

**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 ПРОЦЕСУ СУШІННЯ НАСІННЯ ТРАВ З  
РОЗРОБКОЮ НАПІЛЬНОЇ СУШАРКИ»**

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

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи АІ- 41  
ЛИНИК Максим Олексійович

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент  
ЗАБРОДОЦЬКА Людмила Юріївна

\_\_\_\_\_

(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

Линику Максиму Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення процесу сушіння насіння трав  
з розробкою напільної сушарки

Керівник роботи: Забродоцька Людмила Юріївна, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом ЛНТУ від “30” грудня 2023 р. № 446/01-02

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. Розрахунок вала	- 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)

Линик Максим Олексійович

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Забродоцька Людмилі Юрїївна

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ





Линик М.О. Удосконалення процесу сушіння насіння трав з розробкою напільної сушарки. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків.

У роботі бакалавра проведений аналіз технологій післязбирального обробітку насіння трав, розроблені мета та завдання виконання, визначені вихідні дані. Проведений аналіз існуючих конструкцій машин-аналогів. Розроблено та обґрунтовано параметрів сушарки і приводу сушильної камери та ковшового елеватора, побудовані функціональна та принципова схеми сушарки. Розроблені конструкції складальних одиниць механізму. Наведені основні положення з безпеки життєдіяльності під час виконання технологічного процесу післязбирального обробітку насіння. Розроблені заходи по безпечному ведені механізованих робіт.

Ключові слова: післязбиральний обробіток, насіння, сушіння, вологість, схема, технологія, ковшовий елеватор, активне вентилявання.

					КАІ.СНТ.00.00.00.0000 ПЗ			
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка Удосконалення процесу сушіння насіння трав з розробкою напільної сушарки	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Линик			17.06		Б	3	44
Перевірів	Забродоцька			17.06.25				
Н. Контр.	Юхимчук				ЛНТУ, каф. АІ ім. проф. Г.А. Хайліса, ст. гр. АІ-41			
Затверд.	Хомич			17.06.25				

## ABSTRACT

Lynik M.O. Improvement of the process of drying herbs with the development of a floor dryer. Manuscript.

Bachelor's Degree Qualifying Research Paper in Programme Subject Area 0888 Inter-disciplinary programs and qualifications involving agriculture, forestry, fisheries, and veterinary under the Agricultural Engineering Educational Program. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions and proposals, a list of used sources, and appendices.

In the bachelor's work conducted analysis of the technologies of post-harvesting of seeds of herbs, the purpose and objectives of execution, and the initial data were determined. The analysis of existing designs of analog machines was carried out. The parameters of the dryer and the drive of the drying chamber, and the bucket elevator were developed and substantiated; the functional and schematic diagrams of the dryer were constructed. Designed of assembly units of the mechanism. The main provisions on life safety during the implementation of the technological process of post-harvesting of seeds are presented. Mechanized works have been developed in safe conducted.

Keywords: post -harvesting, seeds, drying, humidity, scheme, technology, bucket elevator, active ventilation.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ. . . . .	2
РЕФЕРАТ. . . . .	3
ВСТУП. . . . .	6
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА. . . . .	8
1.1 Особливості сушіння багаторічних трав . . . . .	8
1.2 Методи сушіння та класифікація сушильних установок. . . . .	9
1.3 Вихідні дані, мета та завдання виконання кваліфікаційної роботи. . . . .	15
2 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОКРАЩЕННЯ (УДОСКОНАЛЕННЯ) ТЕХНОЛОГІЇ. . . . .	16
3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА. . . . .	21
3.1 Обґрунтування функціональної схеми. . . . .	21
3.2 Обґрунтування параметрів машини . . . . .	22
3.2.1 Визначення розмірів сушарки. . . . .	22
3.2.2 Розрахунок приводу сушильної стрічки. . . . .	22
3.2.3 Розрахунок приводу ворошилок. . . . .	24
3.2.4 Розрахунок ковшового елеватора. . . . .	25
3.2.5 Розрахунок стрічкового транспортера. . . . .	32
4 ОХОРОНА ПРАЦІ. . . . .	36
4.1 Заходи безпеки в обслуговуванні сушильних комплексів. . . . .	36
4.2 Промислова санітарія. . . . .	34
4.3 Профілактика пожежі та безпеки . . . . .	38
ВИСНОВОК . . . . .	39
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ . . . . .	40
ДОДАТКИ. . . . .	44

## ВСТУП

Висока продуктивність тварин базується на сильній кормовій базі, головним джерелом якого є багаторічні та щорічні силосні культури. Рослинні корми займають основне місце в раціоні тварин. Низький вміст білка в рослинній масі призводить до незбалансованості кормового раціону та зростання вартості продукції тваринництва.

Багаторічний досвід виробництва сільськогосподарських підприємств показує, що найдешевший корм можна отримати з природних кормових земель та культур багаторічних трав.

У цих умовах розвиток внутрішньоекономічного насінневого виробництва багаторічних трав для поверхневого та кореневого покращення кормових угідь кормової землі в цих умовах набирає.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# 1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

## 1.1 Особливості сушіння насіння багаторічних трав

Процес після виготовлення насіння багаторічних трав, складається з таких операцій: попереднє та первинне очищення, сушіння, вторинне очищення, спеціальна обробка. Вони виконуються послідовно в окремих машинах або потокових лініях.

Методи сушіння насіння трав не були розроблені, і неможливо використовувати методи сушіння зернових культур для сушіння насіння трав [1]. Відмінності в методах сушіння насіння трав та зерна в основному пов'язані з нерівними фізичними властивостями насіння цих груп культур.

У насінні травах шпаруватість 1,5 рази, поверхня насіння-5-6 разів, а середній об'єм насіння в 10-15 разів менше, ніж у вівса та пшениці. Поверхня насінини на одиницю абсолютної ваги в 3-3,5 рази більша, ніж у зернових культур. Характерно, що опір проходження повітря через шар насіння трав в 2,8 рази більше, ніж через той самий шар вівса, і в 2,5 рази більше, ніж через шар пшеничного насіння. З цього зрозуміло, що для насіння трав, зернові сушарки непридатні.

Знижений шпаруватості шару насіння трави визначає високу стійкість до проходження теплоносія. Через невелику специфічну вагу насіння при сушінні їх у нерухомому шарі, витрата теплоносія повинна бути трохи меншою, ніж при висиханні зернових культур. З цієї причини період сушіння збільшується. З іншого боку, завдяки відносно великій поверхні насіння на одиницю об'єму, доводиться нагрівати велику поверхню, що призводить до швидкого розвитку теплоносія та збільшення нерівномірної сушіння вздовж товщини шаром насіння.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

З поступовим підвищенням температури та сушінням протягом 1-3 годин при 80°C насіння трав, незалежно від розміру початкової вологості, не втрачають проростання. Вплив температури 80°C без попереднього поступового потепління різко знижує проростання та енергію проростання насіння.

З сушінням чистим насінням багаторічних трав у нерухомому шарі з товщиною від 50 до 100 мм, швидкість роботи теплоносія не повинна перевищувати 0,3 та 0,4 м/с. На високих швидкостях відбувається прорив насінного шару, тобто їх фонтан. Якщо початкова вологість насіння трав на 22%, а теплоносій з температурою 50° подається з одного боку, то в межах швидкості 0,3-0,4 м/с, нерівномірне висихання насіння в товщині шару – 15%, а нагрівання насіння – 19 °. З двостороннім запасом теплоносія та тими ж іншими умовами нерівномірне висихання насіння зменшилося до 12%, а нерівномірне нагрівання – до 12 °. Але навіть двостороння подача теплоносія в шахтній сушарці не дає необхідних результатів при сушенні чистого насіння трав.

## 1.2 Методи сушіння та класифікація сушильних установок

### 1. Класифікація зерносушарок:

- 1) за принципом сушіння – поточні і циклічні;
- 2) за критерієм мобільності – мобільні (рис. 1.1) та стаціонарні;
- 3) за вектором руху зерна (рис. 1.2);
- 4) за принципом руху теплоносія;
- 5) за наявністю або відсутністю системи рекуперації тепла;
- 6) за типом конструкції :барабанні, камерні, шахтні, напільні, конвеєрні (рис. 1.3 – 1.5)

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

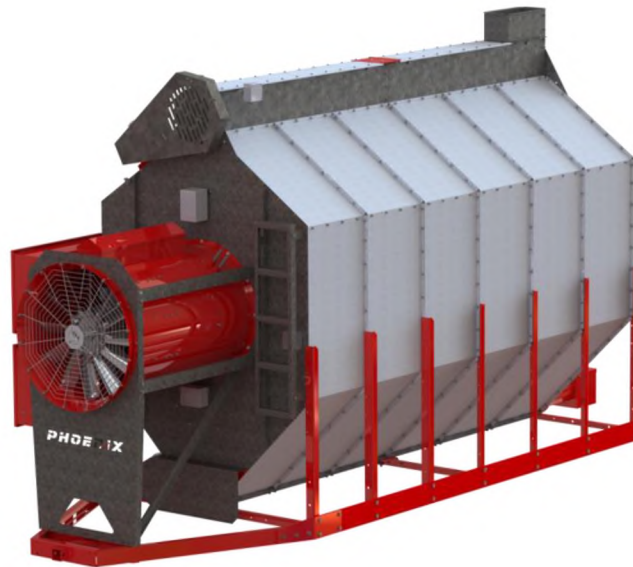


Рисунок 1.2 – Мобільна сушарка

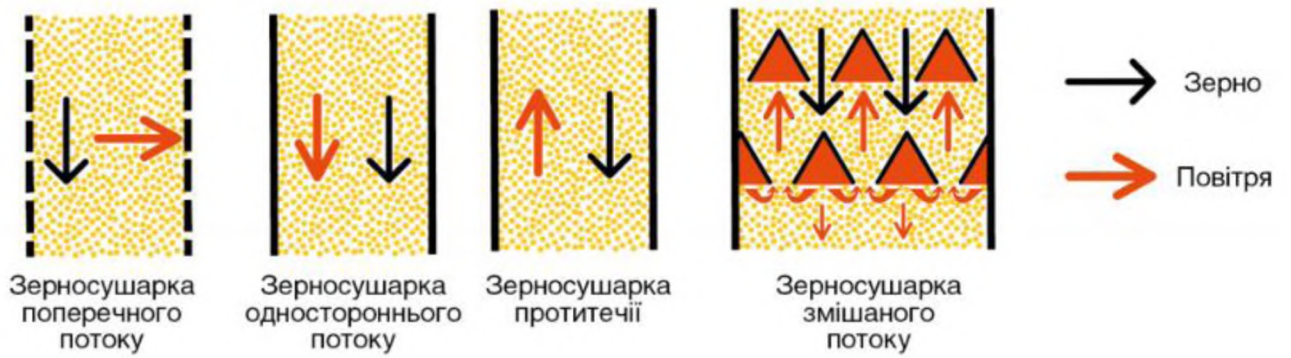


Рисунок 1.2 – Класифікація зерносушарок за вектором руху зерна



Рисунок 1.3 – Сушарка барабанного типу

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

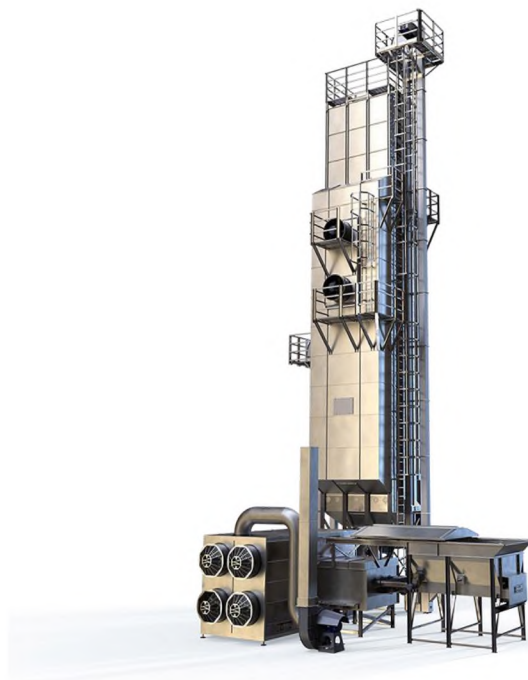


Рисунок 1.4 – Сушарка шахтного типу



Рисунок 1.5 – Сушарка конвеєрного типу

Щоб висушити невелику партію насіння використовують параметри періодичної дії, які менш економічні, ніж безперервні сушарки, але вони дозволяють одночасно розмістити велику кількість врожаю, прості в обслуговуванні та надійні в експлуатації (рис. 1.6). При правильному використанні вони дозволяють отримати тверді насіння.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.6 – Сушарка для зерна бункерного типу (мобільна зерносушарка)  
ЗБС-18

Напільні сушарки застосовують для сушіння невеликих за масою партій насіння, особливо характеризуються високою вологістю і вимагають багаторазових пропусків через сушарки безперервної дії. Вони мають істотну перевагу при сушінні насіння культур з утрудненою вологовіддачею. Враховуючи, що сушіння - найвужче місце в роботі поточкових ліній, напільні сушарки є доступним засобом підвищення потужності парку сушильних машин та підвищення їх пропускної спроможності в цілому.

Напільні одно-та двокамерні сушарки складаються з тепло-вентиляційного агрегату, що подає необхідну кількість сушильного агенту, і сушильної камери, куди на решітну основу насипається рівний шар насіння висотою до 0,8-1,0 м.

Для безперервної роботи тепло-вентиляційного агрегату сушарка повинна мати дві суміжно розташовані камери. Двокамерну напільну сушарку роблять з дощок або цегли. Бажано, щоб відношення довжини сушарки до її ширини дорівнювало 2:1. У камерах квадратної форми процес сушіння йде нерівномірно через утворення так званих мертвих зон в кутах камери,

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

розташованих ближче до повітронагрівача. Висота стінок сушарки повинна бути 100-120 см.

Стінки камери цегляні, роблять їх висотою 1,4 м. У нижній частині однієї зі стін залишають отвір 0,3 x 2, 5 м для проходу агента сушіння в під решітний простір. Через дифузор і патрубков воно поєднане з тепло-вентиляційним агрегатом.

Всередині камери по всій її площі обладнають міцні повітророзподільні решітки, здатні витримати тиск автомашины, що в'їжджають в камеру при завантаженні сушарки. Нагріте повітря надходить в підрешітний простір і проникає в насіннєвий насип, забезпечуючи пошарове висушування насіння.

Особливу увагу звертають на пристрій повітропроводів, напрямок подачі сушильного агента в сушарки та підрешітний пристрій.

Товщина шару насіння в напільних сушарках залежить від початкової вологості. При високій вологості вона не повинна перевищувати 50 см. Одним з істотних недоліків напільних сушарок є недостатня механізація завантажених камер сушарки та вивантаження насіння з них. З метою скорочення витрат ручної праці при розвантаженні камери іноді влаштовують з похилою решітною підставою і в стінках камери роблять випускні вікна. В інших випадках вивантаження здійснюють за допомогою переносних шнекових або скребкових транспортерів і т.д.

Завантаження насіння в камери можна здійснювати скребковим транспортером, розташованого на висоті 2 м по довжині камери. У днищі коробки транспортера через 1 м вирізані вікна, що закриваються заслінками. В процесі завантаження заслінки по черзі відкривають, поки камера не буде заповнена. Насіння в транспортер подають норією. Вивантаження насіння з камер виробляють також за допомогою транспортера, який встановлено під решітною підставою. Для сушарки з шириною 5-6 м доцільно встановити два вивантажувальних транспортера, щоб скоротити до мінімуму ручну працю.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Ефективна робота сушильної установки залежить від ряду факторів серед яких велике значення мають організаційні роботи. Тобто весь технологічний процес збирання насіння багаторічних трав залежить від взаємодії машин, які здійснюють переробку насіння.

За машину-аналог беремо напільну сушарку СТ-50 (рис. 1.7), яка призначена для використання в комплекті обладнання сушильно-очисного комплексу для обробітку насіння трав та іншої сільськогосподарської культур. Технічна характеристика наведена в табл. 1.1.

Сушарка складається з сушильної камери, скрепера для завантаження та вирівнювання, ворошилки, напірної камери, дифузора, повітропроводів, вентилятора, теплогенератора ТБГ-0,7, розвантажувального пристрою.

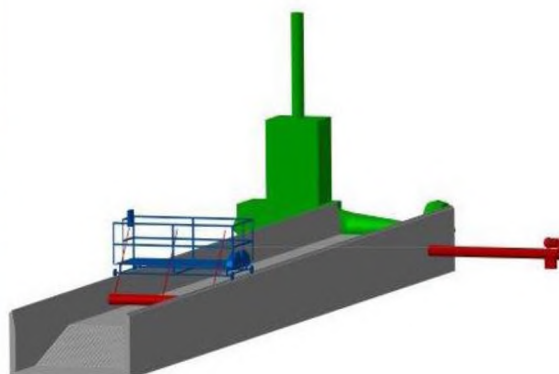


Рис. 1.1. Напільна сушарка СТ-50

Таблиця 1.2

Технічна характеристика сушарки СТ-50

Показники	Значення
Продуктивності, т/доб	до 60
Площа вентилявання, м <sup>2</sup>	від 8
Потужність, кВт	до 4,5
Максимальна температура нагріву, °С	90
Кількість решіток, шт.	16

Решето оцинкованное в рамке, мм	
– довжина	18900
– ширина	3000
Вентилятор Ц 14-46 № 8, кВт/об	30/1000
Габаритні розміри, мм:	
– довжина	25000
– ширина	3000
– висота	2400

### 1.3 Вихідні дані, мета та завдання виконання кваліфікаційної роботи

Технологія виробництва насіння трав включає обов'язковий процес сушіння. Висушування - це важлива ланка в ланцюзі заходів, розроблених для збереження та покращення їх якості. Однак методи сушіння насіння трав були розроблені мало, і неможливо використовувати методи сушіння зернових культур для сушіння насіння трав [1]. У зв'язку з цією метою кваліфікаційної роботи бакалавра є модернізація напільної сушарки.

Відповідно до поставленої мети визначено завдання досліджень:

- виявити раціональні шляхи підвищення ефективності сушіння насіння в напільній сушарці;
- обґрунтувати раціональні конструктивні параметри та режими сушіння насіння в удосконаленому сушильному устаткуванні;
- обґрунтувати раціональні конструктивні параметри та режими роботи сушарки;
- навести рекомендації щодо експлуатації агрегату;
- розглянути питання охорони праці та довкілля при післязбиральному обробітку насіння трав.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 2 РЕКОМЕНДАЦІ З ПОКРАЩЕННЯ (УДОСКОНАЛЕННЯ) ТЕХНОЛОГІЇ

Напільна сушарка для сушіння насіння багаторічних трав є складним механізмом, який складається з кількох окремих вузлів, що взаємодіють між собою.

Модернізований сушильний комплекс складається з:

1) двох напільних сушарок, які забезпечують одночасне прибирання і сушіння різних видів багаторічних трав; ковшового елеватора і стрічкового транспортера.

2) ковшового елеватора, який розташований між двома сушарками і забезпечує по черзі вивантаження насіння з цих сушарок;

3) стрічкового транспортера.

Запропонована сушарка із застосуванням комплексної механізації сушіння і вивантаження насінневого матеріалу з активним вентиляванням складається з підставки, на якій встановлюється металевий короб з сушильною стрічкою та ворошилкам, стрічкового транспортера, теплогенератор і ковшового елеватора.

Металевий короб складається з зварної рами, на яку закріплюються сталеві листи. У листах і в рамі зроблені отвори для кріплення ворошилок та сушильної стрічки.

Сушильна стрічка – двошарова, яка складається з металевої сітки і тканини.

Стрічка натягується на два циліндра, на одному з яких встановлена шестерня відкритої зубчастої передачі приводу. Циліндри являють собою конструкцію з металевих смуг, приварених до дисків. Такий пристрій циліндрів зроблено для кращого проходу через них повітря до насіння. Під стрічкою встановлюються опорні циліндри, які запобігають провисання стрічки. Сушильна стрічка приводиться в рух електродвигуном через ланцюгову передачу, триступеневий редуктор і відкриту циліндричну зубчасту передачу.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Ковшовий елеватор встановлюється в металевий короб, в який надходить насіння з сушильної стрічки. З елеватора насіння вивантажуються на стрічковий транспортер. Контроль за ходом технологічного процесу сушіння здійснюють оператор з пульта керування та робітник.

Розміщення і конструкція вузлів і механізмів забезпечує зручний доступ до них, безпеку при монтажі, експлуатації і ремонті. Рухомі та обертаючі частини сушарки захищені кожухами, огороженнями і не створюють небезпеки для обслуговуючого персоналу. Огородження небезпечних зон, які підлягають огляду протягом зміни, легко відкриваються або знімаються.

У кваліфікаційній роботі передбачено проектування конструкції приводу ковшового елеватора сипких матеріалів напільної сушарки. Складність розробки полягає в одночасному забезпеченні одночасне вивантаження матеріалу з двох напільних сушарок.

Для вивантаження насінневого матеріалу з напільної сушарки використовуються ковшовий елеватор. Ворох переміщується в окремих посудинах – ковшах, закріплених на тяговому елементі конвеєрної гумовотканинної стрічки.

Ковшовий швидкохідний елеватор має нескінченний замкнутий тяговий елемент, на якому з рівними інтервалами закріплені ковші. Тяговим елементом є стрічки, яка обгинає приводний і натяжний барабани, закріплені у верхній і нижній частинах елеватора. У прольоті, між крайніми точками, тяговий елемент у вертикальних елеваторах невеликої висоти опор не має. У високому елеваторі стрічка спирається на напрямні ролики. Елеватор закритий металевим кожухом з вікнами для огляду і складається з окремих секцій. З кожухом у місцях завантаження і розвантаження з'єднуються завантажувальний і розвантажувальний башмаки.

Напівкруглі ковші виготовлені з листової сталі товщиною 2...6 мм, кріпляться до тягового елемента із зазорами.

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

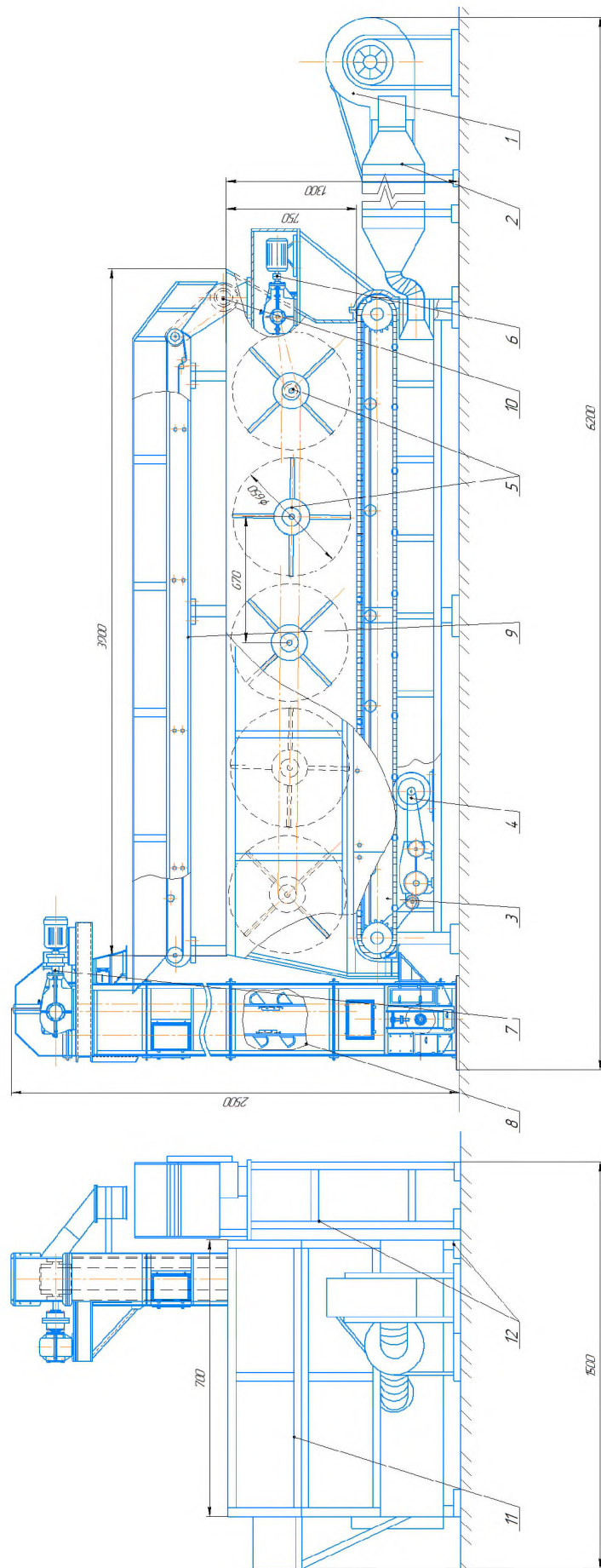


Рисунок 2.1 – Принципова схема напівної сушарки. 1 – вентилятор; 2 – нагрівач повітря; 3 – транспортер; 4 – привод транспортера; 5 – ротор; 6 – привод; 7 – привод ковшового елеватора; 8 – ковшовий елеватор; 9 – вивантажувальний транспортер; 10 – привод вивантажувального транспортера; 11 – бункер; 12 – рама

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ

Арк.

18

Завантаження ковшів відбувається шляхом зачерпування, а розвантаження відбувається шляхом викидання матеріалу з них під дією виникаючої при повороті ковша навколо барабана чи зірочки відцентрової сили.

З метою проведення якісної післязбиральної обробки насіння трав підприємство повинне мати відповідно підготовлену за потужностями матеріально-технічну базу.

Напільна сушарка може працювати як самостійно, так і в комплекті обладнання пункту післязбиральної обробки. Схема сушильно-очисного комплексу показана на рис. 2.2.

В склад пункту входять цехи (площадками під навісом) для сушіння, очищення матеріалу та зберігання насіння, трансформаторна підстанція, пункт управління.

Насінневий матеріал підвозиться транспортними засобами та вивантажується у приймальний пункт, де вентилюється холодним повітрям, Цей процес виключає явище самозігрівання насінневого матеріалу.

Далі вологий матеріал транспортером завантажується у машину попереднього очищення 5. Після очищення направляється в короб напільної сушарки.

Після завершення процесу сушіння насіння ковшовим елеватором подається на наступний стрічковий транспортер, який направляє матеріал безпосередньо на вторинне очищення . Після чого транспортується на зберігання

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

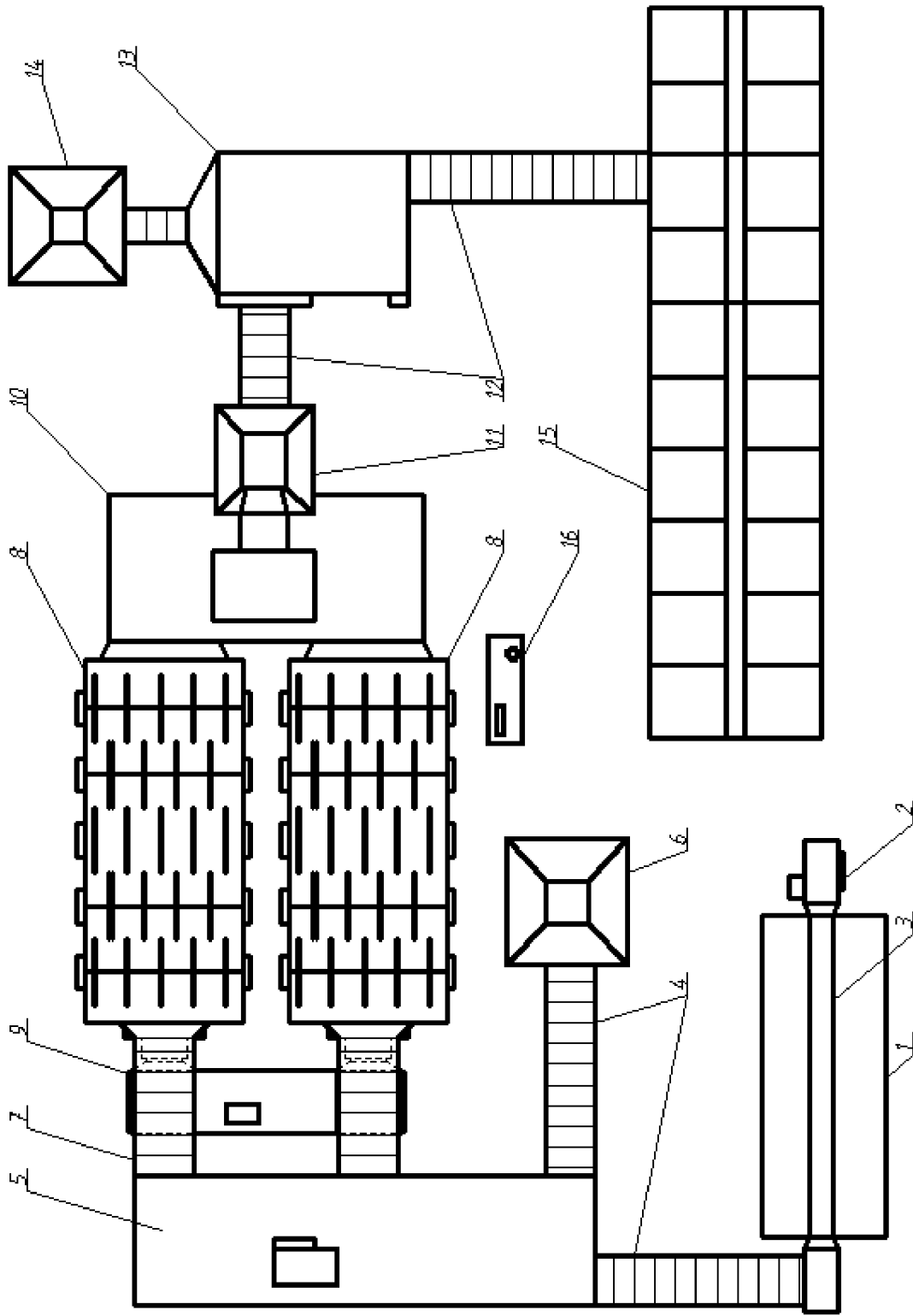


Рисунок 2.2 – . Схема розміщення технологічного обладнання очисно-сушильного пункту насіння трав

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ

### 3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Обґрунтування функціональної схеми

Функціональна схема напільної сушарки насіння багаторічних трав показана рис. 3.1.

Технологічний процес сушіння здійснюється в три етапи наступним чином:

1. Завантаження вороху в сушарки. Насіння з причепа трактора або кузова автомобіля засипаються в короб 1 сушарки та рівномірно розподіляються по всій поверхні стрічки.

2. Сушіння насіння. Теплогенератор подає сушильний агент або холодне повітря. Під час цього етапу періодично включаються ворушилки, за рахунок обертання яких відбувається перемішування насінневого матеріалу, що забезпечує їх рівномірне висушування і виключається злежування.

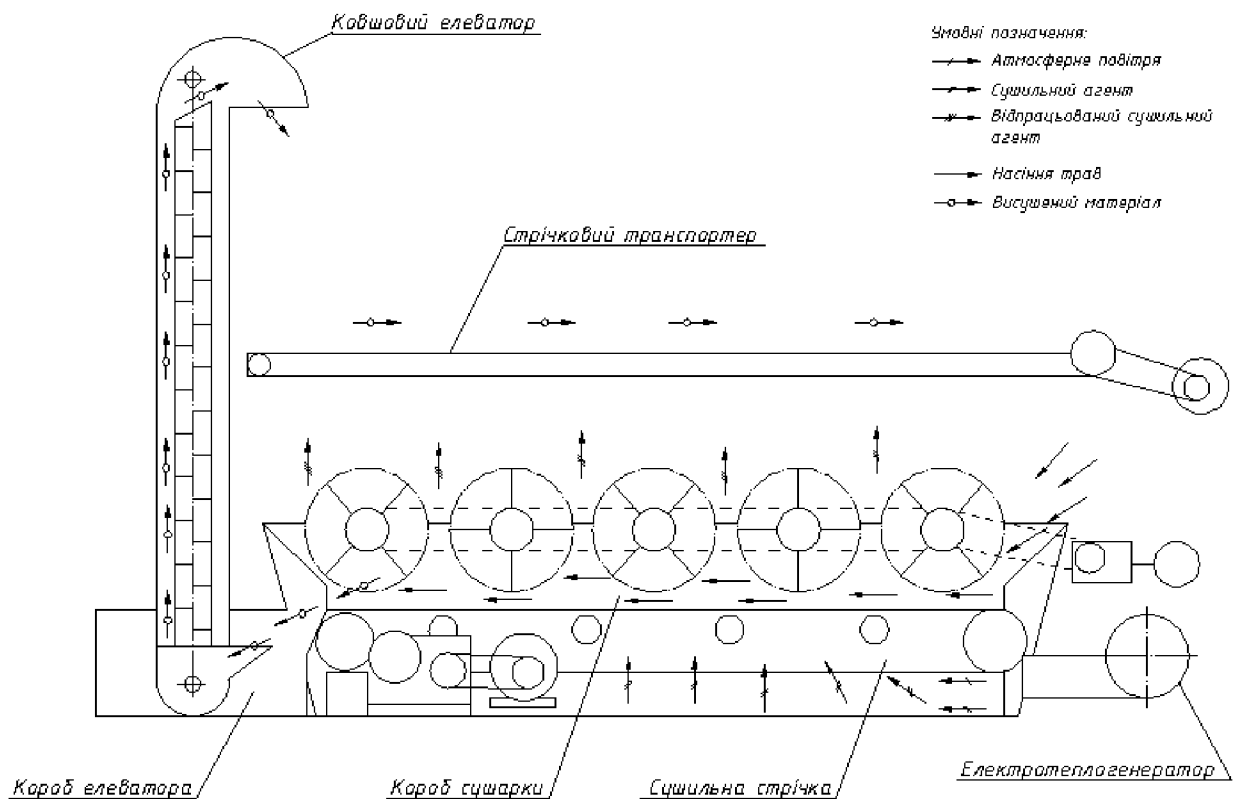


Рисунок 3.1 – Функціональна схема напільної сушарки

										Арк.
										21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ					

3. Вивантаження. Після завершення процесу сушіння відкривають засувку 9 і насіння подаються в короб 17 елеватора, звідки ковшовим елеватором 16 на стрічковий транспортер 7, який направляє їх безпосередньо в очисну машину.

### 3.2 Обґрунтування параметрів машини

#### 3.2.1 Визначення розмірів сушарки

Розміри сушарки визначаються, виходячи з маси насіння  $m=2000$  кг, зібраної за одну зміну.

Необхідний обсяг короба сушарки для цієї маси насіння визначимо за формулою:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (3.1)$$

де  $\rho=650$  кг/м<sup>3</sup> – щільність насіння багаторічних трав [4].

Таким чином, об'єм короба складе  $V=3,1$  м.

Розміри короба визначаємо з урахуванням того, що відношення довжини сушарки до її ширини повинне бути рівним 2:1 [4]. У камерах квадратної форми процес сушіння йде нерівномірно через утворення так званих мертвих зон в кутах камери, розташованих ближче до повітрянагрівача. Висота шару насіння повинна бути не більше 0,8-1,0 м [4].

За формулою об'єму паралелепіпеда  $V = a \cdot b \cdot H$  приймаємо ширину сушарки  $a=2,5$  м, довжину  $b=5$  м. Тоді висота шару насіння, прибраних за одну зміну, складе  $h_{ш}=0,25$  м. Приймаємо висоту короба  $H_x=0,6$  м, що дозволить сушити на одній сушарці насіння, зібране за 2 зміни.

#### 3.2.2 Розрахунок приводу сушильної стрічки

Привод сушильної стрічки здійснюється через електродвигун, ланцюгову передачу, триступеневий редуктор і відкриту зубчасту передачу.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

На сушильну стрічку діє вага  $P=20$  кН. Приймаємо швидкість стрічки  $v_{см}=0,2$  м/с.

Потужність на робочому валу стрічки визначаємо за формулою:

$$N_{см} = \frac{P \cdot v_{см}}{\eta_{пр}}, \quad (3.2)$$

де  $\eta_{пр}$  – загальний ккд провода:

$$\eta_{пр} = \eta_{лп} \eta_{зп}^2 \eta_{ред},$$

де  $\eta_{зп}=0,95$  – ккд ланцюгової передачі;

$\eta_{лп}=0,95$  – ккд пари циліндричних зубчастих коліс;

$\eta_{ред}=0,98^2 \cdot 0,99^4=0,92$  – ккд редуктора.

Звідси  $\eta_{пр}=0,95 \cdot 0,95^2 \cdot 0,92=0,83$ ;  $N_{см} = 2 \cdot 10^4 \cdot 0,2 / 0,79 = 5071$  Вт.

За довідником [6] вибираємо електродвигун асинхронний, трифазний, короткозамкненої серії 4A100L6 з потужністю  $N_{дв}=5,1$  кВт, частотою обертання 1000 об/хв.

Визначаємо загальне передавальне число приводу:

$$u_{заг} = \frac{n_{дв}}{n_{см}} = u_{лп} \cdot u_{ред} \cdot u_{зп1} \cdot u_{зп2}, \quad (3.3)$$

де  $n_{см} = 30 \cdot v_{см} \cdot r_{см} / \pi = 30 \cdot 0,2 \cdot 0,45 / 3,14 \approx 1$  об/хв;

$r_{см}=0,45$  м – прийнятий радіус циліндра стрічки.

Загальне передавальне число привода 1000 розбиваємо по передачам, виходячи з рекомендацій [6]:  $u_{лп}=5$ ;  $u_{ред}=40$ ;  $u_{зп}=5$ . Перевірка:  $u_{заг}=5 \cdot 40 \cdot 5=1000$ .

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



$$P_c = 9,81 \cdot l_{зуб} \cdot d_{зуб} \cdot \rho, \quad (3.4)$$

де  $\rho$  – щільність насіння.

Так як щільність насіння багаторічних трав  $\rho=650$  кг/м<sup>3</sup>, то  $P_c = 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,01 \cdot 650 = 19,13$ Н.

Сумарна сила опору на всі зуби ворошилок складе:

$$P_{\Sigma c} = z \cdot m \cdot P_c. \quad (3.5)$$

Отже,  $P_{\Sigma c} = 5 \cdot 20 \cdot 19,13 = 1913$ Н.

Потужність, яка необхідна для приводу ворошилок, визначаємо за формулою:

$$N_{np} = \frac{30 \cdot P_{\Sigma c}}{\pi \cdot n_{\text{сop}} \cdot l_{зуб}}, \quad (3.6)$$

$$N_{np} = \frac{30 \cdot 1913}{3,14 \cdot 15 \cdot 0,3} = 4061 \text{ Вт.}$$

За каталогом підбираємо двигун трифазний асинхронний короткозамкненої серії 4А132М8 потужністю  $N_{дв}=4,1$  кВт, з частотою обертання  $n_{дв}=750$  об/хв. Визначаємо загальне передатне число приводу:

$$u_{\text{зар}} = \frac{n_{дв}}{n_{\text{сop}}} = u_{ред} \cdot u_{лн1} \cdot u_{лн2} = 50. \quad (3.7)$$

Передатне число розбиваємо по передачам:  $u_{ред}=2,5$ ;  $u_{лн1}=5$ ;  $u_{лн2}=4$ .

### 3.2.4 Розрахунок ковшового елеватора

Вертикальний ковшовий елеватор продуктивністю  $Q_p=5$  т/год призначений для транспортування насіння щільністю  $\rho=650$  кг/м<sup>3</sup> при висоті підйому  $H=4$  м.

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Для отриманої ємності найбільш придатної є ковші з шириною  $B_k=280$  мм, ємністю  $i=4,2$  л з кроком  $t=180$  мм [7]. Після вибору ковшів уточнюємо швидкість  $v=2,2$  м/с. Ширина стрічки  $B = B_k + 100 = 280 + 100 = 380$  мм.

Отриманій величині  $B$  відповідає найближче значення за стандартом 400 мм.

Маса вантажу на 1 м тягового елемента буде

$$q = \frac{Q_p}{3,6 \cdot v} \quad (3.9)$$

Отже,  $q=100/(3,6 \cdot 2,2)=631$  кг/м.

Визначаємо потужність за формулою:

$$N' = \frac{Q_p \cdot H}{367} \left( A_H + B_H \frac{q_0}{Q_p} + C_H \frac{v^2}{H} \right), \quad (3.10)$$

де  $A_H=1,14$ ;  $B_H 1,6$ ;  $C_H=0,25$  – коефієнти, які залежать від типу ковшової норії (стрічкова з відцентрової розвантаженням).

Величина  $q_0$  прийнята, виходячи з умови, що в норії будуть використані ковші типу III.

Отже,  $N = (5 \cdot 30/367)(1,14 + 1,6 \cdot 13,2/5 + 0,25 \cdot 2,2^2/30) = 1,136$  кВт.

За розрахованою величиною визначаємо максимальне розтягуюче зусилля в тяговому елементі:

$$S_{нб} = \frac{1000 \cdot N \cdot \eta \cdot e^{\alpha}}{v(e^{\alpha} - 1)} \quad \text{max} \quad (3.11)$$

де  $\eta=0,8$  – ккд приводу;

$\alpha=180^\circ$  – кут обхвату приводного барабана

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$f=0,20$  – для чавунного барабана при роботі норії у вологому середовищі.

Отже,  $S_{нб}(2,2 \cdot 0,87)_{max}$  Н.

Орієнтовна кількість прокладок буде

$$z = \frac{S_{max}}{B \cdot K_p}. \quad (3.12)$$

Отже,  $z = 8879 \cdot 9 / (40 \cdot 610) = 3,275$ .

Вибрана стрічка з прокладками із бейтанина Б-820 з  $K_p=610$  Н/см, а  $n=9$ . Отримане число прокладок округляємо до  $z=4$ .

Визначаємо навантаження на 1 м для стрічки бавовняної за формулою:

$$q_c = 1,1 \cdot B(1,25 \cdot z + \delta_1 + \delta_2), \quad (3.13)$$

де  $\delta_1$  і  $\delta_2$  –

$$q_c = 1,1 \cdot 0,4(1,25 \cdot 4 + 3 + 1) = 4,4$$

Маса ковшів на 1 м тягового елемента при масі одного ковша типу III  $G_k=1,5$  кг буде

$$q_k = G_k/a. \quad (3.14)$$

Отже,  $q_k = 1,5/0,18 = 8,33$  кг/м.

$$q'_0 = q + q_l + q_k, \quad (3.15)$$

$$q''_0 = q_l + q_k, \quad (3.16)$$

Отже,  $q'_0 = 12,63 + 4,4 + 8,33 = 25,35$  кг/м;

$$q''_0 = 4,4 + 8,33 = 12,73 \text{ кг/м.}$$

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Розрахунок виконуємо у відповідності з схемою (рис. 3.4). Точкою з мінімальним натягом буде точка 2 ( $S_2 = S_{min}$ ).

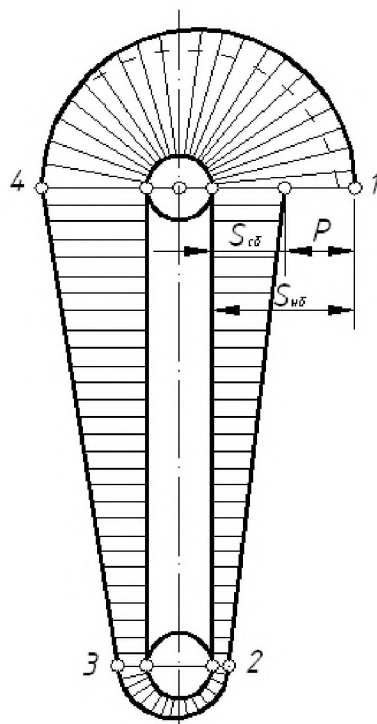


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема

Опір зачерпуванню визначаємо за формулою, приймаючи діаметр нижнього барабана при  $z=4$   $D_{\bar{b}}=0,65$  м:

$$W_3 = K_n \cdot q \cdot g \cdot D_{\bar{b}}, \quad (3.17)$$

де  $K_n$  – питома витрата енергії на заповнення,  $K_n \approx (6 \div 10) D_{\bar{b}}$ ;

$D_{\bar{b}}$  – діаметр нижнього барабану.

Тоді

$$S_3 = \xi \cdot S_{3_{2n\bar{b}_{min}}}, \quad (3.18)$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = 1,06 \cdot S_2 + 644 + q'_0 \cdot g \cdot H, \quad (3.19)$$

$$S_1 = S_2 + W_{3-4} = S_2 + q''_0 \cdot g \cdot H. \quad (3.20)$$

Підставляючи значення, отримаємо:

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$S_3 = 1,06 \cdot S_2 + 8 \cdot 0,65 \cdot 12,63 \cdot 9,81 = 1,06S_2 + 644,$$

$$S_4 = 1,06 \cdot S_2 + 644 + 25,36 \cdot 9,81 \cdot 30 = 1,06 \cdot S_2 + 8107,$$

$$S_1 = S_2 + 12,73 \cdot 9,81 \cdot 30 = S_2 + 3746.$$

Використовуючи вираз  $S_{нб} \leq S_{сб} \cdot e^{f\alpha}$ , який в нашому випадку має вид  $S_4 \leq 1,84S_1$ , отримуємо величину натягу в точці 2, рівну 608Н. Підставляючи знайдене значення  $S_2$  в записані вище вирази, визначаємо  $S_3=1288$  Н,  $S_4=8751$  Н,  $S_1=4354$  Н.

Перевірка  $S_3$  з умови  $G_{нв} \geq 2S_3$  урахуванням  $l=0,075$  м,  $h=0,16$  м,  $h_1=0,1$  м для даного типу ковша показує, що величина  $S_3$  достатня для забезпечення попереднього натягу тягового елемента. За знайденим значенням  $S_4 = S_{max}$  уточнюємо величину  $z=8751 \cdot 9 / (40 \cdot 610) = 3,23 \approx 4$

Отримане число прокладок стрічки збігається з попередньо обраним, тому виконувати заново тяговий розрахунок не слід.

Визначаємо діаметр приводного барабана  $D_{пб} = 125 \cdot z = 125 \cdot 4 = 600$  мм і округляємо до значення 630 мм по ГОСТу.

Частота обертання барабана визначається за формулою:

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{пб}}, \quad (3.21)$$

$n = 60 \cdot 2,2 / (3,14 \cdot 0,63) = 67$  об/хв, Приймаємо  $n_б = 100$  об/хв.

Визначаємо величину полюсної відстані:

$$h = 895 / n^2, \quad (3.22)$$

Отже,  $h = 895 / 67^2 = 0,2$  м. Величина,  $h < D_{пб} / 2$ , тому розвантаження відцентрове.

Визначаємо потужність електродвигуна для приводу норії, приймаючи ккд передатного механізму, рівним 0,8:

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$N = \frac{\xi \cdot (S_4 + S_1) \cdot v}{1000 \cdot \eta} = 1,06 \cdot (8751 + 4354) \cdot 2,2 / (1000 \cdot 0,8) = 1121 \text{ Вт} \quad (3.23)$$

За величиною розрахованої потужності вибираємо електродвигун АО 72-6-УП потужністю  $N_d = 1,1$  кВт з  $n_d = 980$  об/хв.

Розрахунок кінчного редуктора приводу ковшового елеватора проводимо за методикою, викладеною в [5].

Визначаємо редуктор за такими даними: потужність  $N_p = N_d = 1,1$  кВт, коефіцієнт  $\psi = 0,3$ , частота обертання шестерні  $n_1 = n_d = 980$  об/хв.

1. Визначення передатних чисел приводу і його ступенів.

Загальне передатне число приводу:

$$u = \frac{n_d}{n_5} = 980/100 = 9,8. \quad (3.24)$$

Знаходиться в межах 9...36 (більше значення приймати не рекомендується [8]).

Згідно ГОСТу 2185-66 для редуктора приймаємо  $u_{ред} = 2,5$ ; перераховуємо  $n_2 = 980 / 2,5 = 392$  об/хв; для пасової передачі  $u_{пн} = n_2/n_5 = 392/100 = 3,92$ .

Кутові швидкості і обертаючі моменти валів редуктора:

– ведучого вала:

$$\omega_1 = \pi \cdot n_1 / 30 = 3,14 \cdot 980 / 30 = 102,5 \text{ с}^{-1};$$

$$T_1 = N_d / \omega_1 = 1,1 \cdot 10^3 / 102,5 = 11 \text{ Нм};$$

– ведуного вала:

$$\omega_2 = \pi \cdot n_2 / 30 = 3,14 \cdot 392 / 30 = 41 \text{ с}^{-1};$$

$$T_2 = T_1 \cdot u_{ред} N_d = 11 \cdot 2,5 = 27,5 \text{ Нм}.$$

*Автоматизований розрахунок клинопасової передачі*

У дипломному проекті передбачена розробка конструкції приводу ковшового елеватора.

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Обертання передається від електродвигуна АТ 72-6-УП потужністю  $N_d=1,1$  кВт при частоті обертання  $n_d=980$  об/хв. Частота обертання веденого вала редуктора  $n_2=392$  об/хв. Частота обертання барабана буде  $n_6=100$  об/хв. Міжосьова відстань  $a=300$  мм. Робота однозмінна. Можливе перевантаження – до 130%. При заданій потужності та частоті обертання меншого шківів вибираємо клиновий пас перетину А (рис. 2.5) ( $l_p=11$  мм;  $W=13$  мм;  $\gamma_0=8$  мм; площа перерізу  $A_1=81$  мм; маса 1 м ременя  $q=0,1$  кг/м; діапазон розрахункових довжин 560 ... 4000 мм). Для вибору розрахунку клинопасової передачі використовується стандартна методика, яка реалізована в системі MathCad. Результати розрахунку наведені нижче.

### 3.2.4 Розрахунок стрічкового транспортера

Стрічковий транспортер повинен забезпечити переміщення насіння багаторічних трав, що надходять з ковшового елеватора. Приймаються розрахункову продуктивність стрічкового транспортера  $Q_p=5$  т/год, що відповідає розрахунковій продуктивності ковшового елеватора. Схема транспортера наведена на рис. 3.5.

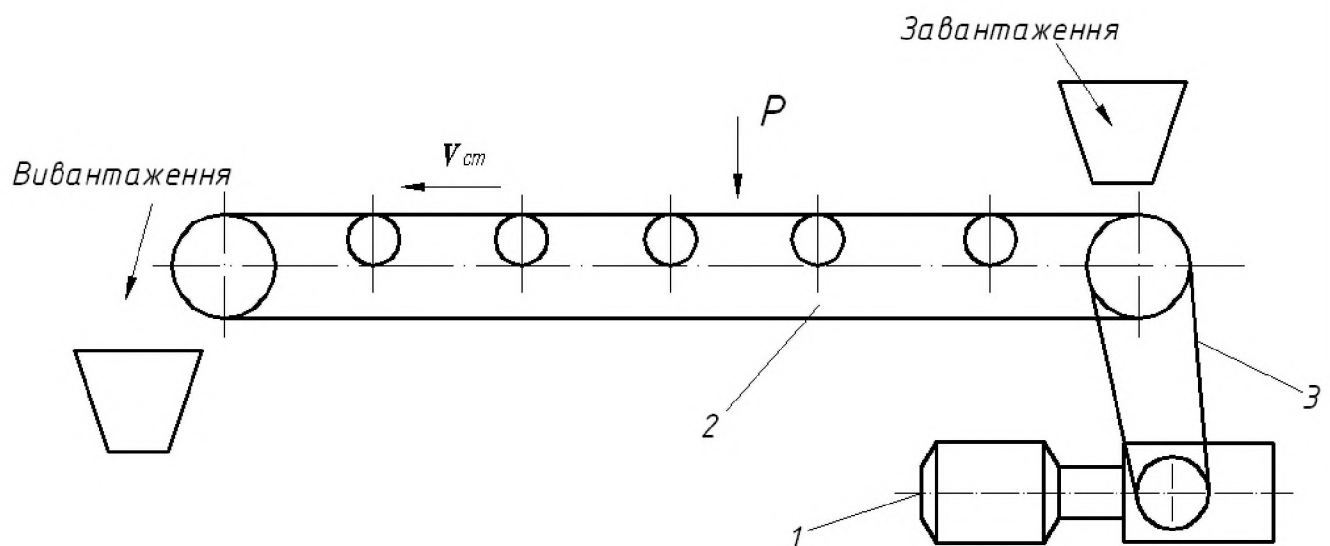


Рисунок 3.5 – Схема приводу стрічкового транспортера: 1 – електродвигун; 2 – стрічковий транспортер; 3 – клинопасова передача

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

1. Визначаємо максимально можливе відношення

$$h_{сл}/B_{ж} \leq [f \cdot tg^2(45^\circ - \phi/2)], \quad (3.25)$$

де  $\alpha = 34^\circ$  – кут природного відкосу;

$f=0,58$  – коефіцієнт тертя;

$h_{сл}$  – висота, м;

$B_{ж}$  – ширина стрічки, м

Підставивши, отримаємо  $\frac{h_{сл}}{B_{ж}} = \frac{0,68}{0,58 \cdot tg^2(45^\circ - 34/2)} = 4,15$ .

Приймаємо  $h_{сл}/B_{ж}=1$ . Тоді, задавшись швидкістю тягового елемента  $v=0,15$  м/с :

$$B_{ж} = \sqrt{\frac{Q_p}{3,6 \cdot \rho_M \cdot v \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}}, \quad (3.26)$$

$$B_{ж} = \sqrt{\frac{5}{3,6 \cdot 650 \cdot 0,15 \cdot 0,95 \cdot 1,05 \cdot 0,7}} = 0,376 \text{ м.}$$

Округляємо отримане значення  $B_{ж}$  до величини 380 мм. Тоді  $h_{сл}=380$  мм  
Уточнюємо швидкість тягового елемента. Визначаємо з формули (2.40).

$$v = \frac{Q_p}{3,6 \cdot \rho_M \cdot B_{ж}^2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3} = \frac{5}{3,6 \cdot 650 \cdot 0,38^2 \cdot 0,95 \cdot 1,05 \cdot 0,7} = 0,147 \text{ м/с}$$

2. Визначаємо масу 1 м рухомих частин транспортера і вантажу. Масу 1 м тягового елемента орієнтовно приймаємо  $q_k=16$  кг/м.

Маса вантажу, що знаходиться на 1 м. довжини транспортера, визначаємо за формулою (2.22):

$$q = \frac{5}{3,6 \cdot 0,147} = 9,4 \text{ кг/м.}$$

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3. Виконуємо тяговий розрахунок транспортера. Мінімальний натяг буде в точці 1 траси (див. рис. 2.5). Приймаються його рівним 300 Н. Натяги в інших характерних точках будуть:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + g \cdot q_k \cdot w \cdot L, \quad (3.27)$$

$$S_3 = \xi \cdot S_2, \quad (3.28)$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = S_3 + g \cdot q_k \cdot w \cdot L + g \cdot \rho_M \cdot h_{сп}^2 \cdot f \cdot tg^2(45^\circ - \phi/2) \cdot L + g \cdot q \cdot f \cdot L. \quad (3.29)$$

Підставляючи значення, отримаємо:

$$S_2 = 300 + 9,81 \cdot 16 \cdot 0,25 \cdot 4 = 456 \text{ Н},$$

$$S_3 = 1,06 \cdot 456 = 484 \text{ Н},$$

$$S_4 = 484 + 9,81 \cdot 16 \cdot 0,25 \cdot 4 + 9,81 \cdot 650 \cdot 0,38^2 \cdot 0,28 \cdot 0,58 \cdot 4 + 9,81 \cdot 9,4 \cdot 0,58 \cdot 4 = 1453 \text{ Н}.$$

При визначенні натягу прийнято, що коефіцієнт опору  $w=0,25$ , коефіцієнт тертя вантажу об стрічку  $f=0,58$ . Розрахунок опорів на ділянці 3-4 виконаний з урахуванням сил тертя вантажу.

4. Визначивши  $S_{4max}$  знаходимо розривне зусилля, прийнявши коефіцієнт запасу міцності  $n_{\eta}=3$ :

$$S_{роз} \geq n_{\eta} S_{max}. \quad (3.30)$$

Через незначну швидкість тягового елемента додаткове динамічне навантаження на стрічку не враховуємо.

5. Знаходимо тягове зусилля:

$$P = \xi \cdot (S_4 - S_1). \quad (3.31)$$

6. Потужність на привод транспортера при к к д передатного механізму  $\eta=0,8$ :

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{P \cdot v}{1000 \cdot \eta} \quad (3.32)$$

Підставляючи значення, отримаємо

$$N = 1,06 \cdot (1459 - 456) \cdot 0,147 / (1000 \cdot 0,8) = 0,184 \text{ кВт}$$

За каталогом підбираємо електродвигун АО 72-6-УП з  $N_{\text{д}}=1,1$  кВт,  
 $n=980$  об/хв.

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1 Заходи безпеки в обслуговуванні сушильних комплексів

При експлуатації технологічного обладнання сушильних комплексів необхідно враховувати виникнення потенційно шкідливих та небезпечних факторів, які включають:

- травми шляхом переміщення та обертання частин транспортерів, підйомного та транспортного обладнання;
- електричний удар;
- отримання спалювання тепла під час виконання роботи над сушінням зерна;
- падіння з висоти;
- наявність запилених потертостей на території сушильних комплексів

Основна причина травм у виконанні роботи та обслуговування сушіння одиниць та комплексів - це порушення правил безпеки. Тому суворе дотримання правил безпеки є обов'язковим.

Усі операції з сушарки повинні проводитись із вимкненим обладнанням. Почніть і зупиняйте раніше створені сигнали та відомі всім персоналу служби.

Під час виконання операцій з ремонту або технічного обслуговування необхідно використовувати захисні окуляри. Розтягнуті клавіші повинні відповідати розміру гайок і головки болтів і не мати тріщин, розривів. Ви не можете використовувати підкладку, побудувати ключ з трубою або однією клавішею до іншої, в цьому випадку ключі можуть легко стрибати і спричинити травму. Заборонено перемогти ключ молотком. На гострих неробочих кінцях інструментів, таких як файли, викрутки, слід посадити сильні, гладкі та закруглені ручки з металевими кільцями, закріпленими на ручках з інструментів.

Перш ніж прокрутити або перемістити будь -яку частину, необхідно попередити людей біля цього механізму.

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

На умови праці працівників, які займаються секторами сільськогосподарського виробництва, впливають різні несприятливі фактори, серед яких найчастіше проявляються наступні: метеорологічна, пильність, вміст газу тощо.

Метеорологічні фактори - це температура, вологість та швидкість повітря. Створення необхідного мікроклімату у виробничій кімнаті залежить від цих трьох параметрів, що, в свою чергу, визначає свердловину робочої та продуктивності праці.

Запиленість робочої зони нетоксична, але лише має шкідливий вплив на людський організм через дихальну систему, зір та шкіру. Він створюється під час роботи, пов'язаної з сушінням насіння багаторічних трав.

Слід мати на увазі, що пил із насіння багаторічних трав є сильним алергеном.

Заходи безпеки, коли обслуговування сушарних одиниць та комплексів полягає у відповідності з правилами та нормами технічної та пожежної безпеки під час експлуатації технологічного обладнання сушарки, підйому та транспорту, енергії та іншого обладнання.

Особи, які пройшли спеціальну підготовку та інструктували відповідно до вимог безпеки, викладених у посібнику з експлуатації та в інструкціях з безпеки, дозволяють підтримувати обладнання.

Експлуатація всіх одиниць дозволена лише в хорошому стані. Особливо необхідно контролювати справність електричного обладнання, контрольних та вимірювальних пристроїв.

Робота кімнати сушіння комплексів повинна проводитись у респіраторах, окулярах та рукавиці. Необхідно дотримуватися температурного режиму встановлення. Температура повітря, що подається до сушарки, не повинна перевищувати значення, встановлені інструкціями.

Робота над сушаркою повинна здійснюватися бригадою, що складається з трьох осіб з дозволу особи, призначеної адміністрацією, відповідальною за

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

безпечну експлуатацію підрозділу.

Перед тим, як подавати сушарки, необхідно вимкнути примусову вентиляцію та примусово змішування насіння.

Щодня в кінці зміни обладнання та приміщення слід очистити шляхом видалення розсіяних насіння, пилу та бруду. Закриття пилу на обладнанні, місцях та спорудах заборонено.

#### 4.2 Промислова санітарія

Серед вимог до промислової санітарії вирізняються наступне при обслуговуванні сушарних одиниць та комплексів:

- персонал повинен безкоштовно видавати індивідуальне захисне обладнання, якщо вони будуть надані на цю роботу за галузевими стандартами;
- санітарні та гігієнічні вимоги на господарстві повинні відповідати санітарним стандартам;
- споруди повинні бути обладнані побутовим та виробничим водопостачанням;
- у виробничих цехах, незалежно від пори року та режимів технологічних процесів, необхідно підтримувати постійну температуру;
- підтримувати нормальне освітлення та виконання стандартів;
- рівень шуму на робочому місці повинен відповідати ГОСТ «Шум SSTB.

Загальні вимоги безпеки»;

- всі роботи з завантаження та вивантаження проводяться відповідно до ГОСТ.

#### 4.3 Профілактика пожежі та безпека

Основними причинами пожеж у підтримці сушильних одиниць та комплексів є порушення заходів пожежної безпеки. Тому під час обслуговування

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

одиниць та комплексів сушарки, особливо при очищенні, потрібно постійно контролювати справність електричного обладнання. Під час огляду та проведення технічного обслуговування сушарки в темряві використовують лише електричне освітлення

Пожежна безпека - стан об'єкта праці, в якому виключається можливість пожежі, і у випадку її виникнення запобігається вплив на людей небезпечних пожежних факторів та забезпечується захист матеріальних значень.

Пожежна безпека об'єкта забезпечується системою запобігання пожежами та системою пожежної охорони. Вибух пожежі повинен задовольнити вимоги ГОСТ. Щоб забезпечити пожежну безпеку в приміщенні сушарки, надаються такі пожежні засоби для пожежних гасіння: кран з водою, два мішки з піском, лопата, сокира, вогнегасник ОР-3, брезент.

					<i>КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

## ВИСНОВОК

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра модернізовано конструкцію напільної сушарки із розробкою приводу ковшового елеватора.

Виходячи з патентного пошуку, напрямок модернізації сушарки для підлоги був виправданий на основі складної механізації сушіння та вивантаження насіння, проводилися технологічні та структурні розрахунки, розроблені основні положення для захисту праці та безпеки обслуговування одиниць та комплексів сушильно-очисного комплексу.

На основі проведених розрахунків у таблиці представлені зведені значення раціональних параметрів напільної сушарки насінневого матеріалу і її технічні характеристики.

Таблиця -Параметри та технічна характеристика напільної сушарки насіння трав

Параметри сушарки	Позначення		Величина	
Габаритні розміри сушарки:				
– довжина	$b$		5 м	
– ширина	$a$		2,5	
– висота	$H_{\delta}$		0,6 м	
Продуктивність сушарки для насіння багаторічних трав при зниженні відносної вологості від 20 до 14 %	$P$		5 т/год	
Параметри електродвигунів:				
– сушильної стрічки	$N$	$n$	5,1 кВт	1000 об/хв
– <u>ворошилки</u>			4,1 кВт	750 об/хв
– стрічкового транспортера			1,1 кВт	980 об/хв
– ковшового елеватора			1,1 кВт	980 об/хв

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Організація післязбиральної обробки і зберігання зерна. ВСП МФК НУБІП УКРАЇНИ. URL: <http://new.makinfo.org.ua/index.php/novyny-ahronomichnoho-viddilennia/2061-organizatsiya-pislyazbiralnoji-obrobki-i-zberigannya-zerna>
2. Зерносушарки: загальна класифікація. Азбука елеватора. URL: <https://kmzindustries.ua/elevators/zernosusharki-zagalna-klasifikatsiya>
3. Післязбиральна обробка насіння. Агробізнес. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8932-pisliazbyralna-obrobka-nasinnia.html>
4. Пазюк О.Д. Оптимізація процесу сушіння зерна. задачі та шляхи вирішення: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету (технічні науки). 2011. – №9. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/6401.pdf>
5. Зерносушарки для насінневого матеріалу – як вибрати найкращу сушарку для насіння. Компанія Фінпро Груп. URL: <https://finpro.group/uk/wiki-uk/zernosusharki/rizne/nasinnya>
6. Цуркан О.В., Онофрійчук В.В., Близнюк М.Я. Енергозберігаюча установка для сушіння зернових матеріалів. Вібрації в техніці та технологіях. 2013. № 1(69). URL: <http://econjournal.vsau.org/files/pdfa/1818.pdf>
7. Sniezhkin, I. F., Muliar, V. P., & Dabizha, N. O. (2016, March 31). ANALYSIS OF MODERN DRYING METHODS AND DEVELOPMENT OF THE OPTIMUM DRYING MODE OF COLLOID CAPILLARY-CELL MATERIALS IN THE HEAT PUMP DRYER WITH COMBINED HEAT PERFORMANCE. *Ceramics: Science and Life*, (1(30), 42-48. <https://doi.org/10.26909/csl.1.2016.5>
8. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: підручник / Г.М.Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Анатазевич. – К.: Либідь, 1997. – 324 с.
9. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид.,

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

переробл / Рудь Юрій Савелійович. – Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

10. Бондар О. Сушильне та очисне обладнання для зерна // Агроексперт практичний посібник аграрія – 2009. – №11(16). – С.102 – 105.

11. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських матеріалів [Текст] : монографія. – Луцьк : ЛДТУ, 2002. – 165 с.

12. Забродоцька Л.Ю. Енергетичний розрахунок спіральної сушарки / Л.Ю. Забродоцька, С.М. Хомич, В.О. Януш, Ю.В. Муравинець // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 44. – Луцьк, 2020. – С. 84–91.

13. Примірна інструкція з охорони праці під час післязбиральної доробки зерна: ПІ 2.0.00-083-1999 [Електронний ресурс]. – Офіц. вид. – К.: Міністерство агропромислового комплексу України, 1999. – Режим доступу до журн.: [http://jobsafety.com.ua/ids\\_op/date\\_full/1021\\_1547\\_1.html](http://jobsafety.com.ua/ids_op/date_full/1021_1547_1.html)

14. Електробезпека. Розрахунок захисного заземлення та занулення: методичні вказівки до практичних занять для студентів денної і заочної форм навчання / Л.Л. Гурець, О.П. Будьоний, Л.А. Гладка, Д.О. Лазненко. – Суми: Ред.-вид. відділ СУМДО, 2003. – 32 с.

15. Інструкція з охорони праці при сушінні зерна. URL: <https://businessforecast.by/partners/646/instrukcija-po-ohrane-truda-pri-sushke-z/>

					КАІ.СНТ.00.00.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

# ДОДАТКИ

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Форм.	Зона	Позиція	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				<u>Стандартні вироби</u>		
		18		Болт М6-16gx16.66.029	10	
				ГОСТ 7808-70		
		19		Гайка М6x1,5	10	
				ГОСТ 11871-88		
		20		Шайба 6.65Г029	10	
				ГОСТ 6402-70		
		21		Кільце 35	1	
				ГОСТ 13942-86		
		22		Кільце 30	1	
				ГОСТ 13942-86		
		23		Шпонка 6x5x25	1	
				ГОСТ 23360-78		
		24		Шпонка 6x5x20	1	
				ГОСТ 23360-78		
		25		Болт М8-26gx16.66.029	8	
				ГОСТ 7808-70		
		26		Гайка М8x1,5	8	
				ГОСТ 11871-88		
		27		Шайба 8.65Г029	8	
				ГОСТ 6402-70		
		28		Болт М8-26gx16.66.029	4	
				ГОСТ 7808-70		
		29		Гайка М8x1,5	4	
				ГОСТ 11871-88		
		30		Шайба 8.65Г029	4	
				ГОСТ 6402-70		
		31		Підшипник 46310	4	
				ГОСТ 831-75		
		32		Манжета 1-40x60-3	2	
				ГОСТ 8752-70		
		33		Гайка М46-10Н.5	2	
				ГОСТ 5916-70		
						Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	КАІ.СНТ.07.00.0000 СК	

