

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім.
В.С. Мартиновського
Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування
Освітня програма: «Енергетичний менеджмент та ІТ-сервіс обладнання»



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему Розробка конструкції інфрачервоної сушарки. Для ПрАТ «ЄННІ
ФУДЗ»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувач: Іванов П.М.

Курсу IV групи ГМ-40

Керівник: доцент Терзієв С.Г.

Консультант: доцент Всеволодов О.М.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри ПОЕМ від «___» _____ 2025 р., протокол № ___

Завідувач кафедри ПОЕМ _____

Олег БУРДО

Одеса – 2025 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики

Кафедра: Процесів, обладнання та енергетичного менеджменту

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та IT-сервіс обладнання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Олег БУРДО

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Іванова Павла Миколайовича

1. Тема роботи: Розробка конструкції інфрачервоної сушарки. Для ПрАТ «СННІ ФУДЗ»
Затверджена наказом ОНТУ від 25.11.2024 р. наказ №738-03
2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 11.06.2025 р.
3. Вихідні дані роботи: продуктивність сушарки – 50 кг/год
4. Перелік питань, які потрібно розробити: критичний огляд обладнання аналогічного призначення, патентний пошук, обґрунтування конструкції, технічне завдання, проведення технологічного, силового та конструктивного розрахунків, охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень):
креслення загального виду інфрачервоної сушарки – 1 аркуш А1, складальне креслення інфрачервоної сушарки – 1 аркуш А1, креслення кінематичної схеми приводу сушарки – 1 аркуш А1, креслення елементів привідної станції – 1 аркуш А1, креслення привідного барабану – 1 аркуш А1, креслення натяжної станції – 1 аркуш А1, специфікація на загальний вид – 2 аркуші А4.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та охорона праці	Доц. Всеволодов О.М.		

2. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Терзієв С.Г.

Завдання прийняв до виконання _____ Іванов П.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір матеріалів до проекту. Розробити реферат та вступ до дипломного проекту.	До 17.02.2025 р.	
2.	Аналіз існуючого обладнання. Патентний пошук	До 04.03.2025 р.	
3.	Обґрунтування технічного рішення. Креслення загального виду	До 10.03.2025 р.	
4.	Підбір конструкційних матеріалів. Розробка технічного завдання	До 21.03.2025 р.	
5.	Проведення розрахунків	До 01.04.2025 р.	
6.	Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання. Охорона праці	До 10.04.2025 р.	
7.	Креслення складальних одиниць та деталювання	До 22.04.2025 р.	
8.	Внесення коректив та оформлення РПЗ.	До 08.06.2025 р.	
9.	Підписання проекту, друк. Отримання рецензії.	До 16.06.2025 р.	

Здобувач-дипломник _____ Іванов П.М.

Керівник роботи _____ Терзієв С.Г.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник: Іванов П.М. _____

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка конструкції інфрачервоної сушарки. Для ПрАТ «ЄННІ ФУДЗ» містить 67 сторінок машинописного тексту, рисунків – 17, формул – 11, використаних джерел – 8, листів специфікацій – 2.

Мета даної роботи полягає у розробці інфрачервоної сушарки. Головна ідея розробки полягає в підвищенні ресурсо- та енергоефективності процесу сушіння харчової сировини шляхом залучення інфрачервоних технологій.

Об'єкт досліджень – інфрачервона сушарка.

Ключові слова: *сушарка, інфрачервоне поле, харчова рослинна сировина.*

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Іванов П.М.</i>			<i>Інфрачервона сушарка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Терзієв С.Г.</i>					4	67
<i>Рецензія</i>						<i>ОНТУ</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Бурдо О.Г.</i>						
<i>Затвердив</i>								

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ.....	9
1.1. Методи сушіння харчової сировини.	9
1.2. Вимоги до сировини і тари.	18
2. КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	21
2.1. Камерні сушарки.	21
2.2. Тунельні сушарки.	21
2.3. Валкові або барабанні сушарки.....	22
2.4. Сушарки з псевдозрідженим шаром.	23
2.5. Розпилювальні сушарки.	24
2.6. Пневматичні сушарки.....	26
2.7. Ротаційні сушарки.....	27
2.8. Бункерні сушарки.	28
2.9. Стрічкові сушарки.	28
2.10. Вакуумні сушарки.....	29
2.11. Сублімаційні сушарки.	30
3. ОГЛЯД ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ	33
4. ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....	56
5. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШАРКИ.....	57
5.1. Найменування і галузь застосування результатів розробки.....	57

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		5

5.2. Мета і призначення розробки.	57
5.3. Основні вузли та системи установки.	57
5.4. Технічні вимоги.....	58
6. ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШАРКИ.....	59
7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШАРКИ	60
7.1. Розрахунок параметрів стрічкового конвеєра.....	60
7.2. Розрахунок приводу.....	61
7.3. Розрахунок на міцність.....	62
8. ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З ІНФРАЧЕРВОНОЮ СУШАРКОЮ	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	67

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ВСТУП

Розмір ринку сушених овочів у 2023 році оцінювався в 14,5 мільярда доларів США, і очікується, що середній річний темп зростання (CAGR) становитиме понад 6,3% між 2024 і 2032 роками [1]. Тенденція до сушених овочів зростає, оскільки споживачі шукають зручні та поживні варіанти їжі. Сушені овочі зумовлюють тривалий термін зберігання, просте зберігання та мають певну харчову цінність, що робить їх популярними для перекусів, приготування їжі та додавання до різних страв для посилення смаку та текстури.

Одним з рушійних факторів зростання ринку сушених овочів є зростаючий споживчий попит на зручні та здорові варіанти їжі. Сушені овочі пропонують зручне рішення для насиченого способу життя, оскільки вони мають довший термін зберігання та потребують мінімального приготування. Крім того, оскільки споживачі стають більш свідомими щодо свого здоров'я, вони шукають поживні альтернативи обробленим закускам, а сушені овочі є природним джерелом вітамінів, мінералів та клітковини. Більше того, зростаюча популярність рослинних дієт та зростання обізнаності про сталий розвиток сприяють розширенню ринку як сталого та екологічно чистого вибору їжі.

Сучасне сушильне обладнання, яке слугує для виробництва подібної продукції, має певний ряд недоліків, що пов'язані зі значними енерговитратами, високими температурами обробки та низьким ККД. Це спонукає до пошуку нових принципів організації процесів сушіння, серед яких великої популярності набуває ідея залучення нових джерел енергії.

Серед певного ряду інтенсифікаторів такого роду є інфрачервоне випромінювання, яке дозволяє організувати процес сушіння без використання сушильного агенту, що вже на даному етапі суттєво скорочує втрати теплової енергії разом з сировиною.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		7

Окремим питанням є режим роботи установки. Безперервність – є ключовою рисою роботи обладнання при його впровадженні у виробництво. При проектуванні установок це слід враховувати.

Таким чином, вирішення питань щодо підвищення ресурсо- та енергоефективності процесів сушіння харчової сировини є актуальним.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ

1.1. Методи сушіння харчової сировини.

Вибір методу сушіння харчової рослинної сировини залежить від безлічі факторів, включаючи тип сировини, бажану якість сушеного продукту, витрати на сушіння та необхідну продуктивність. Методи сушіння харчової сировини можна розділити на кілька основних груп: сушіння конвекцією, сушіння в псевдозрідженому шарі, контактна сушка, інфрачервона сушка, сублимаційна сушка, розпилювальна сушка, діелектрична сушка тощо.

1. Конвективне сушіння (сушіння гарячим повітрям).

Найбільш поширений метод, у якому продукт обдувається гарячим повітрям, що забезпечує випаровування вологи. Температура та швидкість потоку повітря варіюються залежно від типу продукту та бажаного ступеня сушіння. Застосовується для сушіння овочів, фруктів, зерна та інших продуктів.

Переваги конвективного сушіння:

- Конвекційні сушарки зазвичай нескладні у виготовленні та експлуатації.
- Підходять для сушіння широкого спектру матеріалів: деревини, харчових продуктів, будівельних матеріалів та інших.
- У порівнянні з іншими методами, конвективні сушарки можуть бути більш доступними.
- Хоча не завжди, але багато конвекційних сушарок дозволяють змінювати температуру повітря для оптимізації процесу сушіння.

Недоліки конвективного сушіння:

- Процес може займати значний час, особливо при сушінні об'ємних матеріалів або за низьких температур.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		9

- Залежно від конструкції сушарки, температура та вологість повітря можуть нерівномірно розподілятися, що призводить до нерівномірної сушіння продукту.
- При високих температурах конвективного сушіння можливе погіршення кольору, смаку, запаху та поживної цінності продукту, а також розвиток окисних процесів.
- У деяких випадках, особливо при сушінні до низьких показників вологості, конвективні сушарки можуть споживати значну кількість електроенергії.
- Для деяких матеріалів, таких як дрібні частинки (пелети, тирса), конвективне сушіння може бути неефективним або призвести до втрати якості.
- У деяких випадках конвективне сушіння може призводити до перегріву матеріалу і, як наслідок, до браку.

2. Сушіння в псевдозрідженому шарі.

Продукт знаходиться у зваженому стані завдяки потоку повітря, що проходить знизу вгору. Забезпечує рівномірне сушіння та високу ефективність. Підходить для сушіння гранульованих та порошкоподібних матеріалів.

Переваги:

- Завдяки інтенсивному контакту частинок із нагрітим газом, процес сушіння відбувається значно швидше, ніж у традиційних сушарках.
- Кожна частка знаходиться в однакових умовах, що забезпечує рівномірне висихання по всьому об'єму матеріалу.
- Рівномірне висихання дозволяє отримати гранули вищої якості.
- Ефективний теплообмін сприяє зниженню енергоспоживання.
- Простота конструкції та можливість переміщення сушарки полегшують процес роботи.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

Недоліки:

- Не підходить для сушіння дуже дрібних, пилоподібних частинок або матеріалів складної форми (гольчастих, пластинчастих).
- При сушінні деяких матеріалів, наприклад, зерна, існує ризик перегріву та зниження якості продукту, якщо не дотримуватись температурного режиму.
- Матеріал повинен бути досить однорідним за розміром та формою, щоб забезпечити стабільне псевдозрідження.
- Устаткування для сушіння в псевдозрідженому шарі може бути дорожчим за традиційні сушарки.

В цілому, сушіння в псевдозрідженому шарі є ефективним та економічним методом для багатьох матеріалів, але при виборі цього методу необхідно враховувати обмеження та особливості конкретного продукту.

3. Контактне (кондуктивне) сушіння.

Продукт нагрівається при контакті з нагрітою поверхнею, ефективна для сушіння в'язких продуктів.

Переваги контактного сушіння:

- Контактне сушіння добре підходить для матеріалів, які потрібно сушити у тонкому шарі.
- Завдяки можливості регулювати температуру можна сушити матеріали, які не витримують високих температур.
- Швидкість сушіння можна регулювати зміною частоти обертання вальців, що дозволяє адаптувати під конкретний матеріал.
- Оскільки тепло передається безпосередньо від нагрітої поверхні, теплові втрати є мінімальними.
- Процес сушіння легко налаштовується під різні температурні режими.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

- При використанні вакуумної контактної сушіння матеріали можуть нагріватися рівномірно і дбайливо, що особливо важливо для делікатних речовин.

Недоліки контактної сушіння:

- Контактне сушіння може бути енергоємним.
- Не всі матеріали підходять для контактної сушіння, особливо якщо потрібна висока швидкість сушіння.
- Важливо контролювати температуру, щоб уникнути перегріву та пошкодження матеріалу.
- Матеріали, що висушуються контактним способом, можуть деформуватися під впливом тиску.
- У деяких випадках контактне сушіння може призводити до розтріскування матеріалу, особливо при використанні високих температур.
- Контактне сушіння може бути неефективним для сушіння великих обсягів матеріалу.

4. Інфрачервоне сушіння.

Продукт нагрівається з допомогою інфрачервоного випромінювання. Забезпечує швидке та рівномірне видалення вологи. Підходить для сушіння фруктів, овочів, трав та інших продуктів.

Переваги:

- Інфрачервоне випромінювання нагріває продукт безпосередньо, що значно скорочує час сушіння, порівняно з традиційними методами, такими як конвективне сушіння.
- Інфрачервоні сушарки споживають менше енергії, тому що нагрівають лише продукт, а не повітря навколо нього.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

- Інфрачервоне випромінювання забезпечує більш рівномірний розподіл тепла по всій поверхні продукту, що запобігає перегріву та пересушуванню окремих ділянок.
- Інфрачервоне сушіння дозволяє зберегти колір, аромат та смак продуктів, а також мінімізувати втрати поживних речовин.
- Інфрачервоне сушіння може покращити зовнішній вигляд продуктів, роблячи їх більш привабливими для споживачів.
- Інфрачервоне сушіння можна застосовувати для різних матеріалів та продуктів.
- Сучасні інфрачервоні сушарки прості в управлінні та налаштуванні.
- Інфрачервоні сушарки зазвичай компактні і можуть бути встановлені у невеликих приміщеннях.

У процесі сушіння інфрачервоні сушарки працюють майже безшумно.

Недоліки:

- Інфрачервоне випромінювання гірше проникає в товсті шари матеріалу, тому для сушіння товстих виробів може знадобитися більше часу або комбінований підхід.
- Неправильне настроювання інфрачервоної сушарки може призвести до перегріву та пошкодження продукту.
- Інфрачервоне сушіння не завжди доцільно використовувати для матеріалів, чутливих до нагрівання або мають складну форму.
- Потрібний точний контроль за температурою та часом сушіння, щоб уникнути пошкодження продукту.

Загалом інфрачервоне сушіння є ефективним і перспективним методом, який знаходить широке застосування в різних галузях, таких як харчова промисловість, виробництво лакофарбових покриттів, деревообробка та інші.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

5. Сублімаційне сушіння (ліофілізація).

Продукт заморожується, а потім волога видаляється шляхом сублімації (перетворення льоду на пару) у вакуумі. Дозволяє зберегти максимальну кількість поживних речовин та органолептичних властивостей продукту. Є найдорожчим, а й найбільш щадним способом сушіння.

Переваги сублімаційного сушіння:

- Сублімовані продукти можуть зберігатися до 2-5 років завдяки низькій вологості, яка запобігає розвитку мікроорганізмів.
- Цей метод дозволяє зберегти до 97% вітамінів, мінералів та інших корисних речовин, а також первісний смак та структуру продукту.
- Сублімувати можна практично будь-які продукти, включаючи фрукти, овочі, м'ясо, рибу, готові страви, лікарські препарати та біологічні матеріали.
- Сублімовані продукти значно зменшуються в обсязі та вазі, що полегшує їх зберігання та транспортування.
- Продукти легко відновлюються до початкового стану під час додавання води.
- Сублімаційне сушіння дозволяє обійтися без використання консервантів, що робить продукти кориснішими.
- Сублімовані продукти, як правило, зберігають свою форму та зовнішній вигляд, що важливо для презентабельності.

Недоліки сублімаційного сушіння:

- Обладнання і процес сублімаційної сушіння досить дорогі, що робить цей метод менш доступним.
- Хоча сублімація зберігає більшу частину структури продукту, деякі продукти можуть трохи змінити свою текстуру, ставши більш крихкими або пористими.
- Перед сублімацією продукти необхідно ретельно підготувати, включаючи миття, нарізку та, у деяких випадках, попередню обробку.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		14

- Сублімовані продукти вимагають герметичної упаковки для захисту від вологи та кисню, що може бути додатковою витратою.
- У процесі сублімації деякі леткі ароматичні речовини можуть зникати, що може трохи змінити смак продукту.

Незважаючи на недоліки, сублімаційне сушіння залишається одним з найбільш ефективних та просунутих методів консервування харчових продуктів та збереження біологічних матеріалів, забезпечуючи тривале зберігання та збереження корисних властивостей.

6. Розпилювальне сушіння.

Рідкий продукт розпорошується у гарячому повітрі, де відбувається швидке випаровування вологи та утворення сухого порошку. Широко застосовується для виробництва молочних продуктів, соків та інших порошкоподібних продуктів.

Переваги розпилювального сушіння:

- Процес займає лише кілька секунд, що робить його дуже ефективним для виробництва великих обсягів продукції.
- Шляхом зміни параметрів розпилення можна отримати частинки з певним розміром та формою, що важливо для багатьох застосувань.
- Розпилювальне сушіння може використовуватися для широкого спектру матеріалів, включаючи розчини, суспензії та емульсії.
- Сушарки можна легко автоматизувати, що знижує витрати на робочу силу та підвищує стабільність процесу.
- Частинки зазвичай мають сферичну форму та хорошу сипкість, що покращує їх властивості.
- Різні компоненти можна змішувати у рідкому вигляді і потім одночасно сушити.
- Видалення води значно зменшує обсяг матеріалу, що знижує витрати на зберігання та транспортування.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

В цілому, розпилювальне сушіння вважається безпечним процесом, особливо за наявності систем вибухозахисту та протипожежної безпеки.

Недоліки розпилювального сушіння:

- Обладнання для розпилювального сушіння може бути досить дорогим.
- Процес може бути енергоємним, особливо при сушінні великих обсягів матеріалу.
- Деякі матеріали можуть бути чутливими до високих температур або мати проблеми з розпорошенням.
- Рідкий матеріал має бути правильно підготовлений для розпилення.
- У деяких випадках ефективність сушіння може бути не дуже високою, особливо для матеріалів із низькою теплопровідністю.
- Для досягнення стабільних результатів потрібен ретельний контроль параметрів процесу, таких як температура, швидкість розпилення та концентрація.
- Наприклад, білки та ферменти можуть денатурувати при високих температурах.
- Розпилювальні сушарки не завжди можуть виготовляти порошки з дуже маленьким розміром частинок.

7. Діелектрична сушка (мікрохвильова сушка).

Продукт нагрівається за рахунок впливу електромагнітних хвиль високої частоти (мікрохвиль). Забезпечує швидке та рівномірне видалення вологи. Застосовується для сушіння різних харчових продуктів.

Переваги діелектричного сушіння:

- Діелектричне сушіння може значно скоротити час сушіння порівняно з конвективним або природним сушінням, особливо для матеріалів з високою вологістю.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Теоретично, діелектричне поле забезпечує рівномірне нагрівання матеріалу по всьому об'єму, що може сприяти більш ефективному видаленню вологи.
- Завдяки високій швидкості сушіння, потрібно менше місця для розміщення обладнання.
- Залежно від матеріалу та умов сушіння, діелектричне сушіння може споживати менше енергії, ніж традиційні методи.
- Сушіння може відбуватися в герметичній камері, що дозволяє контролювати довкілля.
- У деяких випадках діелектричне сушіння може покращити фізико-механічні властивості матеріалу, наприклад, зміцнити деревину.

Недоліки діелектричного сушіння:

- Устаткування для діелектричного сушіння може бути досить дорогим.
- На практиці, особливо при сушінні матеріалів складної форми або з неоднорідною структурою, нагрівання може бути нерівномірним, що призводить до перегріву та пошкодження окремих ділянок.
- Діелектричне сушіння не завжди ефективне для сушіння сипучих матеріалів або матеріалів з низькою діелектричною проникністю.
- У деяких випадках глибина проникнення високочастотного поля може бути недостатньою для рівномірного сушіння товстих матеріалів.
- При неправильному налаштуванні процесу сушіння або при використанні невідповідних матеріалів існує ризик перегрівання та займання.
- Для експлуатації та налаштування обладнання для діелектричного сушіння потрібен кваліфікований персонал.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

1.2. Вимоги до сировини і тари.

Вимоги до сировини

Перед сушінням харчової сировини необхідно забезпечити її високу якість та підготувати до процесу видалення вологи. Це включає миття, сортування, калібрування та попередню обробку для запобігання псуванню та збереженню поживних речовин. Також важливо дотримуватися санітарних вимог на всіх етапах, від підготовки сировини до зберігання готового продукту.

1. Якість та свіжість. Сировина має бути свіжою, зрілою і без ознак гниття, псування або пошкоджень. Необхідно використовувати сировину, яка відповідає вимогам ГОСТів чи технічних умов (ТУ). Наявність сторонніх домішок (земля, пісок, комахи тощо) неприпустима.

2. Підготовка сировини.

Миття:

Ретельне миття сировини для видалення забруднень. Для деяких видів сировини, наприклад коренів, рекомендується уникати замочування, щоб не втратити корисні речовини.

Сортування:

Видалення некондиційної сировини, пошкоджених та хворих плодів, ягід, овочів або частин рослин.

Калібрування:

Поділ сировини на фракції за розміром для забезпечення рівномірного сушіння.

Попередня обробка:

Ошпарювання або бланшування для інактивації ферментів та збереження кольору, особливо для овочів. Обробка розчинами лимонної кислоти або інших речовин для запобігання потемнінню. Розрізання великих плодів та коренеплодів на частини для прискорення сушіння.

Підв'ялення:

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
						18
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для деяких видів сировини, наприклад, фруктів, рекомендується попереднє підв'ялювання для зниження вологості та полегшення процесу сушіння.

3. Санітарні вимоги.

Сировина повинна зберігатися в чистих, сухих приміщеннях, що унеможливають попадання вологи та забруднень. Необхідно дотримуватись правил товарного сусідства при зберіганні різних видів сировини. Все використовуване обладнання та тара повинні бути чистими та безпечними для харчових продуктів. Транспортування сировини має здійснюватися у чистому транспорті, що виключає забруднення.

4. Вологість.

Оптимальна вологість сировини для сушіння залежить від його виду та способу сушіння. Для деяких видів сировини, наприклад для гранулювання, рекомендується підтримувати вологість на рівні 10-15%. При сублімаційному сушінні важливо, щоб основний відсоток вологи знаходився в крижаному вигляді, а загальний її обсяг не був нижчим за 70%.

Вимоги до тари

При сушінні харчової сировини тара повинна відповідати ряду вимог, щоб забезпечити безпеку та якість продукту. Основні вимоги включають використання матеріалів, що не вступають у реакцію з продуктом, забезпечення захисту від пилу, бруду та комах, а також підтримання оптимальної вологості та температури.

Матеріал.

Тара повинна бути виготовлена з матеріалів, що не вступають у реакцію з харчовою сировиною і не виділяють шкідливі речовини в процесі сушіння. Найчастіше використовуються нержавіюча сталь, харчовий пластик або спеціальні лотки із матеріалів, схвалених для контакту з харчовими продуктами.

Захист від зовнішніх факторів.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		19

Тара повинна забезпечувати захист від пилу, бруду, комах, гризунів та інших забруднювачів, які можуть потрапити до продукту під час сушіння.

Вентиляція.

Залежно від виду сировини тара може вимагати певної вентиляції для забезпечення рівномірного висихання. Це може бути досягнуто шляхом перфорації чи спеціальних конструкцій лотків.

Стійкість до температури та вологості.

Тара повинна витримувати температуру, необхідну для сушіння, та не деформуватися чи виділяти шкідливі речовини при нагріванні.

Зручність використання та зберігання.

Тара має бути зручною для завантаження, розвантаження та транспортування сировини, а також забезпечувати можливість компактного зберігання сушеного продукту.

Гігієнічність.

Тара повинна бути легко миється і дезінфікується, щоб запобігти розвитку мікроорганізмів.

Відповідність вимогам за розміром та формою.

Тара повинна відповідати розмірам та формі сушильного обладнання, щоб забезпечити ефективне сушіння та уникнути втрат продукту.

Відсутність гострих країв та кутів.

Тара не повинна мати гострих країв чи кутів, які можуть пошкодити сировину чи персонал.

Відповідність вимогам безпеки.

Тара повинна відповідати всім вимогам безпеки, що висуваються до обладнання, що контактує з харчовими продуктами.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1. Камерні сушарки.

У камерних сушарках продукти розподіляються, як правило, досить тонким шаром, на лотках, на яких відбувається сушіння (рис. 1). Нагрівання може здійснюватися потоком повітря, що проходить через лотки, теплопровідністю від нагрітих лотків або нагрітих полиць, на яких лежать лотки, або випромінюванням від нагрітих поверхонь. Більшість сушарок з лотками нагріваються повітрям, яке також видаляє вологі пари [2].

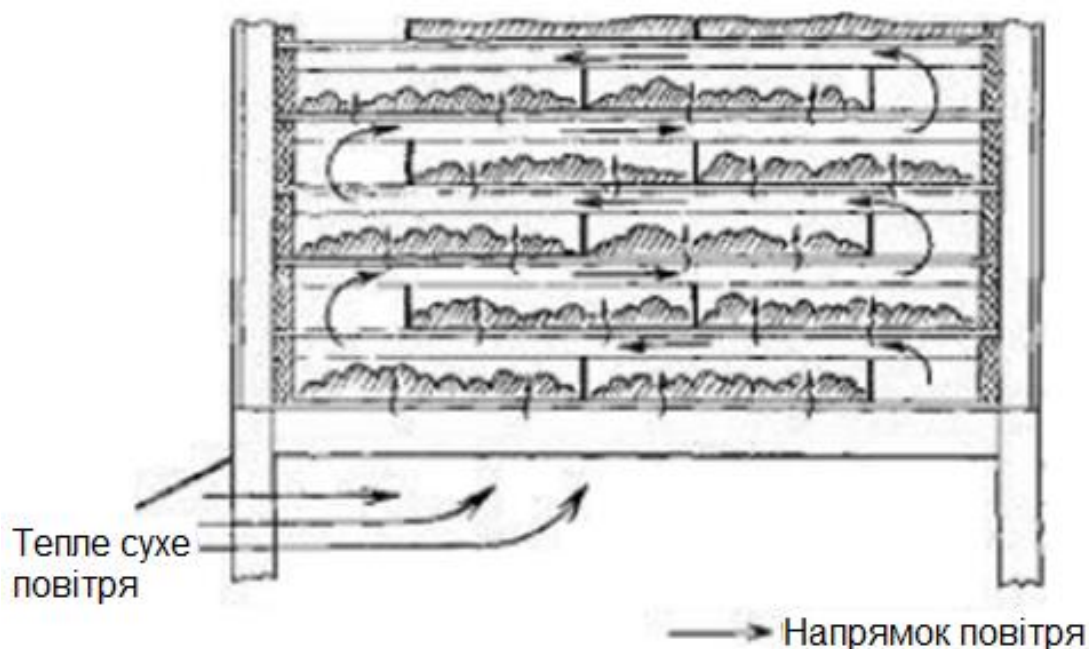


Рис. 1 – Схема камерної сушарки.

2.2. Тунельні сушарки.

Це можна розглядати як розвиток камерної сушарки, в якій лотки на візках рухаються через тунель, де подається тепло, а волога видаляється (рис. 2). У більшості випадків у тунельному сушінні використовується повітря, і матеріал може рухатися через сушарку паралельно або протилежно до потоку повітря.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		21

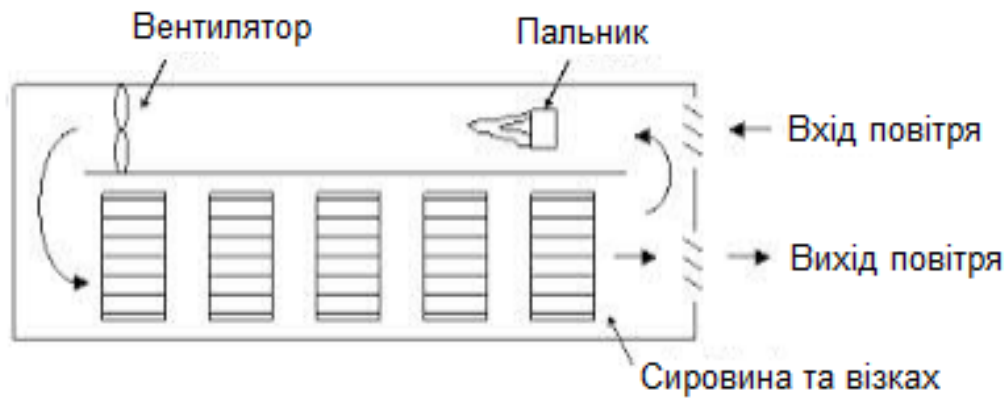


Рис. 2 – Схема тунельної сушарки.

Іноді сушарки розділені на секції, і також може використовуватися перехресний потік. Система потоку повітря може бути (i) паралельною, в якій повітря рухається в одному напрямку з візками. Повітря всередині тунелю може бути паралельною, де рухаються візки, (ii) протитечійною, в якій повітря рухається в протилежному напрямку до візків, (iii) комбінацією паралельного та протитечійного потоку, що досягається за допомогою окремих тунелів, паралельних тунелів або центрального витяжного тунелю, та (iv) поперечним потоком, який досягається шляхом поєднання з міжетапним підігрівом повітря та відповідними повітроводами для забезпечення того, що по суті є протитечійною низькотемпературною системою.

2.3. Валкові або барабанні сушарки.

У них сировина розподіляється по поверхні нагрітого барабана. Барабан обертається, при цьому сировина подається на барабан протягом однієї частини циклу (рис. 3). Сировина залишається на поверхні барабана протягом більшої частини обертання, протягом якого відбувається сушіння, а потім зішкрібається. Барабанне сушіння можна розглядати як кондуктивне сушіння. Різноманітність доступних схем подачі забезпечує можливість сушіння розчинів, суспензій та паст широкого діапазону в'язкості. Цей тип

сушарки підходить для багатьох термочутливих продуктів, оскільки вплив високої температури обмежений кількома секундами.

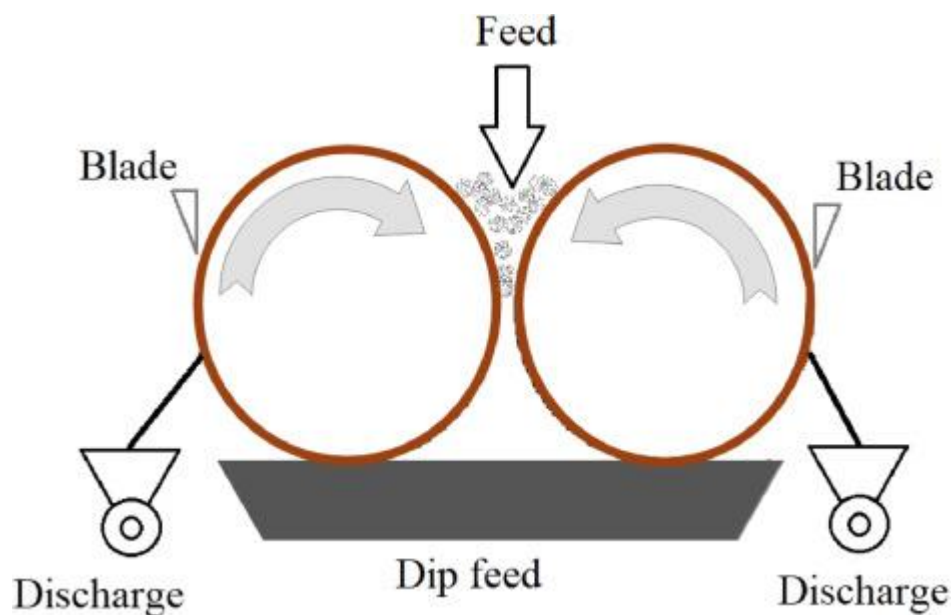


Рис. 3 – Схема валкової (барабанної) сушарки.

Сушарка складається з порожнистих металевих циліндрів, які обертаються навколо горизонтальних осей, нагріваючись зсередини паром, гарячою водою або іншим нагрівальним середовищем та скребком або ножем. Барабанні сушарки можна класифікувати на однобарабанні або двобарабанні. Важливим аспектом, який враховується при використанні барабанної сушарки, є рівномірна товщина плівки, що наноситься на поверхню барабана, а також швидкість обертання та температура нагрівання.

2.4. Сушарки з псевдозрідженим шаром.

У сушарці з псевдозрідженим шаром харчовий матеріал підтримується у підвішеному стані проти сили тяжіння у висхідному потоці повітря (рис. 4). Також може бути горизонтальний потік повітря, який допомагає транспортувати харчовий матеріал через сушарку. Тепло передається від повітря до харчового матеріалу, переважно за допомогою конвекції.

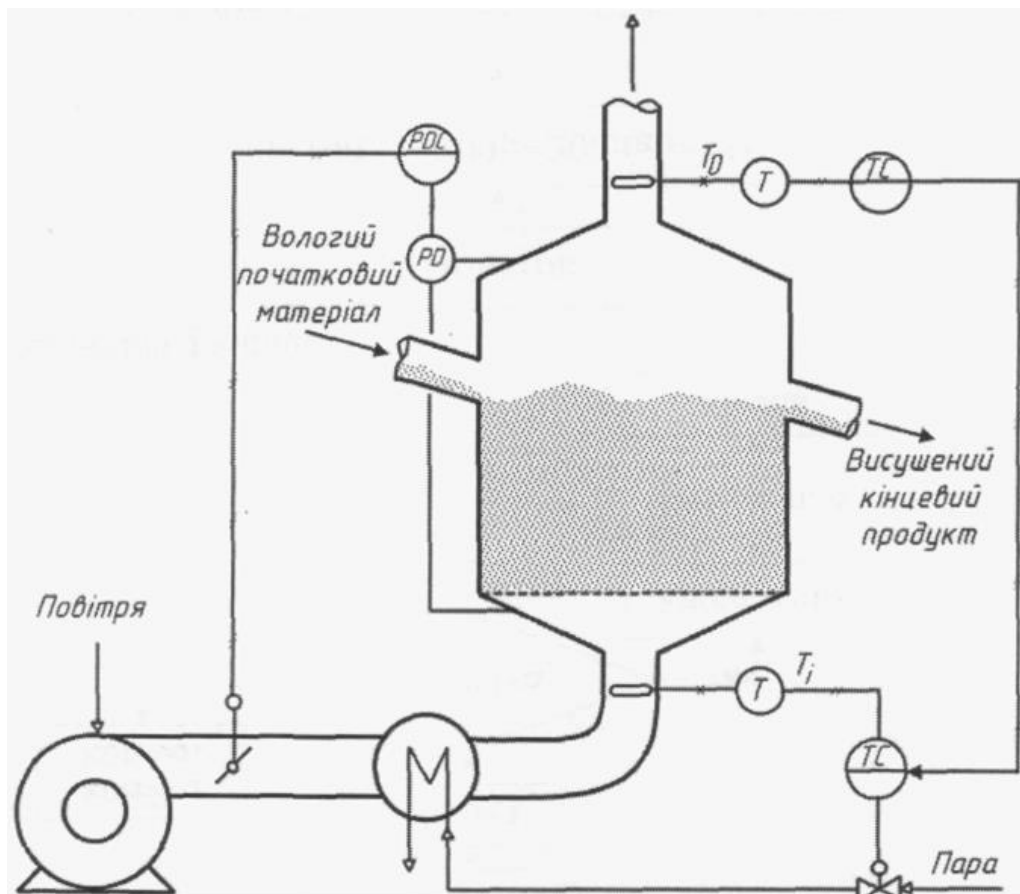


Рис. 4 – Схема сушарки з псевдозрідженим шаром.

Сушарка з псевдозрідженим шаром складається з трьох важливих елементів: розподільника, камери пленуму, області вільного борту та системи очищення газу. Розподільна пластина розподіляє газ псевдозрідження навколо шару достатньо рівномірно, щоб уникнути надмірних локальних швидкостей газу. Камера пленуму забезпечує однорідну область потоку газу під розподільною пластиною. Конічна камера пленуму краща за сферичну. Область вільного борту над псевдозрідженим шаром повинна бути достатньо високою, щоб забезпечити вилучення частинок, які були викинуті з шару тимчасовими локальними високими потоками газу.

2.5. Розпилювальні сушарки.

За визначенням, розпилювальне сушіння передбачає розпилення рідкої сировини, що містить тверді речовини в розчині, суспензії або емульсії, та

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		24

спрямування отриманого розпилення крапель у потік гарячого сушильного повітря. Контакт відбувається в сушильній камері (рис. 5).

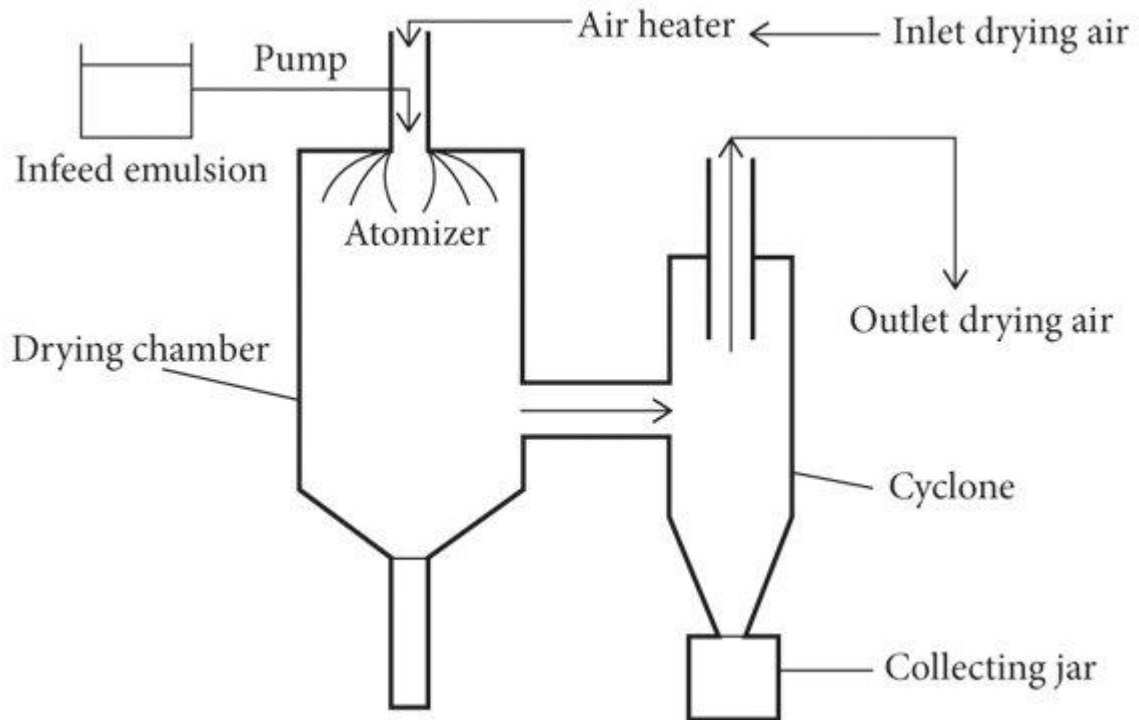


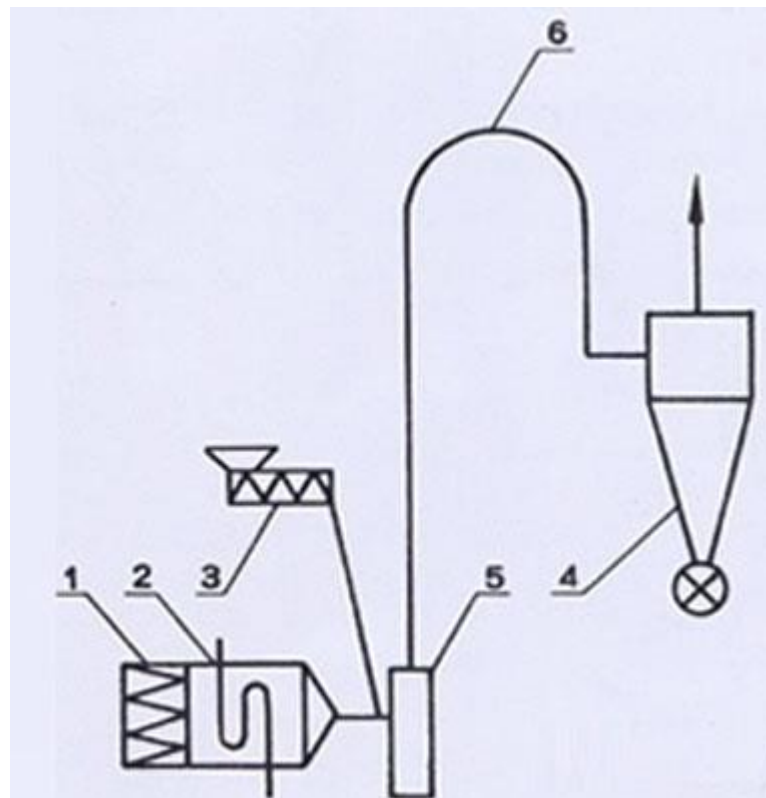
Рис. 5 – Схема розпилювальної сушарки.

Етапи розпилення створюють дуже велику площу вологої поверхні у вигляді мільйонів крапель, які при впливі гарячого сушильного повітря призводять до дуже високих швидкостей тепло- та масопередачі. Час сушіння стає коротким, і нагрівання продукту може бути обмежене рівнями, при яких не відбувається термічного розкладання. Корпус сушарки великий, тому частинки можуть осідати під час висихання, не торкаючись стінок, на яких вони могли б прилипнути. Комерційні сушарки можуть бути дуже великими, діаметром близько 10 м та висотою 20 м. Розпилювальне сушіння включає як формування частинок, так і сушіння, що робить його особливим типом процесу смаження. Подібно до сушіння в псевдозрідженому шарі, швидкого сушіння, розпилювальне сушіння - це операція обробки зважених частинок. Основна відмінність між розпилювальним сушінням, сушінням у псевдозрідженому шарі та швидкого сушіння полягає в характеристиках

подачі. Час, необхідний для розпилювального сушіння, зазвичай менше хвилини, тоді як у випадку сушіння в псевдозрідженому шарі він становить більше 1 години, і матеріали, що подаються в систему подачі, є рідкими у випадку розпилювального сушіння, тоді як у випадку сушарок з псевдозрідженим шаром це гранульований матеріал. Розпилювальні сушарки можуть бути однонаправленими, протитечійними або змішаного типу потоку.

2.6. Пневматичні сушарки.

У пневматичній сушарці тверді частинки харчових продуктів швидко переміщуються в потоці повітря, причому швидкість і турбулентність потоку підтримують частинки в суспензії. Сушіння здійснюється нагрітим повітрям, і часто обладнання оснащено певним класифікуючим пристроєм (рис. 6).



1. Повітряний фільтр, 2. Нагрівач повітря, 3. Регульований живильник,
4. Циклонний сепаратор, 5. Витяжний вентилятор, 6. Сушильна труба

Рис. 6 – Схема пневматичної сушарки.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		26

У класифікаторі висушений матеріал відділяється, сухий матеріал виходить як продукт, а вологий залишок рециркулює для подальшого сушіння. Оскільки процес сушіння дуже швидкий, його часто називають флеш-сушаркою. Основний тип пневматичної сушарки зазвичай складається з прямої вертикальної труби круглого квадратного поперечного перерізу. Повітря та вологі тверді речовини вводяться в нижню частину цієї труби. Висушені тверді речовини, які збираються у відповідному пристрої для розділення частинок/класифікаторі, та відпрацьоване повітря виходять зверху.

2.7. Ротаційні сушарки.

Ротаційні сушарки широко використовуються для сушіння відносно великих обсягів гранульованих продуктів та побічних продуктів. Ці сушарки характеризуються повільно обертовим циліндричним барабаном, який зазвичай нахилений під невеликим кутом ($0-5^\circ$) до горизонталі (рис. 7).

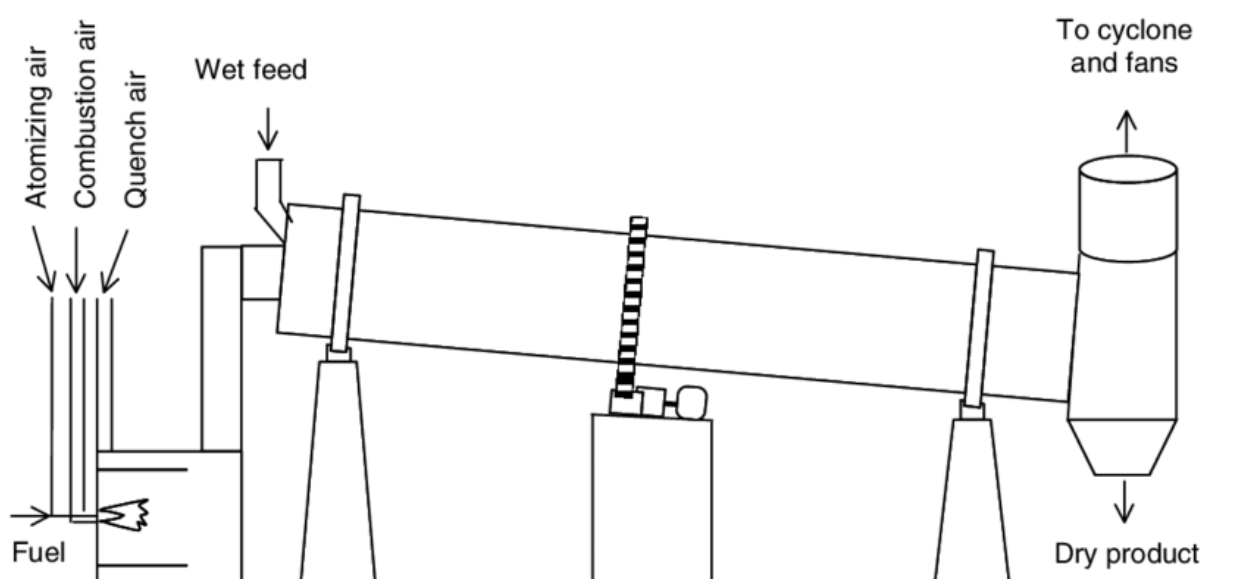


Рис. 7 – Схема ротаційної барабанної сушарки.

Харчовий продукт міститься в горизонтальному похилому циліндрі, через який він проходить, нагріваючись або потоком повітря через циліндр, або теплопровідністю від стінок циліндра. У деяких випадках циліндр обертається, а в інших циліндр нерухомий, і всередині циліндра обертається

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		27

лопатка або гвинт, що транспортує матеріал. Вологий матеріал подається у верхній кінець, а висушений продукт витягується з нижнього кінця.

2.8. Бункерні сушарки.

У бункерних сушарках харчові продукти (зазвичай зерно) містяться в бункері з перфорованим дном, через який тепле або ненагріте повітря продувається вертикально вгору, проходячи крізь матеріал і таким чином сушать його (рис. 8).

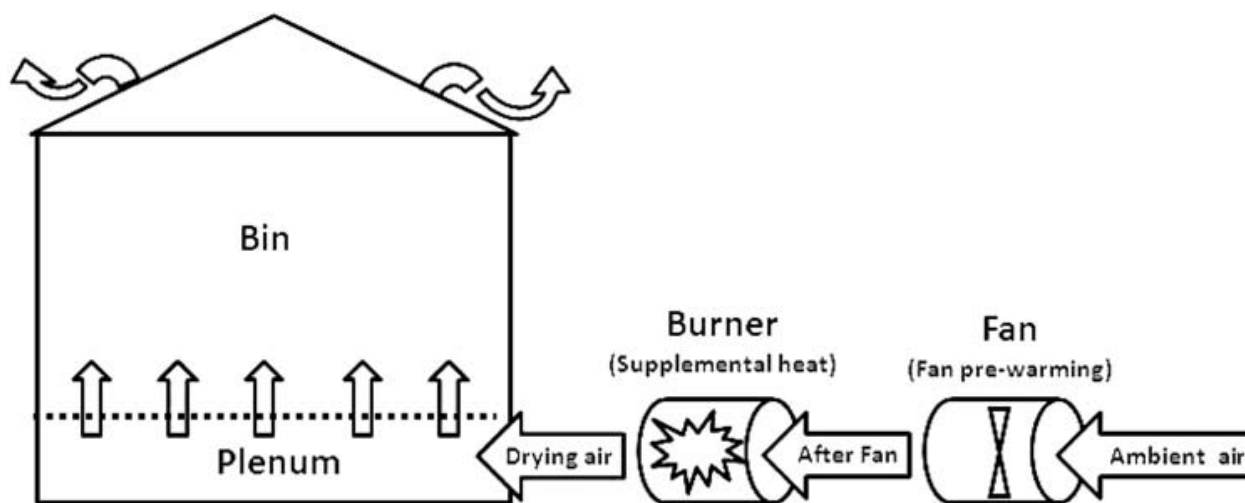


Рис. 8 – Схема бункерної сушарки.

У цих системах зерно сушиться під час зберігання в бункері, який може бути з плоским дном або з бункерним дном. Ненагріте або тепле повітря подається в нерухоме зерно через перфоровану підлогу. Вологе повітря виходить зверху або збоку. У деяких випадках зерно після сушіння теплим повітрям транспортується до бункера для охолодження та зберігання. Але в більшості випадків бункерні сушарки служать як сушильним, так і складським пристроєм.

2.9. Стрічкові сушарки.

Сировина розподіляється тонким шаром на горизонтальній сітці або суцільній стрічці, а повітря/випромінювання проходить крізь або над матеріалом (рис. 9).

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		28

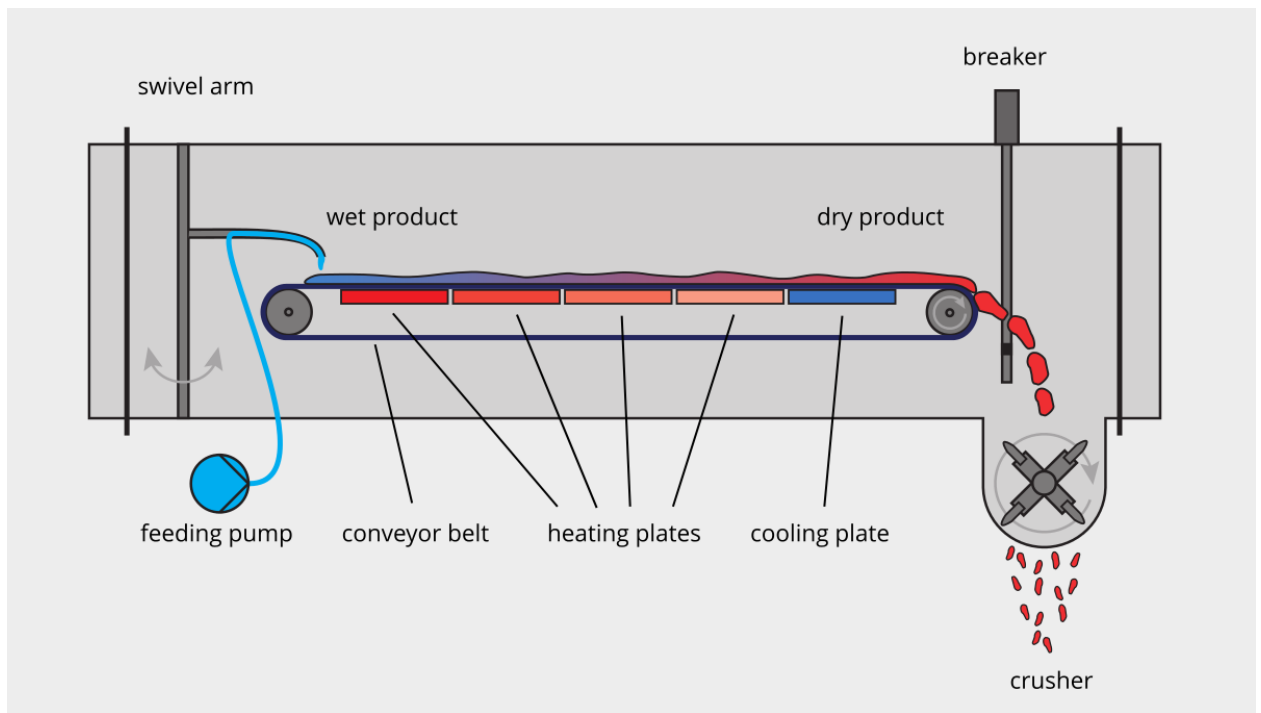


Рис. 9 – Схема стрічкової сушарки.

У більшості випадків стрічка рухається, хоча в деяких конструкціях стрічка нерухома, а матеріал транспортується скребками. Джерелом нагрівання камери стрічкової сушарки може бути гаряче повітря, електромагнітне випромінювання, таке як радіочастота, мікрохвилі, інфрачервоне випромінювання тощо.

2.10. Вакуумні сушарки.

Вакуумні сушарки по суті такі ж, як лоткові, за винятком того, що вони працюють під вакуумом, а теплопередача відбувається переважно за рахунок теплопровідності або випромінювання (рис. 10). Лотки укладені у велику шафу, яка вакуумується. Водяна пара, що утворюється, зазвичай конденсується, тому вакуумні насоси мають справу лише з неконденсованими газами. Інший тип складається з вакуумної камери, що містить роликову сушарку.

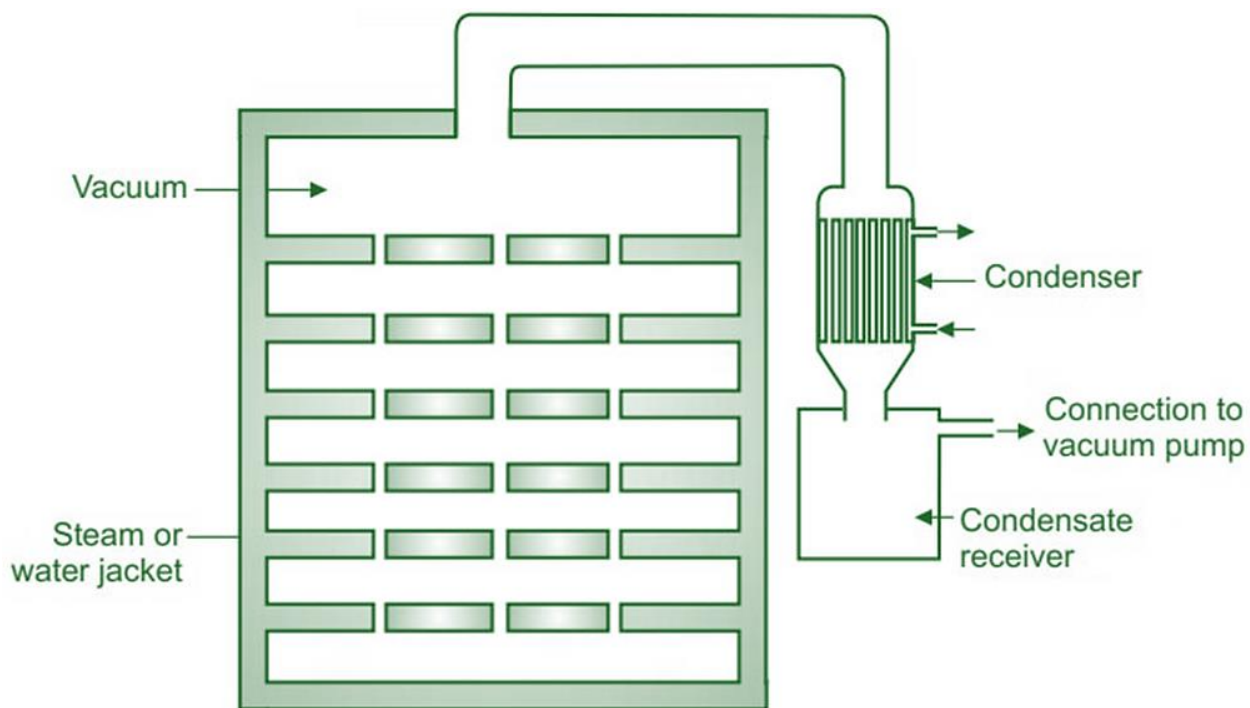


Рис. 10 – Схема вакуумної сушарки.

У вакуумних сушарках видалення вологи з харчового продукту відбувається під вакуумом, де температура кипіння води знижується, тому застосування нижчого тепла за рахунок теплопровідності або випромінювання може видалити вологу з продукту, завдяки чому чутливі до тепла компоненти сировини не руйнуються, як це відбувається за вищих температур.

2.11. Сублімаційні сушарки.

Сушіння заморожуванням відоме як найкращий метод сушіння з точки зору якості порівняно з іншими методами. Під час цього процесу продукт заморожується, а заморожена вільна вода, нагріта до низької температури, безпосередньо перетворюється на газ під дією вакууму в процесі, відомому як сублімація та конденсація газу (рис. 11).

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		30

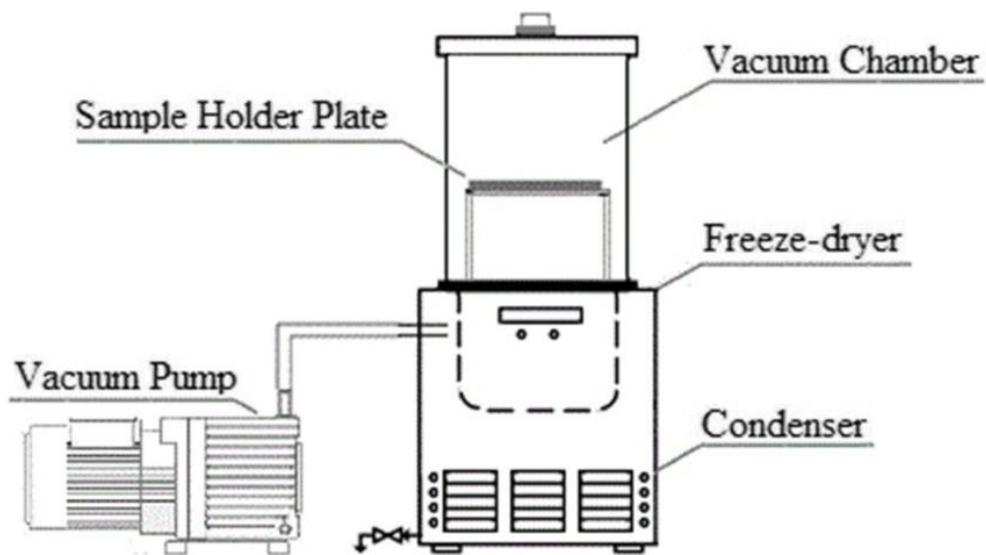


Рис. 11 – Схема сублимаційної сушарки.

Оскільки цей процес здійснюється при низькій температурі, мікробна активність, ферментативна активність та інші біохімічні процеси, відповідальні за небажані зміни в їжі під час процесів дегідратації, суттєво сповільнюються, що призводить до значного збереження кольору, смаку та поживної цінності харчового продукту. Але недоліком цього процесу є вищі експлуатаційні витрати, пов'язані з заморожуванням харчового продукту, незначним нагріванням замороженого продукту для сублимації льоду під вакуумом, конденсацією льоду та необхідністю механічної енергії для підтримки вакууму. Крім того, при сублимації льоду відбувається певна втрата водорозчинних летких речовин, що призводить до структурних змін, що робить кінцевий продукт прісним на смак.

У сублимаційній сушарці вміст вологи в харчовому матеріалі заморожується перед сушінням, а потім сублимується, тобто переходить у газову фазу безпосередньо з твердої фази, нижче точки плавлення розчинника. Сублимаційна сушка може відбуватися лише в тому випадку, якщо парціальний тиск пари в сушильній камері нижчий за тиск водяної пари над продуктом. Лотки з продуктами розміщують на полицях, які можна нагрівати. Після цього прикладається тиск, при якому тиск має бути меншим за тиск водяної пари. Після досягнення цього тиску до полиць прикладається

тепло, щоб забезпечити енергію, необхідну для сублимації льоду, що називається первинним сушінням. Після цього, коли лід зникає, потрібен додатковий час сушіння для видалення води. Ця фаза називається вторинним сушінням. Тиск можна знизити за допомогою високовакуумного насоса; пара, що утворюється в результаті сублимації, видаляється з системи шляхом перетворення її на лід у конденсаторі, що працює при дуже низьких температурах, поза сублимаційною камерою.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
						32
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. ОГЛЯД ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Патент на винахід CN104489145 «Інфрачервона сушильна машина для чайного листя та спосіб інфрачервоного сушіння чайного листя».

Цей винахід стосується обладнання для харчової промисловості, зокрема сушильної машини та способу її сушіння в процесі харчової промисловості [3].

Цей винахід пропонує інфрачервону сушильну машину та спосіб її сушіння, який поєднує первинне сушіння, охолодження та вторинне сушіння, причому матеріали обробляються в динамічному стані протягом усього процесу сушіння.

Винахід реалізовано за такою технічною схемою: інфрачервона сушильна машина в основному складається з: каркаса, верхньої вібраційної сушильної камери, камери охолодження та зволоження, а також нижньої вібраційної сушильної камери, де верхня вібраційна сушильна камера, камера охолодження та зволоження, а також нижня вібраційна сушильна камера нерухомо встановлені в каркасі в порядку від верхнього до нижнього рівня, утворюючи процес самопотоків сушіння матеріалу (рис. 12).

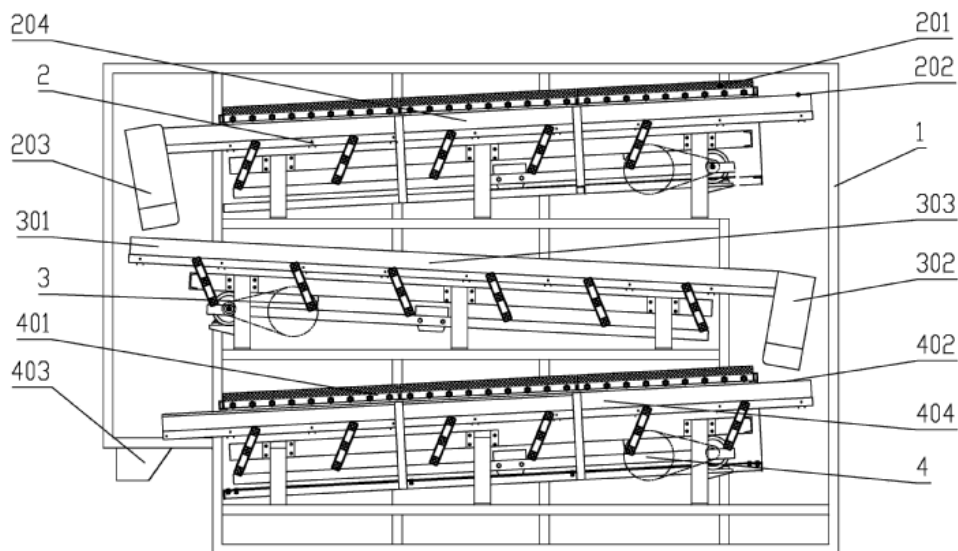


Рис. 12 – Схема ІЧ сушарки за патентом CN104489145 (вигляд спереду).

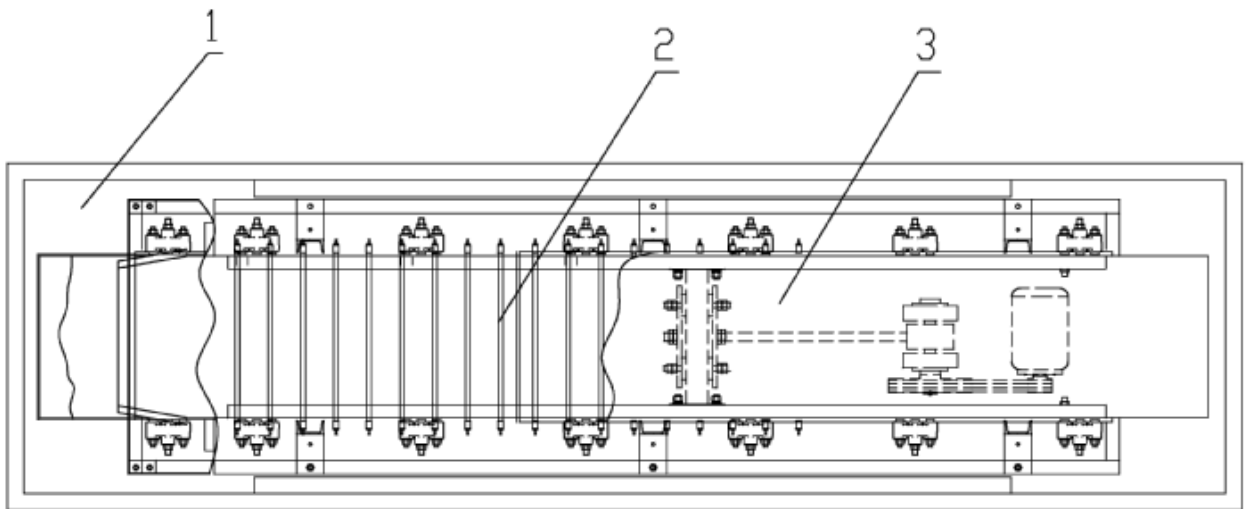


Рис. 13 – Схема ІЧ сушарки за патентом CN104489145 (вигляд зверху).

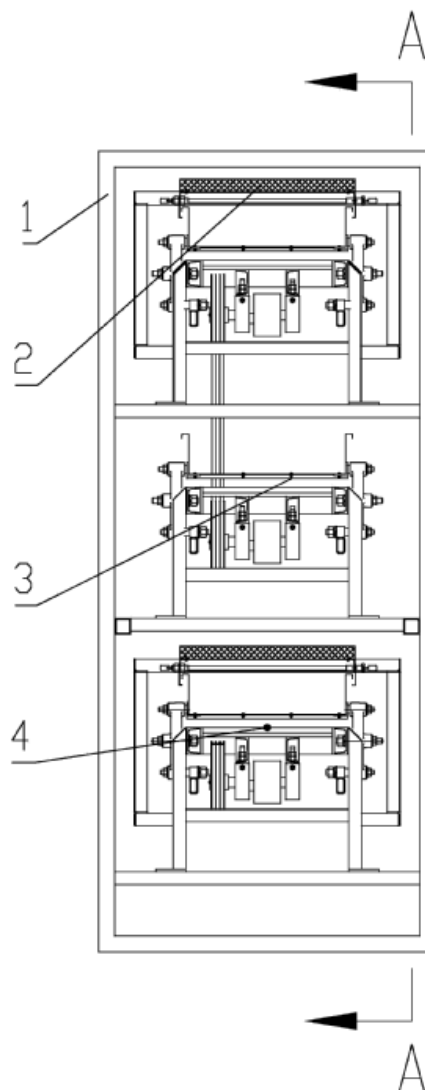


Рис. 14 – Схема ІЧ сушарки за патентом CN104489145 (вигляд збоку).

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		34

Верхня вібраційна сушильна камера та нижня вібраційна сушильна камера утворюють незалежну сушильну камеру.

Інфрачервоний нагрівальний пристрій розташований над верхньою вібраційною сушильною камерою та нижньою вібраційною сушильною камерою.

Верхня вібраційна сушильна камера, камера охолодження та зволоження, а також нижня вібраційна сушильна камера оснащені окремою конструкцією передачі вібрації, завдяки чому чайне листя послідовно сушиться, охолоджується та зволожується, а потім сушиться до повного висихання в динамічному режимі перевертання.

Верхня вібраційна сушильна камера, камера охолодження та зволоження, а також нижня вібраційна сушильна камера оснащені отворами для виходу пари.

Спосіб сушіння інфрачервоною сушильною камерою включає такі етапи:

- a. Матеріал спочатку сушиться через верхню вібраційну сушильну камеру;
- b. Матеріал після першого сушіння охолоджується через камеру охолодження та зволоження 3;
- c. Матеріал після охолодження та зволоження проходить через нижню вібраційну сушильну камеру 4, а потім знову сушиться.

Переваги цього винаходу:

a. Матеріал сушиться в динамічному стані, завдяки чому ефект сушіння є рівномірним, що сприяє обміну вологою та теплом під час процесу сушіння, покращує ефективність сушіння, має просту структуру та зручно для збору тепла.

b. Верхня вібраційна сушильна камера, камера охолодження та зволоження та нижня вібраційна сушильна камера працюють незалежно,

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

завдяки чому конструкція проста, шум низький, а рух між ними не перешкоджає.

с. Для підвищення теплової ефективності використовується метод інфрачервоного сегментованого незалежного сушіння. Матеріал можна сушити в динамічному стані, а камера охолодження та зволоження, розташована в середньому шарі, відповідає принципу сушіння та зменшує площу підлоги.

Конкретні методи реалізації

Технічна схема цього винаходу детальніше описана нижче за допомогою прикладів та в поєднанні з супровідними кресленнями.

Приклад 1, як показано на рисунках 1, 2 та 3, цей винахід в основному включає рамну коробку 1, верхню вібраційну сушильну камеру 2, камеру охолодження та зволоження 3 та нижню вібраційну сушильну камеру 4. Верхня вібраційна сушильна камера 2 складається з інфрачервоного нагрівального пристрою 201, отвору для прийому матеріалу 202, отвору для вивантаження матеріалу 203 та вібраційної сушильної камери 204. Нагрівальний пристрій 201 встановлено над вібраційною сушильною камерою 204 для нагрівання матеріалу у вібраційній сушильній камері; Матеріал надходить до вібраційної сушильної камери 204 через порт прийому матеріалу 202, а чайне листя, яке було спочатку випечене інфрачервоним нагрівальним пристроєм 201, надходить у нижню камеру охолодження та зволоження 3 через порт вивантаження матеріалу 203; камера охолодження та зволоження 3 складається з порту прийому матеріалу 301, порту вивантаження матеріалу 302. Матеріал надходить до охолоджувального коливального резервуара 303 через порт прийому матеріалу 301 для охолодження та регідратації, а потім вивантажується з порту вивантаження матеріалу 302 та протікає через нижню камеру вібраційного сушильного резервуара 4; нижня камера вібраційного сушильного резервуара 4 складається з інфрачервоного нагрівального

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		36

пристрою 401, порту прийому матеріалу 402, порту вивантаження матеріалу 403 та вібраційного сушильного резервуара 404. Матеріал надходить до вібраційного сушильного резервуара 404 через порт прийому матеріалу 401 для сушіння, а висушений матеріал вивантажується через порт вивантаження матеріалу 403, тим самим завершуючи весь процес сушіння. Варіант виконання 2, як показано на Рис. 1, передбачає наступний спосіб сушіння та етапи роботи інфрачервоної сушильної машини:

a. Матеріал спочатку сушиться у верхній вібраційній сушильній камері 2;

b. Після початкового сушіння матеріал охолоджується у камері охолодження та зволоження 3;

c. Після охолодження та зволоження матеріал проходить через нижню вібраційну сушильну камеру 4 для вторинного сушіння;

d. Коли матеріал проходить через верхню вібраційну сушильну камеру 2, камеру охолодження та зволоження 3 та нижню вібраційну сушильну камеру 4, він сушиться, охолоджується та зволожується посередині в режимі динамічного перевертання та транспортування, що забезпечує швидке сушіння та охолодження матеріалу, тим самим забезпечуючи хорошу якість продукції.

Патент на корисну модель CN216363476 «Обладнання для сушіння та зневоднення бульб рослин».

Корисна модель стосується технології обробки кореневищних рослин, зокрема пристрою для сушіння та зневоднення бульб рослин [4].

Передумови технології

Після посадки та збору бульб рослин, щоб продовжити термін їх зберігання, їх зазвичай сушать та обробляють. В існуючому сушильному обладнанні водяна пара, що виділяється бульбами рослин під час процесу сушіння, легко потрапляє у вакуумний насос, а в існуючому обладнанні для сушіння та зневоднення бульб рослин нагрівальний пристрій зазвичай

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		37

використовує нагрівальну трубку, а ефективність нагрівання низька. Тому для вирішення вищезазначених проблем пропонується пристрій для сушіння та зневоднення бульб рослин у трубках.

Зміст корисної моделі

Метою цієї корисної моделі є створення пристрою для сушіння та зневоднення бульб рослин. Встановивши розсувну стійку у вакуумній сушильній камері сушильної коробки та встановивши інфрачервону нагрівальну лампу на монтажній стійці, встановленій між розсувними стійками, можна нагрівати та сушити бульби рослин, розміщені на рамі між розсувними стійками. Встановлений вакуумний насос відкачує повітря з резервуара з охолоджувальною водою під час роботи. Резервуар з охолоджувальною водою відкачує повітря з вакуумної сушильної камери під дією вакуумного насоса. Волога, видалена з бульб рослин у вакуумній сушильній камері, потрапляє разом з повітрям у резервуар з охолоджувальною водою. Водяна пара у вологому повітрі охолоджується охолоджувальною водою та зріджується, залишаючись у резервуарі з охолоджувальною водою, що дозволяє досягти вакууму у вакуумній сушильній камері. Пристрій може забезпечити вакуумне сушіння бульб рослин з високою ефективністю сушіння та інтелектуальною роботою, що вирішує проблеми, порушені у вищезазначеній технології.

Для досягнення вищезазначеної мети корисна модель пропонує такі технічні рішення:

Пристрій для сушіння та зневоднення бульб рослин, що включає:

Сушильну камеру, вакуумну сушильну камеру, розташовану всередині сушильної камери, апаратну кімнату та диспетчерську, розташовані послідовно зверху вниз на правій стороні вакуумної сушильної камери всередині сушильної камери, а тепловідвідну сітку розташовано на правій панелі апаратної кімнати;

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		38

Нагрівальний механізм, який містить масив симетричних розсувних рейок, розташованих послідовно зверху вниз на лівій та правій внутрішніх стінках вакуумної сушильної камери, та монтажну стійку, розташовану між розсувними стійками, монтажна стійка має монтажний паз, а в монтажному пазу розташована інфрачервона нагрівальна лампа;

Вакуумний механізм, який містить вакуумний насос та резервуар для охолоджувальної води, розташовані на нижній плиті всередині приміщення для обладнання, випускна труба вакуумного насоса з'єднана з випускним отвором для повітря у верхній частині резервуара для охолоджувальної води, резервуар для охолоджувальної води має впускну трубу для повітря, вставлену з верхньої частини резервуара для охолоджувальної води та простягаючуся до нижньої частини резервуара для охолоджувальної води, на верхній частині впускної труби для повітря розташований трійник, а випускна труба, що простягається у вакуумну сушильну камеру, розташована на лівому кінці трійника.

Як бажане рішення, всередині резервуара для охолоджувальної води передбачено охолоджувальну воду, що не перевищує половини резервуара для охолоджувальної води, а у верхній половині резервуара для охолоджувальної води горизонтально розташована повітропроникна губчаста пластина, прикріплена до внутрішньої стінки резервуара для охолоджувальної води.

Як бажане рішення, група реле та група цифрових потенціометрів керування розташовані на нижній пластині всередині диспетчерської зліва направо, а контролер ПЛК розташований на правій внутрішній стіні диспетчерської, а лінії керування групи реле та групи цифрових потенціометрів керування відповідно підключені до контролера ПЛК.

Як бажане рішення, інфрачервона нагрівальна лампа підключена до відповідного цифрового потенціометра керування в групі цифрових потенціометрів керування через лінію, і кожна група цифрових

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		39

потенціометрів керування в групі цифрових потенціометрів керування відповідно підключена до відповідного реле в групі реле через лінію.

Як бажане рішення, напівпровідниковий охолоджувальний лист кріпиться до зовнішньої стінки резервуара для охолоджувальної води, а напівпровідниковий охолоджувальний лист підключений до відповідного реле в групі реле через лінію.

Як бажане рішення, на впускній трубі повітря, що проходить у резервуар для охолоджувальної води в нижній частині трійника, передбачено односторонній клапан, на правому кінці трійника передбачено трубу зворотного повітря, на трубі зворотного повітря передбачено клапан зворотного повітря, клапан зворотного повітря підключено до відповідного реле в групі реле через лінію, а вакуумний насос підключено до відповідного реле в групі реле через лінію.

Як бажане рішення, на розсувній рамі розміщено монтажну раму, а нижня пластина монтажної рами виготовлена з повітропроникної тканиної сітки з нержавіючої сталі.

Як бажане рішення, на передній стороні вакуумної сушильної камери передбачені дверцята, що відкриваються та закриваються, а на внутрішньому краю дверцят передбачена магнітна ущільнювальна стрічка.

Як бажане рішення, на внутрішній стінці дверцят зверху вниз передбачені датчик тиску та інфрачервоний датчик температури, а головка детектування інфрачервоного датчика температури розташована навпроти монтажної рами, а датчик тиску та інфрачервоний датчик температури відповідно підключені до інтерфейсу датчика контролера ПЛК через лінії.

З технічного рішення, наданого корисною моделлю, видно, що корисна модель пропонує пристрій для сушіння та зневоднення бульб рослин, який має такі корисні ефекти: завдяки встановленню висувної решітки у вакуумній сушильній камері сушильної коробки та встановленню інфрачервоної нагрівальної лампи на монтажній стійці, встановленій між висувними

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		40

решітками, бульби рослин, розміщені на рамі між висувними решітками, можуть нагріватися та сушитися, а встановлений вакуумний насос відсмоктує повітря з резервуара з охолоджувальною водою під час роботи, а резервуар з охолоджувальною водою відсмоктує повітря з вакуумної сушильної камери під дією вакуумного насоса, і волога, видалена з бульб рослин у вакуумній сушильній камері, потрапляє в резервуар з охолоджувальною водою разом з повітрям, а водяна пара у вологому повітрі після охолодження охолоджувальною водою зріджується та залишається в резервуарі з охолоджувальною водою, таким чином реалізуючи вакуум вакуумної сушильної камери. Пристрій може здійснювати вакуумне сушіння бульб рослин, має високу ефективність сушіння, інтелектуальну роботу, покращує ступінь сушіння бульб рослин, запобігає утворенню цвілі та псування під час зберігання, продовжує термін зберігання та покращує врожайність та вихід батату, що підходить для просування та використання.

Ілюстрації

Рисунок 15а – це схематична діаграма загальної структури пристрою для сушіння та зневоднення бульб рослин корисної моделі;

Рисунок 15б – це схематична діаграма поперечного перерізу пристрою для сушіння та зневоднення бульб рослин корисної моделі.

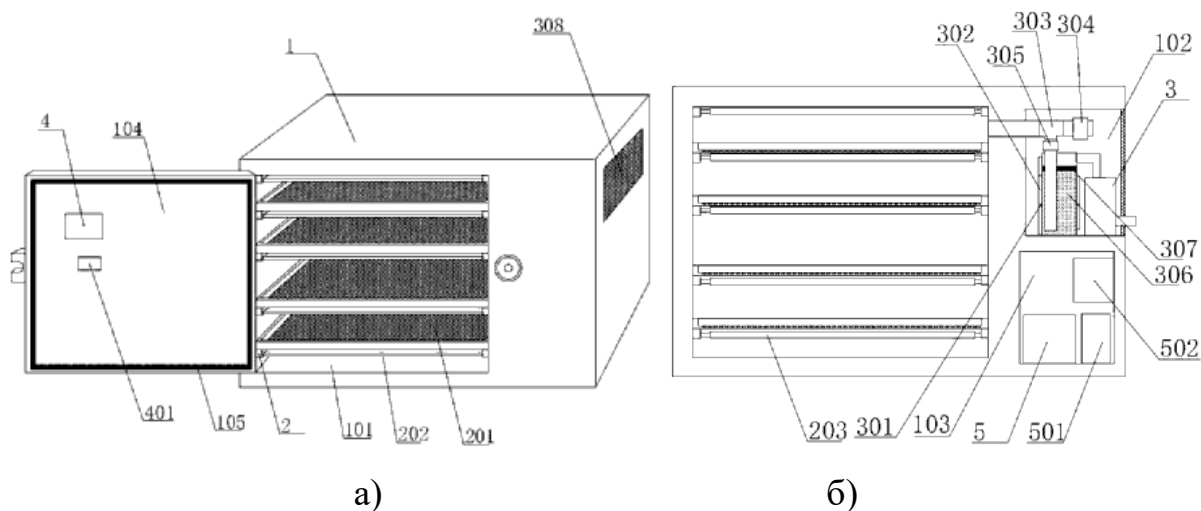


Рис. 15 – Схема установки для сушіння в ІЧ полі за патентом CN216363476.

На рисунку: 15а. Сушильна камера; 101. Вакуумна сушильна камера; 102. Кімната обладнання; 103. Кімната управління; 104. Двері коробки; 105. Магнітна ущільнювальна стрічка; 2. Розсувна стійка; 201. Рама для розміщення; 202. Монтажна стійка; 203. Інфрачервона нагрівальна лампа; 3. Вакуумний насос; 301. Бак для охолоджувальної води; 302. Напівпровідникова охолоджувальна пластина; 303. Триходовий; 304. Зворотний клапан; 305. Зворотний клапан; 306. Охолоджувальна вода; 307. Повітропроникна губчаста дошка; 308. Сітка для розсіювання тепла; 4. Датчик тиску; 401. Інфрачервоний датчик температури; 5. Група реле; 501. Група цифрових потенціометрів; 502. Контролер ПЛК.

Конкретний спосіб реалізації

Для кращого розуміння вищезазначеного технічного рішення, воно буде детально описано нижче разом із кресленнями та конкретними методами реалізації, наведеними у специфікації. Як показано на рисунках 1-2, варіант реалізації корисної моделі передбачає пристрій для сушіння та зневоднення бульб рослин, що включає:

Сушильну камеру 1, вакуумну сушильну камеру 101 розташовано всередині сушильної камери 1, а приміщення для обладнання 102 та кімната керування 103 розташовані послідовно зверху вниз на правій стороні вакуумної сушильної камери 101 всередині сушильної камери 1, тепловідвідну сітку 308 розташовано на правій бічній панелі приміщення для обладнання 102, релейну групу 5 та групу цифрових потенціометрів керування 501 розташовані на нижній плиті всередині кімнати керування 103 зліва направо, контролер PLC 502 розташований на правій внутрішній стінці кімнати керування 103, а лінії керування релейної групи 5 та групи цифрових потенціометрів керування 501 відповідно підключені до контролера PLC 502, раму розміщено на розсувній рамі 2, а нижня плита рами розміщення 201 виготовлена з повітропроникної тканини з нержавіючої сталі.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		42

Нагрівальний механізм, нагрівальний механізм включає масив симетричних розсувних рам 2, розташованих послідовно зверху вниз на лівій та правій внутрішніх стінках вакуумної сушильної камери 101, та монтажну рамку 202, розташовану між розсувними рамами 2, монтажна рама 202 має монтажний паз, а в монтажному пазу розташована інфрачервона нагрівальна лампа 203. Інфрачервона нагрівальна лампа 203 підключена до відповідного цифрового потенціометра керування в групі цифрових потенціометрів керування 501 через лінію, і кожна група цифрових потенціометрів керування в групі цифрових потенціометрів керування 501 відповідно підключена до відповідного реле в групі реле 5 через лінію.

Вакуумний механізм включає вакуумний насос 3 та резервуар для охолоджувальної води 301, розташований на нижній плиті всередині апаратного приміщення 102, випускна труба вакуумного насоса 3 з'єднана з випускним отвором для повітря у верхній частині резервуара для охолоджувальної води 301, а резервуар для охолоджувальної води 301 оснащений трубою для впуску повітря, вставленою з верхньої частини резервуара для охолоджувальної води 301 та простягаючоюся до нижньої частини резервуара для охолоджувальної води 301, а на верхній частині труби для впуску повітря передбачений трійник 305, а випускна труба, що простягається у вакуумну сушильну камеру 101, розташована на лівому кінці трійника 305, а охолоджувальна вода 306, що не перевищує половини резервуара для охолоджувальної води 301, розташована всередині резервуара для охолоджувальної води 301, а повітропроникна губчаста дошка 307, приклеєна до внутрішньої стінки резервуара для охолоджувальної води 301, розташована горизонтально у верхній половині резервуара для охолоджувальної води 301.

У вищезгаданому пристрої напівпровідниковий охолоджувальний лист 302 прикріплений до зовнішньої стінки. Бак охолоджувальної води 301 та

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		43

напівпровідниковий охолоджувальний лист 302 з'єднані з відповідним реле в групі реле 5 лінією.

У вищезгаданому пристрої односторонній клапан 305 передбачений на трубі впуску повітря, що проходить у бак охолоджувальної води 301 у нижній частині трійника 305, а труба зворотного повітря передбачена на правому кінці трійника 305, а на трубі зворотного повітря передбачений клапан зворотного повітря 304. Клапан зворотного повітря 304 з'єднаний з відповідним реле в групі реле 5 лінією, а вакуумний насос 3 з'єднаний з відповідним реле в групі реле 5 лінією.

У вищезгаданому обладнанні на передній стороні вакуумної сушильної камери 101 розташовані дверцята 104 для відкривання та закривання, на внутрішньому краю дверцят 104 розташована магнітна ущільнювальна стрічка 105, на внутрішній стінці дверцят 104 зверху вниз розташовані датчик тиску 4 та інфрачервоний датчик температури 401, головка детектування інфрачервоного датчика температури 401 розташована навпроти рамки розміщення 201, а датчик тиску 4 та інфрачервоний датчик температури 401 відповідно підключені до інтерфейсу датчика контролера PLC 502 за допомогою ліній.

Корисна модель являє собою пристрій для сушіння та зневоднення бульб рослин. Встановивши висувну стійку у вакуумній сушильній камері сушильної коробки, інфрачервона нагрівальна лампа встановлюється на монтажній стійці, встановленій між висувними стійками, і бульби рослин, розміщені на рамі між висувними стійками, можуть нагріватися та сушитися. Встановлений вакуумний насос відкачує повітря з резервуара з охолоджувальною водою під час роботи. Резервуар з охолоджувальною водою відкачує повітря з вакуумної сушильної камери під дією вакуумного насоса. Волога, видалена з бульб рослин у вакуумній сушильній камері, потрапляє разом з повітрям у резервуар з охолоджувальною водою. Водяна пара у вологому повітрі після охолодження охолоджувальною водою

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		44

перетворюється на рідкий стан і залишається в резервуарі з охолоджувальною водою, що забезпечує вакуум вакуумної сушильної камери. Пристрій може здійснювати вакуумне сушіння бульб рослин, має високу ефективність сушіння, інтелектуальну роботу та підходить для реклами та використання. Втілення корисної моделі буде детальніше описано разом із супровідними кресленнями нижче:

Будь ласка, зверніться до рисунків 1-2, на яких зображено сушильну камеру 1, вакуумну сушильну камеру 101, розташовану всередині сушильної камери 1, а також кімнату з обладнанням 102 та кімнату керування послідовно розташовані зверху вниз на правій стороні вакуумної сушильної камери 101 всередині сушильної камери 1. 103, тепловідвідна сітка 308 розташована на правій бічній панелі кімнати з обладнанням 102, група реле 5 та група цифрових потенціометрів керування 501 розташовані на нижній пластині всередині кімнати керування 103 зліва направо, контролер PLC 502 розташований на правій внутрішній стінці кімнати керування 103, а лінії керування групи реле 5 та групи цифрових потенціометрів керування 501 підключені до контролера PLC 502 відповідно, рамка розміщення 201 розміщена на розсувній рамі 2, а нижня пластина рамки розміщення 201... являє собою повітропроникну тканину сітку з нержавіючої сталі, а ліва та права внутрішні стінки вакуумної сушильної камери 101 розташовані послідовно зверху вниз. Є кілька симетричних розсувних стійок 2, монтажна стійка 202 розташована між розсувними стійками 2, монтажний паз розташований на монтажній стійці 202, інфрачервона нагрівальна лампа 203 розташована в монтажному пази, інфрачервона нагрівальна лампа 203 підключена до відповідного цифрового керованого потенціометра в цифровій групі потенціометрів 501 через лінію, кожна група цифрових керованих потенціометрів у цифровій групі потенціометрів 501 відповідно підключена до відповідного реле в групі реле 5 через лінію, а вакуумний насос 3 та резервуар для охолоджувальної води 301 розташовані на нижній плиті

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		45

всередині апаратного приміщення 102 послідовно зліва направо, а вихлопна труба вакуумного насоса 3 підключена до резервуара для охолоджувальної води 301. Резервуар для охолоджувальної води 301 оснащений трубою для впуску повітря, яка вставлена зверху резервуара для охолоджувальної води. 301 і простягається до дна резервуара для охолоджувальної води 301; трійник 303 розташований у верхній частині труби для впуску повітря; всмоктувальна труба, яка простягається у вакуумну сушильну камеру 101, розташована на лівому кінці трійника 303; охолоджувальна вода 306, яка не перевищує половини резервуара для охолоджувальної води 301, розташована всередині резервуара для охолоджувальної води 301; повітропроникна губчаста дошка 307, яка приклеєна до внутрішньої стінки резервуара для охолоджувальної води 301, розташована горизонтально у верхній половині внутрішньої частини резервуара для охолоджувальної води 301.

Патент на корисну модель CN216776047 «Інфрачервона сушильна машина безперервної дії для фруктів та овочів»

Корисна модель стосується інфрачервоної сушарки, зокрема інфрачервоної сушарки безперервної дії для фруктів та овочів [5].

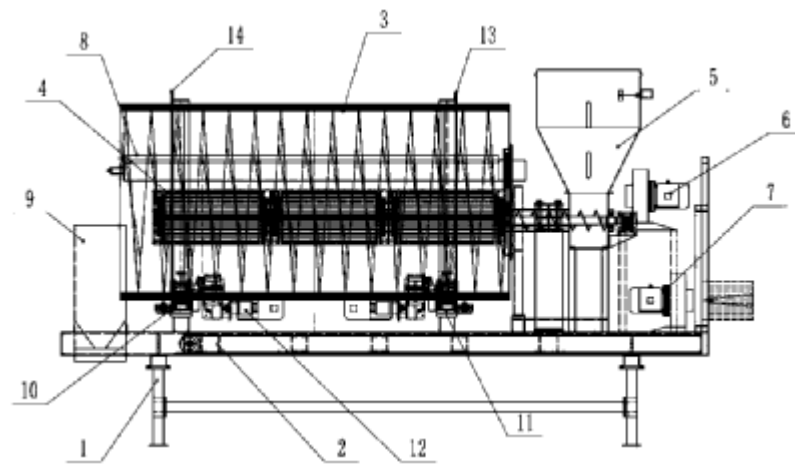
Зміст корисної моделі

Технічна проблема, яку має вирішити корисна модель: для забезпечення безперервного інфрачервоного сушіння для фруктів та овочів ефект розсіювання тепла інфрачервоною нагрівальною лампою інфрачервоної сушарки є більш рівномірним.

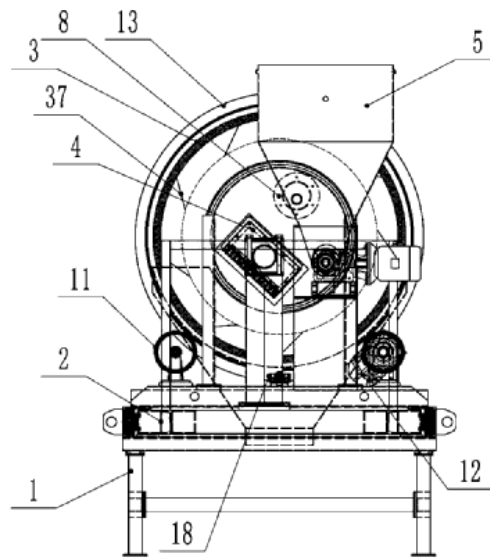
Опис креслень

Нижче наведено подальший опис корисної моделі разом із кресленнями та варіантами реалізації. Рисунок 16а – схематична діаграма бічної конструкції варіанту реалізації корисної моделі; Рисунок 16б – вид справа на Рисунок 16а.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		46



а)



б)

Рис. 16 – Схема інфрачервоної сушильної машини безперервної дії за патентом CN216776047.

На рисунку 16: 1, нерухома основа; 2, розсувний кронштейн; 3, бочка; 31, корпус бочки; 32, ізоляційний шар; 33, металева обшивка середньої секції; 34, металева обшивка нижньої секції; 35, ущільнювальна пластина; 36, опора третього опорного кільця; 37, спіральна лопатка для перемішування; 4, вузол світлового короба; 41, труба для впуску повітря; 42. Корпус короба; 43. Труба розподілу повітря; 431. Отвір для розподілу повітря; 432. Дефлектор; 44. Інфрачервона нагрівальна лампа; 45. Патрон лампи; 46. Повітряна камера; 47. Камера охолодження повітря; 48. Повітрярозподільна пластина; 481.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		47

Корпус з'єднувальної пластини; 482. Корпус повітрязабірної пластини; 483. Розподільний отвір; 49. Перехідне з'єднувальне сидіння; 491. Горизонтальне з'єднувальне сидіння; 492. Бічне з'єднувальне сидіння; 493. Горизонтальна верхня монтажна рейка; 494. Горизонтальна нижня монтажна рейка; 495, середня горизонтальна напрямна рейка; 410, горизонтальна спечена керамічна діафрагма; 4101, горизонтальні верхні повзуни; 4102, середні горизонтальні повзуни; 411, вертикальна спечена керамічна діафрагма; 4111, горизонтальні нижні повзуни; 5, пристрій подачі; 6, витяжний вентилятор; 7, вентилятор подачі повітря; 8, витяжна труба; 9, розвантажувальний бункер; 10, опорний ролик за потоком; 11, опорний ролик за потоком; 12, серводвигун; 13, опорне кільце за потоком; 14, опорне кільце за потоком; 15, кріпильне кріплення світлового короба; 16, обруч; 17, обмежувальне колесо за потоком; 18, обмежувальне колесо за потоком; 141, з'єднувальна кільцева пластина; 142, зовнішній опорний циліндр; 143, циліндр; 144, з'єднувальна пластина; 145, корпус першого опорного кільця; 146, корпус другого опорного кільця; 147, порожнистий отвір. Конкретний спосіб реалізації Корисна модель детальніше описана за допомогою конкретних варіантів реалізації. Як показано на рисунку 16, інфрачервона сушарка для фруктів та овочів безперервної дії включає нерухому основу машини 1, барабан 3, встановлений з можливістю обертання на нерухомій основі машини 1, на передньому кінці барабана 3 передбачено отвір для подачі, на нерухомій основі машини 1 встановлено пристрій для подачі 5, а пристрій для подачі 5 включає бункер для подачі та шнековий живильник, що зручно для подачі фруктів та овочів. Звичайно, пристрій для подачі 5 також може автоматично подавати фрукти та овочі у вигляді жолоба, на нижньому кінці барабана 3 передбачено вихідний отвір, на нерухомій основі машини 1 передбачено розвантажувальний бункер 9, з'єднаний з вихідним отвором, у барабані 3 передбачено спіральну лопатку для перемішування 37, а барабан 3 приводиться в рух обертовим силовим пристроєм. У цьому варіанті

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

виконання, як показано на рисунку 16, на нерухомій основі машини 1 розташовані пара опорних роликів, розташованих вище за течією 11, та пара опорних роликів, розташованих нижче за течією 10, а опорне кільце, розташоване вище за течією 13, та опорне кільце, розташоване нижче за течією 14, закріплені на зовнішній периферії барабана 3. Опорне кільце, розташоване вище за течією 13, та опорне кільце, розташоване нижче за течією 14, підтримуються відповідно опорним роликом, розташованим вище за течією 11, та опорним роликом, розташованим нижче за течією 10. Опорне кільце, розташоване вище за течією 13, та опорне кільце, розташоване нижче за течією 14, мають конструкцію для розсіювання тепла. Обертовий силовий пристрій з'єднаний з одним з опорних роликів, розташованих вище за течією 11, та/або одним з опорних роликів, розташованих нижче за течією 10, за допомогою передачі. Вищезгадана конструкція теплорозсіювання може забезпечити кращий відвід тепла опорним кільцем 13, розташованим вище по потоку, та опорним кільцем 14, розташованим нижче по потоку, зменшити деформацію опорного кільця 13, розташованого вище по потоку, та таким чином забезпечити довготривале стабільне обертання циліндра 3. У цьому варіанті реалізації також бажано, щоб опорне кільце 13, розташоване вище по потоку, та опорне кільце 14, розташоване нижче по потоку, мали однакову конструкцію. Опорне кільце 13, розташоване вище по потоку, містить з'єднувальну кільцеву пластину 141. Одна сторона з'єднувальної кільцевої пластини 141 закріплена концентрично розташованою зовнішньою опорною трубкою 142 та внутрішньою монтажною трубкою. З'єднувальна кільцева пластини 141 має кілька порожнистих отворів 147. Порожністі отвори 147 розташовані між зовнішньою опорною трубкою 142 та внутрішньою монтажною трубкою, утворюючи конструкцію теплорозсіювання. Внутрішня монтажна труба містить циліндр 143. Один кінець циліндра 143 має позиціонувальний сходинок, яка вставляється в кільцевий отвір сполучної кільцевої пластини 141. Сполучна пластини 144 приварена до зовнішньої

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		49

сторони циліндра 143. Сполучна пластина 144 та сполучна кільцева пластина 141 знімно закріплені болтами. Зовнішній кінець сполучної пластини 144 приварений до першого опорного кільцевого корпусу 145. Під час складання внутрішню монтажну трубу та сполучну кільцеву пластину 141 можна спочатку роз'єднати, щоб зручно зварити внутрішню монтажну трубу зі стволом 3, а потім зібрати їх разом, що спростить складання. Ствол 3 містить металевий корпус ствола 31, який вставляється у внутрішній отвір внутрішнього монтажного ствола та зварюється один з одним. Зовнішня частина корпусу ствола 31 обгорнута шаром теплоізоляції 32, а зовнішня частина шару теплоізоляції 32 обгорнута трьома секціями металевої обшивки, причому середня секція металевої обшивки 33 підтримується першим опорним кільцем 145 вищерозміщеного опорного кільця 13 та нижчерозміщеного опорного кільця 14, а друге опорне кільце 146 приварене до іншого боку з'єднувальної кільцевої пластини 141. Два кінці корпусу ствола 31 зварені з ущільнювальною пластиною 35, а одна сторона ущільнювальної пластини 35 приварена до третього опорного кільця, а металева обшивка 34 у вищерозміщеній та нижчерозміщеній секціях підтримується другим опорним кільцем 146 та третім опорним кільцем 36 відповідно. Отже, конструкція ствола 3 є розумною, корпус ствола 31 можна добре зварити та закріпити до внутрішнього монтажного ствола, а шар теплоізоляції 32 добре огортає корпус ствола 31, а зовнішня частина обгорнута металевою обшивкою, загальна зовнішня частина акуратніша, а металева обшивка розташована секціями, що зручно для зварювання та складання. Ротаційний силовий пристрій містить два серводвигуни 12, які керуються синхронним контролером для синхронної роботи. Два серводвигуни 12 відповідно з'єднані з одним з опорних роликів, що знаходяться вище за течією 11, та одним з опорних роликів, що знаходяться нижче за течією 10. Обертний силовий пристрій використовує два серводвигуни 12 для приводу опорного ролика, що знаходиться вище за

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		50

течією 11, та опорного ролика, що знаходиться нижче за течією 10, відповідно, та використовує синхронний контролер для керування синхронною роботою, щоб забезпечити максимально можливе обертання барабана опорного ролика, що знаходиться вище за течією 11, та опорного ролика, що знаходиться нижче за течією 10, зменшити похибку передачі та забезпечити стабільність обертання барабана 3. Вперед та вниз за течією сторони барабана 3 на нерухомій основі 1 мають відповідно обмежувальну конструкцію, що знаходиться вище за течією, та обмежувальну конструкцію, що знаходиться нижче за течією. Обмежувальна конструкція, що знаходиться вище за течією, та обмежувальна конструкція, що знаходиться нижче за течією, є однаковими. Обмежувальна конструкція, розташована вище за течією, включає опору, розташовану вище за течією, на якій встановлено обмежувальне колесо 18, що обертається навколо вертикальної осі, і обмежувальне колесо 18, що знаходиться вище за течією, контактує та взаємодіє з торцевою поверхнею ствола 3. Обмежувальна конструкція, розташована нижче за течією, включає опору, розташовану нижче за течією, на якій встановлено обмежувальне колесо 17, що обертається навколо вертикальної осі, і обмежувальне колесо 17, що знаходиться нижче за течією, контактує та взаємодіє з торцевою поверхнею ствола 3. Завдяки використанню обмежувальних конструкцій, розташованих вище за течією, та обмежувальних конструкцій, що знаходяться нижче за течією, осьове положення ствола 3 може бути добре обмежене, і тоді зовнішня опорна труба 142 не потребує осьової обмежувальної конструкції, завдяки чому опорне кільце 13, розташоване вище за течією, та опорне кільце 14, що знаходиться нижче за течією, можуть краще розсіювати тепло. Як показано на рисунку 16, ковзний кронштейн 2 ковзно встановлений на нерухомій основі машини 1, і ковзний кронштейн 2 також є рамною конструкцією. Кріплення 15 світлового короба закріплене на розсувному кронштейні 2, а вузол світлового короба 4 знімно закріплений на гнізді 15 кріплення світлового короба. Вузол

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		51

світлового короба 4 вставлений у ствол 3. На нерухомій основі машини 1 встановлено вихлопну трубу 8 для всмоктування ствола 3. Вихлопна труба 8 підключена до вихлопної системи. Витяжна система включає витяжний вентилятор 6, який закріплений на нерухомій основі машини 1. У цьому варіанті виконання світловий короб 4 містить прямокутний корпус 42, нижній кінець корпусу 42 відкритий та похилий, на корпусі 42 розташована повітряна камера 46, на одному кінці корпусу 42 закріплена труба впуску повітря 41, з'єднана з повітряною камерою 46, а труба впуску повітря 41 вузла світлового короба 4 закріплена на місці кріплення світлового короба 15 за допомогою затискача 16, вентилятор подачі повітря 7 встановлений на розсувному кронштейні 2, вихідний отвір для повітря з позитивним тиском вентилятора подачі повітря 7 з'єднаний з трубою впуску повітря 41, розподільна труба повітря 43, з'єднана з трубою впуску повітря 41, закріплена в повітряній камері 46, а розподільна труба повітря 43 забезпечена газорозподільною трубою 43, з'єднаною з повітряною камерою 46, з'єднаною з отвором для розподілу повітря 431, корпус 42. забезпечений повітророзподільною пластиною 48 під повітророзподільною трубою 43, повітророзподільна пластина 48 забезпечена кількома розподільними отворами 483, повітророзподільна пластина 48 забезпечена камерою повітряного охолодження 47, оточеною ізолюваною розподільною пластиною потоку під повітророзподільною пластиною 48, ізолювана розподільна пластина потоку рівномірно забезпечена отворами для виходу повітря, корпус коробки 42 забезпечений кількома інфрачервоними нагрівальними лампами 44, а інфрачервоні нагрівальні лампи 44 розташовані в камері повітряного охолодження 47. При цьому поперечний переріз повітророзподільної труби 43 є багатокутником, бажано правильним шестикутником, два кінці повітророзподільної труби 43 відповідно закріплені на стінці повітряної камери 46, верхній кінець повітророзподільної труби 43 забезпечений повітророзподільним отвором 431, нижній кінець

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

повітророзподільної труби 43 є площиною та закріплений на повітророзподільній пластині 48, а в повітророзподільній трубі 43 нижче за течією від кожного розподільного отвору повітря передбачена перегородка 432. отвір 431, а площа перегородки 432 менша за площу поперечного перерізу повітророзподільної труби 43. Тому повітророзподільний отвір 431 розташований у верхньому кінці, і повітряний потік спочатку спрямовується вгору, а потім вниз, завдяки чому повітряний потік є більш рівномірним. Водночас, багатокутну повітророзподільну трубу 43 зручніше міцно з'єднати з повітророзподільною пластиною 48. Перегородка 432 може ефективно блокувати газ, що потрапляє в повітророзподільну трубу 43, завдяки чому він може плавніше витікати з повітророзподільного отвору 431. Повітророзподільна пластина 48 включає корпус з'єднувальної пластини 144 481 та корпус повітророзподільної пластини 482, розташовані з обох боків корпусу з'єднувальної пластини 144 481. Корпус повітророзподільної пластини 482 утворює тупий кут зі з'єднувальною пластиною 144 481. Край корпусу повітророзподільної пластини має з'єднувальний згин. На корпусі повітророзподільної пластини 482 вздовж напрямку довжини розташовано кілька розподільних отворів 483. Отвір розподільного отвору 483 поблизу сторони впускної труби повітря 41 більший, ніж отвір розподільного отвору 483 з боку від впускної труби повітря 41. З'єднувальна пластина 144 корпусу 481 на повітророзподільній пластині 48 зручна для кріплення з повітророзподільною трубою 43, а різні отвори розподільних отворів 483 можуть ефективно розподіляти тиск повітря, тим самим балансує різницю тиску вітру в різних положеннях, спричинену одностороннім впуском повітря, завдяки чому об'єм повітря та швидкість вітру від виходу повітря є більш рівномірними. Теплоізоляційна пластина для вирівнювання потоку являє собою спечену керамічну діафрагму. Спечена керамічна діафрагма, що утворює камеру повітряного охолодження 47, включає горизонтальну спечену керамічну діафрагму 410 та вертикальну спечену керамічну

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

діафрагму 411, розташовані по обидва боки горизонтальної спеченої керамічної діафрагми 410. Ліва та права сторони горизонтальної спеченої керамічної діафрагми 410 оснащені горизонтальним верхнім ковзним пазом 4101, а нижня частина вертикальної спеченої керамічної діафрагми 411 оснащена горизонтальним нижнім ковзним пазом 4111. Перехідне з'єднувальне гніздо 49 закріплено під повітряно-вирівнювальною пластиною 48, а на перехідному з'єднувальному гнізді 49 передбачені дві горизонтальні верхні монтажні рейки 493 та дві горизонтальні нижні монтажні рейки 494. Горизонтальний верхній ковзний паз 4101 горизонтальної спеченої керамічної діафрагми 410 встановлено на горизонтальній верхній монтажній рейці 493. Горизонтальний нижній ковзний паз 4111 під... Вертикальна спечена керамічна діафрагма 411 встановлена на горизонтальній нижній монтажній рейці 494. Перехідне з'єднувальне гніздо 49 включає горизонтальне з'єднувальне гніздо 491, закріплене в корпусі коробки 42. Патрон лампи 45 інфрачервоної нагрівальної лампи 44 закріплений на обох кінцях горизонтального з'єднувального гнізда 491. Бічне з'єднувальне гніздо 492 знімно закріплене з обох боків горизонтального з'єднувального гнізда 491. Верхня горизонтальна монтажна рейка 493 розташована з обох боків горизонтального з'єднувального гнізда 491. Кожне бічне з'єднувальне гніздо 492 оснащено горизонтальною нижньою монтажною рейкою 494. Встановлення спеченої керамічної діафрагми є зручнішим і може краще оточувати повітряно-охолоджувану камеру 47. Для кращого закріплення горизонтальної спеченої керамічної діафрагми 410, горизонтальне з'єднувальне гніздо 491 також оснащено проміжною горизонтальною напрямною рейкою 495, а горизонтальна спечена керамічна діафрагма 410 оснащена... проміжний горизонтальний паз ковзання 4102, адаптований до проміжної горизонтальної напрямної рейки 495. Інфрачервона сушарка в цьому варіанті виконання може не тільки виконувати безперервне сушіння фруктів та овочів, але й використовуватися для інфрачервоного сушіння

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

зерна або пластикових частинок. Вищезазначені варіанти виконання є лише описами переважного варіанту реалізації цього винаходу та не призначені для обмеження обсягу його застосування. Не відхиляючись від конструктивної суті цього винаходу, різні модифікації та зміни, внесені до технічного рішення цього винаходу, повинні підпадати під обсяг захисту, визначений пунктами формули винаходу.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

4. ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

В результаті проведеного аналізу патентних джерел було виявлено, що технологіями сушіння в інфрачервоному полі досить активно займаються. Однак високі температури обробки, періодичність дії та вибірковість щодо оброблюваної сировини дещо зменшує їх перспективи використання у виробництві.

В зв'язку із цим, було запропоновано конструкцію стрічкової інфрачервоної сушарки, яка б дала змогу регулювати термічне навантаження на сировину за рахунок зміни швидкості руху стрічки та потужності ІЧ генераторів.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

5. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШАРКИ

5.1. Найменування і галузь застосування результатів розробки.

5.1.1. Найменування: «Конструкція інфрачервоної сушарки».

5.1.2. Галузь застосування: харчова промисловість (технології сушіння, харчових концентратів та консервування).

5.2. Мета і призначення розробки.

5.2.1. Мета:

Створення обладнання для виробництва сушеної продукції з харчової сировини.

5.2.2. Призначення: підвищення якості сушеної продукції з харчової сировини, а також з відходів виробництв харчової галузі.

5.2.3. Технічне завдання не містить відомостей, заборонених до відкриття опублікування.

5.3. Основні вузли та системи установки.

5.3.1. Сировина:

- харчова сировина (харчові відходи).

5.3.2. Джерела енергії – інфрачервоні генератори.

5.3.4. Система подачі сировини – стрічковий транспортер.

5.3.5. Системи контролю та реєстрації:

- витрати початкової сировини та готової продукції;
- температури початкової сировини та готової продукції;
- потужності ІЧ генераторів.

5.3.6. Системи автоматичного управління: робочими циклами апарату (регулювання часу дії інфрачервоного поля).

5.3.7. Системи аварійного відключення апарату:

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		57

- при відсутності мінімально допустимого рівня сировини на стрічці;
- при перевищенні температури сировини.

5.4. Технічні вимоги.

5.4.1. Інфрачервона сушарка має забезпечити підвищення якості сушеної продукції, зменшення витрат енергії, скорочення часу процесу та зменшення температури сушіння.

5.4.2. Робочий цикл: завантаження початкової сировини на стрічку транспортера – підведення інфрачервоної енергії – витримка необхідного проміжку часу – відключення інфрачервоної енергії – вивантаження готової продукції.

5.4.3. Тип установки модульний із горизонтальним транспортером.

Продуктивність: до 50 кг сировини на годину.

5.4.4. Електрична потужність установки: 1,1 – 3,3 кВт.

5.4.5. Електрична мережа: 220В, 50 Гц.

5.4.6. Охолодження силової електроніки: автономне, повітряне.

5.4.7. Температура сировини на виході із установки: не більше 70°C.

5.4.8. Управління режимом роботи: автоматичне.

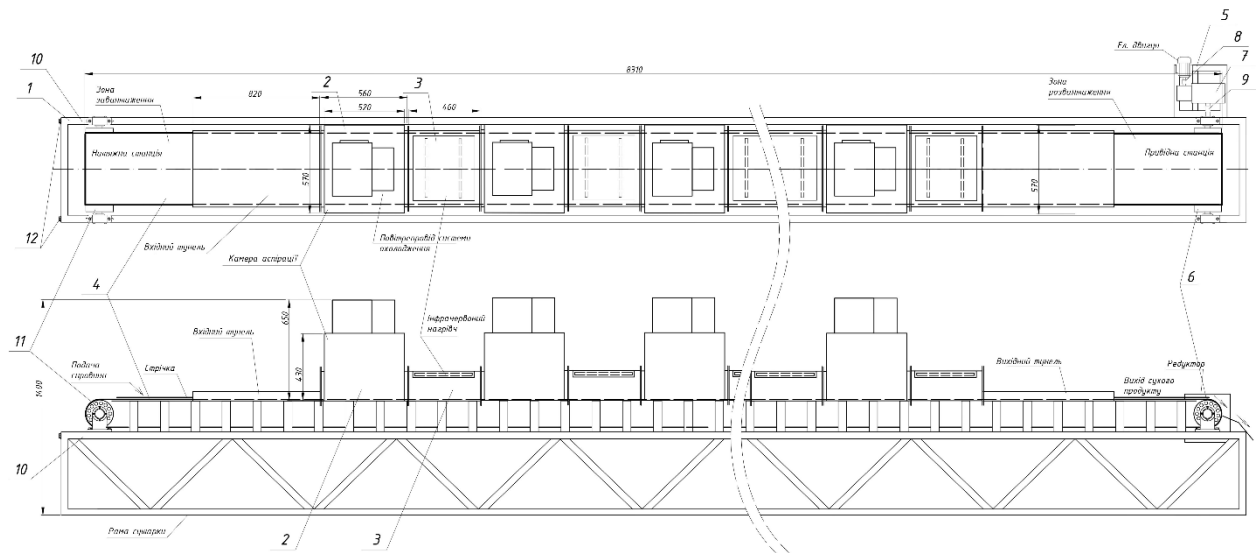
5.4.9. Оптимізація режиму роботи установки: періодичне (не більше ніж раз за годину) корегування параметрів налаштувань блоків управління ПЧ генераторами в залежності від характеристик сировини.

5.4.10. Вимоги щодо обслуговування: доступ до системи із силовою електронікою дозволяється лише виключно підготовленому, висококваліфікованому фахівцю.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

6. ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШАРКИ

Розроблена конструкція інфрачервоної сушарки зображена на рисунку 17.



1 – станина, 2 – камера аспірації, 3 – ІЧ камера, 4 – стрічка, 5 – привідна станція, 6 – барабан привідний, 7 – редуктор, 8, 9 – муфти жорсткі, 10 – натяжна станція, 11 – барабан натяжний, 12 – пристрій натяжний

Рис. 17 – Схема розробленої інфрачервоної сушарки.

Принцип роботи наступний. Сировина подається на стрічку, яка транспортує її до ІЧ камери. ІЧ випромінювання взаємодіє з вологою в матеріалі та призводить до її вилучення. Волога, що була видалена з сировини, через камеру аспірації видаляється до навколишнього середовища за допомогою вентилятора. Сировина проходить 5 (п'ять) таких зон, після чого готовий висушений продукт вивантажується зі стрічки сушарки для подальших маніпуляцій (фасування, пакування тощо).

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк. 59
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШАРКИ

7.1. Розрахунок параметрів стрічкового конвеєра.

Параметри стрічкового конвеєра визначаються за вихідними даними:

- призначення: транспортування харчової рослинної сировини з максимальним питомим навантаженням на стрічку до 4,0 кг/м².
- характеристика вантажу: рослинна сировина (різані фрукти та овочі) розміщеної тонким рівномірним шаром з висотою насипу до 20 мм.
- режим роботи: постійний, з регулюванням швидкості руху стрічки.
- схема транспортування вантажу: лінійна, горизонтальна.
- швидкість руху стрічки: 0–0,05 м/с.
- геометричні розміри конвеєра: ширина – 0,50 м, довжина – 8,3 м.

Продуктивність конвеєра Q залежить від погонного навантаження сировини, що транспортується G , і швидкості V .

$$Q = 3,6 \cdot G \cdot V, \text{ кг/год} \quad (1)$$

Тоді максимальна продуктивність становитиме:

$$Q = 3,6 \cdot 4 \cdot 0,05 = 0,72 \text{ т/год}$$

Згідно з стандартом швидкість стрічки V має вибиратися з наступного ряду: 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3. Відхилення швидкостей допускається не більше +10%. Короткі конвеєри повинні мати меншу швидкість, ніж довгі та магістральні, для яких доцільне застосування підвищених швидкостей. Проте у харчовій промисловості, якщо конвеєри використовуються не тільки для транспортування вантажу, а і для виконання технологічних операцій, швидкість може бути меншою за 0,25 м/с.

Визначення основних параметрів барабанів.

При проектуванні конвеєра рекомендується розміри приводного барабана приймати в залежності від ширини та номінальної міцності стрічки.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		

Отриманий діаметр барабана округляють до стандартного найближчого значення.

Довжина барабана вибирається залежно від ширини стрічки:

$$L = B + (100 - 200), \text{ мм} \quad (2)$$

Тоді,

$$L = 500 + 100 = 600 \text{ мм}$$

Відстань між втулками зазвичай приймається:

$$K = 0,7 \cdot L = 0,7 \cdot 600 = 420 \text{ мм} \quad (3)$$

Товщина ободу барабана визначається за формулою:

$$\delta_{об} = 0,005 \cdot D + (4 \dots 5) = 0,005 \cdot 200 + 5 = 1,025 \text{ мм} \quad (4)$$

7.2. Розрахунок приводу.

Відомо, що конвеєр має періоди сталого та несталого періоду руху. До несталого періоду, відноситься пуск і гальмування конвеєра. Ці періоди короткочасні, однак, при пуску виникають найбільші навантаження, які складаються з опорів і динамічних сил інерції поступово і обертових мас елементів конвеєра, з'єднаних пружними зв'язками. При пуску електродвигуна пружні зв'язки деформуються, і в системі конвеєра виникають коливання.

Так як у момент пуску конвеєра момент на барабані максимальний, тому з урахуванням динамічного навантаження визначимо момент на валу приводного барабана:

$$M_{\delta} = \frac{p_n \cdot D_{\delta}}{2} = \frac{133 \cdot 0,2}{2} = 13,3 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (5)$$

Визначимо кутову швидкість приводного барабана:

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot V}{\pi \cdot D_{\delta}} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 0,05}{3,14 \cdot 200} = 4,8 \text{ об/хв} \quad (6)$$

Тоді потужність на приводному барабані дорівнює:

$$N_{\delta} = \frac{M_{\delta} \cdot \pi \cdot n_{\delta}}{30} = \frac{133 \cdot 3,14 \cdot 4,8}{30} = 0,7 \text{ кВт} \quad (7)$$

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		61

Для електромеханічного приводу конвеєра приймаємо редуктор черв'ячний двоступінчастий типу Ч2 і задаємося синхронною частотою обертання валу електродвигуна: $n_c = 1500$ об/хв. Визначимо загальне передавальне число приводу.

$$U_{np} = \frac{n_c}{n_6} = \frac{1500}{4,8} = 315 \quad (8)$$

Визначимо загальний ККД приводу:

$$\eta_{np} = \eta_{zn}^2 \cdot \eta_{нк}^3 \cdot \eta_{кш} \quad (9)$$

де $\eta_{нк}$ – ККД підшипників кочення,

η_{zn} – ККД закритої черв'ячної передачі,

$$\eta_{np} = 0,95^2 \cdot 0,97^2 = 0,85$$

Визначимо розрахункову потужність електродвигуна:

$$N_{el} = \frac{N_n}{\eta_{np}} = \frac{0,7}{0,85} = 0,82 \text{ кВт} \quad (10)$$

Вибираємо трифазний асинхронний короткозамкнутий електродвигун 4АМ80А4 з параметрами: потужність $N_{el} = 1,1$ кВт; синхронна частота обертання $n_c = 1500$ об/хв [6].

Вибираємо редуктор черв'ячний двоступінчастий типу Ч2-40 з передавальним числом $u_p^{cm} = 315$ та моментом на тихохідному валу $M_{тв}^p = 28$ Н·м [7].

7.3. Розрахунок на міцність.

Діаметр валу привідного барабану $d = 28$ мм, загальна довжина жорсткої з'єднуючої муфти складає 120 мм, відповідно її половина складе $L = 60$ мм; обертальний момент на тихохідному (вихідному) валу редуктора $T = 28$ Н·м; матеріал валу – сталь 45; матеріал муфти – сталь 45Х.

Приймаємо матеріал для шпонки – сталь 45.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		62

Відповідно до діаметра валу d (за ГОСТ 23360-78) приймаємо призматичну шпонку з розміром перерізу $b \times h$.

При $d = 28$ мм

$$b \times h = 8 \times 7 \text{ мм}$$

де b – ширина шпонки, 8 мм;

h – висота шпонки, 7 мм.

Визначаємо довжину шпонки.

Довжина шпонки l повинна бути на 5-10 мм меншою довжини валу, що контактує з муфтою. Довжина половини муфти складає $L = 60$ мм. Приймаємо довжину шпонки (по ГОСТ 23360-78) $l = 50$ мм.

Перевіримо вибрані параметри шпонки на зминання бічних сторін.

$$\sigma = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma_\zeta] \quad (11)$$

де t_1 – величина заглиблення шпонки у вал, мм за ГОСТ 23360-78, $t_1 = 4$ мм;

l_p – робоча довжина шпонки, мм;

$[\sigma_\zeta]$ – допустиме напруження на зминання, залежне від прийнятого матеріалу муфти.

Робоча довжина шпонки залежить від форми шпонки:

$l_p = l$ – для шпонки з плоскими торцями;

$l_p = l - 0,5 \cdot b$ – для шпонки з одним округлим і іншим плоским торцем;

$l_p = l - b$ – для шпонки з округлими торцями.

Допустиме напруження на зминання при постійному навантаженні з'єднання сталевого валу і шпонки залежно від матеріалу маточини приймають наступним:

При сталевій маточині $[\sigma_\zeta] = 100 \dots 150 \text{ Н/мм}^2$;

При чавунній і алюмінієвій $[\sigma_\zeta] = 60 \dots 90 \text{ Н/мм}^2$;

При текстолітовій і з деревопластика $[\sigma_\zeta] = 15 \dots 25 \text{ Н/мм}^2$;

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		63

Приймаємо призматичну шпонку з округлими торцями.

Визначаємо робочу довжину шпонки: $l_p = l - b = 50 - 8 = 42$ мм

Приймаємо $[\sigma_\varsigma] = 150$ Н/мм²

$$\sigma = \frac{2 \cdot 28 \cdot 10^3}{28 \cdot 42 \cdot (7 - 4)} = 15,9 \leq 150 \text{ Н/мм}^2$$

Отримуємо $\sigma = 15,9$ Н/мм², що значно менше допустимих 150 Н/мм².

Тобто умова міцності шпонки на зминання виконується.

Остаточно приймаємо до використання призматичну шпонку з округлими кряями 50x8x7 відповідно стандарту.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
						64
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

8. ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З ІНФРАЧЕРВОНОЮ СУШАРКОЮ

Інструкція з охорони праці під час роботи з інфрачервоною сушаркою повинна включати загальні вимоги, вимоги перед початком роботи, під час роботи, в аварійних ситуаціях та після закінчення роботи. Особливу увагу слід приділити безпеці при роботі з електроустаткуванням, нагрівальними елементами та уникненні опіків. Також необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки та не допускати попадання вологи на електрообладнання.

Загальні вимоги охорони праці

Працівники мають бути ознайомлені з інструкцією з охорони праці та пройти відповідний інструктаж.

Працівники мають бути забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту.

Робоче місце має бути чистим, добре освітленим і не захаращеним.

Необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки.

Не допускати на робоче місце сторонніх осіб.

Вимоги охорони праці перед початком роботи

Перевірити справність інфрачервоної сушарки, відсутність пошкоджень кабелю живлення, виделки, корпусу та нагрівальних елементів.

Переконатися у наявності та справності заземлення.

Перевірити наявність та справність засобів пожежогасіння.

Переконатися у відсутності сторонніх предметів на робочому місці та навколо сушарки.

Не розпочинати роботу, якщо виявлено несправності.

Вимоги охорони праці під час роботи

Не торкайтеся нагрівальних елементів сушарки під час роботи.

Не залишайте інфрачервону сушарку без нагляду під час роботи.

Не допускати попадання вологи на електрообладнання сушарки.

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		65

Не перевантажувати сушарку матеріалами для сушіння.

Не використовувати сушарку для сушіння матеріалів, не призначених для цього.

Не працювати поблизу легкозаймистих матеріалів.

Не використовувати сушарку у приміщеннях з підвищеною вологістю або запиленістю.

Не допускати дітей працювати з інфрачервоною сушаркою.

Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

У разі виникнення пожежі негайно відключити електроживлення сушарки і розпочати гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння.

При ураженні електричним струмом негайно відключити електроживлення сушарки та надати першу допомогу потерпілому.

У разі виявлення несправностей у роботі сушарки негайно вимкнути електроживлення та повідомити про несправність керівника робіт.

Вимоги охорони праці після закінчення роботи

- Вимкнути електроживлення сушарки,
- Очистити сушарку від залишків матеріалів для сушіння,
- Прибрати робоче місце від сміття та відходів,
- Провітрити приміщення.

					<i>КРБ.ПОтаЕМ.1.738-03.3.3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		66

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронний ресурс: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/dried-vegetable-market> (Дата звернення: 18.02.2025 р.).
2. Електронний ресурс: <https://ennifoods.com> (Дата звернення: 20.02.2025 р.).
3. Електронний ресурс:
<https://ebooks.inflibnet.ac.in/ftp02/chapter/dryers-used-in-food-industry/> (Дата звернення: 20.02.2025 р.).
4. Патент на винахід US20100029965 «Інфрачервона сушильна машина для чайного листя та спосіб інфрачервоного сушіння чайного листя»
https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN132811445&_cid=P22-MC9085-19803-1
5. Патент на корисну модель CN216363476 «Обладнання для сушіння та зневоднення бульб рослин»
https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN360122273&_cid=P22-MC91EE-75415-1
6. Патент на корисну модель CN216776047 «Інфрачервона сушильна машина безперервної дії для фруктів та овочів»
https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN367916892&_cid=P22-MC93JI-64004-1
7. Електронний ресурс:
<https://all-electro.com.ua/ua/p112337034-elektrodivigatel-4aam63a6-018.html>
(Дата звернення: 20.03.2025 р.).
Електронний ресурс:
8. https://reduktorntc-k.com.ua/produkt/mufti/mufta_uprugaya.shtm
(Дата звернення: 22.03.2025 р.).

					<i>КРБ.ПотдЕМ.1.738-03.3.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		67