектування з позиції його безпеки

Враховуючи вищевикладене, та з метою попередження виробничого травматизму потрібно дотримуватись наступних попереджень:

- забороняється робота гвинтових конвеєрів (шнеків), при відкритих місцевих кришках;
- не дозволяється під час роботи гвинтового конвеєра знімати кришку, проштовхувати матеріал сторонніми предметами, чистити конвеєр від налиплого продукту та виймати із жолоба предмети, які випадково туди потрапили руками;
- знімні кришки жолобів дозволяється відкривати тільки після зупинки рухомих елементів. Шнеки повинні бути герметично закриті в жолобах, доступ до них під час роботи для зачищення від завалів та ремонту забороняється;

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

- у разі зачеплення гвинтових лопатей за стінки або дно жолоба, несправності або послаблення кріпильних болтів конвеєр повинен бути зупинений;

- відкрита частина шнека, який використовується для подачі сировини в гранулятора повинна бути огорожена міцною;

У бункері де розміщена сировина має бути виключена вірогідність мимовільного перекидання та випадання інгредієнта при вимиканні приводу.

Вивантажувальний пристрій повинен обмежуватись упорами і пристосуваннями заради гасіння інерції рухомого вантажу.

Проектований завантажувач для гранулятора зобов'язаний мати прилади для очищення, у випадку коли він приліпився на сторони. Це можуть бути або люки, що забезпечують доступ обслуговуючого персоналу для виконання даної операції, або захисні решітки для унеможливлення попадання побічних предметів.

Не допускається буксування (провертання) шнеку на приводному валі та у місці з'єднань верхньої і нижньої частини шнека. В разі виникнення буксування, воно має бути ліквідоване методами ремонту.

Робота шнекових транспортерів має бути спланована так, щоб виключалися їх завали матеріалом, що транспортувався, при пуску, зупинці або в аварійній ситуації.

Привід у проектованій машині це електродвигун, він повинен забезпечувати плавний пуск транспортера при повному навантаженні.

Всі обертові елементи мають бути оснащені пристроями захисту і блокувань датчиками, звуковими сигнальними пристроями, апаратами контролю, датчиками рівня завантаження і ін.

Застосовувані в конструкції матеріали повинні бути нешкідливі і безпечні для людини. Конструкція машини виключає можливість контакту людей з гарячими і переохолодженими частинами, а у випадку намотування

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

побічних матеріалів на обертові частини і їх нагрівання необхідно негайно зупинити машину усунути проблему та дозволити нагрітому місці охолонути.

До роботи допускаються лише технічно справна машинна.

4.3 Правила безпечного проведення робіт із використанням модернізованого гранулятора

Для виконання вимог охорони праці перш ніж приступити до роботи на машині, необхідно упевнитись в її технічній справності і відповідності. З нагрівальними елементами дозволяється працювати особам, яким виповнилось 18 років і які мають необхідні навички та пройшли вступний інструктаж та інструктаж на робочому місці.

Перед початком роботи обслуговуючий персонал привівши у порядок власний спецодяг повинен ознайомитись з правилами техніки безпеки.

Не дозволяється працювати у довгому одязі, поли якого розвиваються, брудному від мастила, оливи, палива, тощо. При наявності довгого одягу потрібно підв'язувати кінці рукавів і штанів або працювати у комбінезоні з метою усунення небезпеки замотування одягу на швидкісні рухомі вузли механізмів.

Навантаження матеріалу у бункер накопичувач проводити бережно з дотриманням правил техніки безпеки щодо експлуатації сільськогосподарських машин. Навантажувач під час роботи повинен бути надійно укомплектований.

Забороняється оглядати машину, використовуючи факели, розводити біля машини багаття, заливати паливо-змащувальні матеріали при його роботі.

Регулювати і очищувати робочі органи машини слід після зупинки двигуна.

Ремонт та технічний огляд слід проводити у відповідній майстерні. Розміри будівлі майстерні складають S=7м, L=12.5 м.

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

Пошкоджені місця гвинта шнеку повинні ремонтуватися (при необхідності із заміною пошкоджених ділянок) або повинна вироблятися заміна вцілому, залежно від характеру пошкодження.

Під час роботи шнекового завантажувача не допускається:

Зберігання горючих рідин, змащувальних і обтиральних матеріалів поблизу пускових пристроїв конвеєра;

Зберігання волокнистих матеріалів типу (сіно, солома, льон) поблизу обертових пристроїв;

Робота при несправних реле швидкості, реле захисту, сигнальних пристроях, пристроях екстреної зупинки, завалах матеріалу, що транспортується.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі представлені розрахунки з вирішення задачі, яка полягає у модернізації технологічного процесу виробництва добрив з органічного сапропелю. Для цього було застосовано оновлений процес подачі матеріалу до зони обробки.

Удосконалення технології відбулось на основі проведеного аналіз відомих технологічних процесів а удосконалення конструкції на основі – машин-аналогів. Звідси на основі окремих розрахунків та теоретичних обґрунтувань, запропоновано оптимізувати технологію та сконструювати завантажувальний пристрій.

Даний вузол забезпечує вчасну безперебійну подачу матеріалу на обробку та збільшує виробничий потенціал машини та продукції.

Проведений аналіз відомих технологічних процесів виробництва подібних добрив зумовив створити теоретичні передумови до оновлення процесу завантаження матеріалу до зони гранулювання добрив на основі якого сконструювали завантажувальний шнековий пристрій.

Розроблена функціональну схему гранулятора; складальне креслення розроблюваного вузла та робочі креслення деталей.

Як підсумок у роботі подані рекомендації з покращення (удосконалення) технології, які заслуговують уваги

У кваліфікаційній роботі представлено теоретичне узагальнення і вирішення науково-прикладної задачі, яка полягає у підвищення технологічної ефективності виробництва добрив з органічного сапропелю, шляхом застосування контактної барабанної сушарки.

Проведений аналіз відомих технологічних процесів та конструкцій машин-аналогів свідчить про доцільність удосконалення технології. Тому

					AI МЗС.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

запропоновано об'єднання кількох технологічних операцій в одну – це в своє чергу знижує енерго- і матеріалозатрати, а також оптимізовує технологію.

Також на основі комплексу розрахунків та теоретичних обґрунтувань удосконалено конструкцію сушарки шляхом розробки механізму завантаження. Запропонований завантажувач сушарки дозволяє рівномірно подавати сировину в барабан чим збільшує якість виготовленої продукції та продуктивність.

В цілому у роботі представлено аналіз відомих технологічних процесів виробництва добрив з сапропелів; теоретичні передумови проектування та удосконалення завантажувально-дозуючого бункера барабанної сушарки; схему удосконаленої технології виробництва органічних добрив на основі сапропелю; функціональну схему сушарки; складальне креслення розроблюваного вузла та робочі креслення його деталей (складальних одиниць).

Як підсумок у роботі подані рекомендації з покращення (удосконалення) технології, які заслуговують уваги.

					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

2. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник. За редакцією В. П. Гудзя. Друге видання, перероблене та доповнене. Київ: Центр учбової літератури, 2007. С. 169-172.

3. Гаврилюк, В. А. Ефективність нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту [Текст] / В. А. Гаврилюк, Т. П. Дідковська // Вісник Харківського НАУ імені В. В. Докучаєва. – 2008. – № 4. – С. 49-53.

4. Булік Ю.В. Обґрунтування процесу і параметрів механізму для добування сапропелю: дис. ... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Булік Юрій Володимирович. – Луцьк, 2005. – С. 135.

5. Khomych, S., Tsiz, I., Tarasyuk, V., Khlopetscyi, R. Development of method and study of granular fertilizer production process based on sapropel. *Engineering for Rural Development*, 2024, 23, P. 363-368.

6. Мала гірнича енциклопедія, т. 1 / За редакцією В.С. Білецького. – Донецьк: Донбас, 2004.- 640 с.

7. Шевчук М. Й. та ін. Ефективність сапропелізації ґрунтів в умовах радіоактивного забруднення: метод. посібник з організації проведення НДР в галузі сільськогосподарської радіології. – К., 2012.

8. Сацюк В.В. Обґрунтування параметрів процесу та засобу для приготування органо-мінеральної суміші дис. ... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Сацюк Василь Васильович – Вінниця, 2006. – 171 с.

9. Цизь І.Є. Дозування сипких зв'язних матеріалів під час виробництва органо-мінеральних добрив [Текст]: монографія / І. Є. Цизь, В. Ф. Дідух. - Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2017. - 185 с.

10. Хелемендик М.М., Люлька Г.І., Хелемендик І.М. Теорія технічних систем АПК: Навчальний посібник. Під загальною редакцією проф. М.М. Хелемендика. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2003. 196 с.

11. Сучасні фармацевтичні технології: Навч. посібник до лабораторних занять магістрантів денної, вечірньої та заочної форми навчання спеціальності

					AI M3C.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ Взам.	Підпис	Дата		53

8.110201 “Фармація” / Під ред. О.А. Рубан. – Харків.: Вид-во НФаУ, 2015. - 249с. Видання п'яте, доповнене та виправлене.

12. Тихонов О. І. Технологія виготовлення гранул для місцевого лікування виразки шлунку та дванадцятипалої кишки / О. І. Тихонов, Н. С. Богдан // Інформ. лист про нововведення в системі охорони здоров'я. - К.: Укрмед-патентінформ, 2015. - Випуск 8 «Фармація», № 124.

13. Ребіндер П.А. Фізико-хімічна механіка. – Наука, – 1979. – 384 с.

14. Хомик Н.І., Ткаченко І.Г., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до курсового проектування. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.

15. Егле Йотаутіен, Рамунас Мелдазіс, Алоїзас Гаудутіс, Айварс Аболтінс Гранулювання пташиного посліду та біовугілля для виробництва органічних добрив DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF091

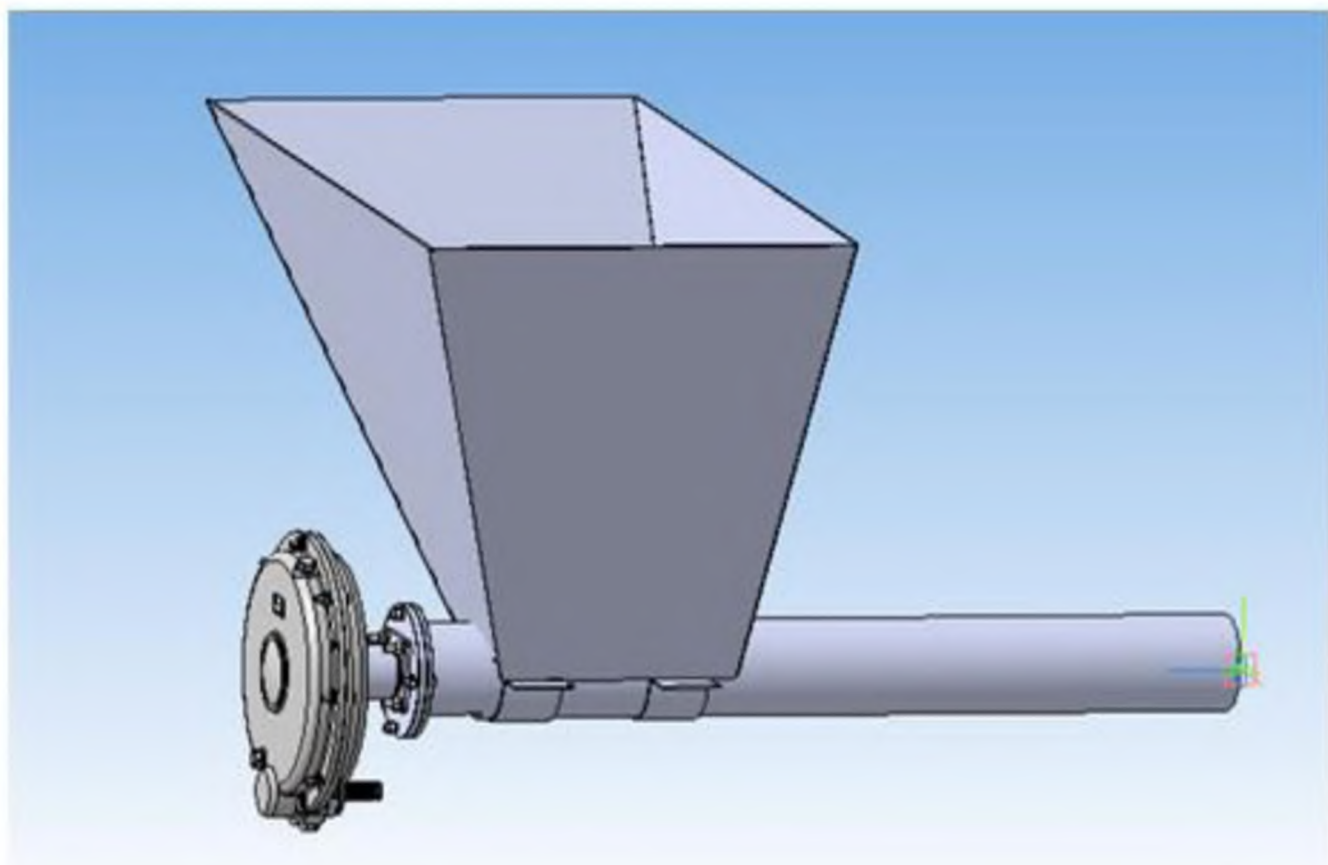
					<i>AI M3C.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

ДОДАТКИ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Арх.
					55

AL M3C.00.00.0000 ПЗ

3-Д модель механізму завантаження сушарки



Формат	Знач	Позиція	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			<i>AI. M3C.05.00.0000.SK</i>	<i>Механізм завантаження</i>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	<i>AI. M3C.05.00.0001.</i>	<i>Ємкість</i>	1	
		2	<i>AI. M3C.05.00.0002.</i>	<i>Труба</i>	1	
A1		3	<i>AI. M3C.05.00.0003.</i>	<i>Фланець</i>	1	
		4	<i>AI. M3C.05.00.0004.</i>	<i>Стакан</i>	1	
		5	<i>AI. M3C.05.00.0005.</i>	<i>Корпус</i>	1	
		6	<i>AI. M3C.05.00.0006.</i>	<i>Пракладка</i>	1	
		7	<i>AI. M3C.05.00.0007.</i>	<i>Зубчасте колесо</i>	1	
		8	<i>AI. M3C.05.00.0008.</i>	<i>Запірне кільце</i>	1	
		10	<i>AI. M3C.05.00.0010.</i>	<i>Опукла кришка</i>	1	
		11	<i>AI. M3C.05.00.0011.</i>	<i>Прадка</i>	4	
		13	<i>AI. M3C.05.00.0012.</i>	<i>Кришка наскрізна</i>	1	
		15	<i>AI. M3C.05.00.0015.</i>	<i>Вал-шестерня</i>	1	
		14	<i>AI. M3C.05.00.0014.</i>	<i>Фланець</i>	1	
		17	<i>AI. M3C.05.00.0017.</i>	<i>Пракладка прадки</i>	1	
		18	<i>AI. M3C.05.00.0018.</i>	<i>Мале запірне кільце</i>	2	
		19	<i>AI. M3C.05.00.0019.</i>	<i>Зажимна кришка</i>	1	
		21	<i>AI. M3C.05.00.0017.</i>	<i>Втулка</i>	1	
		25	<i>AI. M3C.05.00.0025.</i>	<i>Кришка фланця</i>	1	
		26	<i>AI. M3C.05.00.0026.</i>	<i>Цапфа довга</i>	1	
		27	<i>AI. M3C.05.00.0027.</i>	<i>Витак малий</i>	9	
		28	<i>AI. M3C.05.00.0028.</i>	<i>Кришка велика</i>	1	

AI. M3C.05.00.0000. SK

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата
Разробив		Вужийдкий В.П.		
Перевірив		Хамич С.М.		
Н. контр.		Вихимчук С.Ф.		
Затверд.		Хамич С.М.		

*Механізм завантаження
сировини*

Літера	Арки	Арки
б	1	2

*ЛНТУ, каф. Аграрної інженерії
імені професора Г.А. Хайліса
гр. АІ-41*

