

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет ) ННІТІ ім. ак. І.С. Гулого  
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ (підпис)  
**СЕРГІЙ БЛАЖЕНКО**  
(ім'я та прізвище)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ (підпис)  
**МИКОЛА ЯКИМЧУК**  
(ім'я та прізвище)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових технологій

на тему: Інтенсифікація процесу сушіння листа тютюну шляхом удосконалення  
конструкцій сушильних установок

---

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ОХ-2-4М

**Орлов Ілля Васильович**

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник:

**Якобчук Роман Леонідович**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультанти

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ - 2023р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Освітній ступінь магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)

Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

*Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Микола ЯКИМЧУК*

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Орлова Іллі Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проекту (роботи)** Інтенсифікація процесу сушіння листя тютюну шляхом удосконалення конструкцій сушильних установок

**Керівник проекту (роботи)** Якобчук Роман Леонідович, доц., кандидат тех. наук  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» листопада 2022 р. № 794-кс

**2. Строк подання здобувачем роботи** «01» лютого 2023р.

**3. Вихідні дані до роботи** технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна, нормативна та спеціальна література.

**4. Зміст пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити): Реферат; Зміст; Вступ; Аналітичний огляд стану питання; Методика проведення досліджень; Дослідна частина та узагальнення результатів; Обґрунтування модернізації; Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування; Розрахункова частина; Підбір конструкційних матеріалів; Технологія машинобудування; Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання; Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці; Охорона довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Висновки.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вигляд обладнання – 1 аркуш, Технологія машинобудування – 1 аркуш, Апаратурно-технічна схема – 1 аркуш, Автоматизація обладнання – 1 аркуш, Складальні одиниці обладнання, НДР – 6 аркушів.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: «    » жовтня 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Реферат, зміст.	03.10.2022	
2	Вступ. Аналітичний огляд стану питання.	10.10.2022	
3	Методика проведення досліджень.	24.10.2022	
4	Дослідна частина та узагальнення результатів; Обґрунтування модернізації. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування;	16.11.2022	
5	Підбір конструкційних матеріалів. Розрахункова частина.	23.11.2022	
6	Розрахункова частина.	02.12.2022	
7	Технологія машинобудування.	12.12.2022	
8	Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання. Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування.	15.12.2022	
9	Заходи з охорони праці. Охорона довкілля;	23.12.2022	
10	Маркетингове обґрунтування проекту. Висновки. Список використаних джерел. Висновки.	29.12.2023	
11	Список використаних джерел. Графічна частина: 10 аркушів формату А1	29.12.2023	
12	Подача кваліфікаційної роботи на кафедру	01.02.2023р.	

Здобувач \_\_\_\_\_  
( підпис )

Орлов І.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Якобчук Р.Л.  
(прізвище та ініціали)

## Реферат

Кваліфікаційна робота на тему: “Інтенсифікація процесу сушіння листя тютюну шляхом удосконалення конструкцій сушильних установок” виконано відповідно до завдання.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз існуючого обладнання для сушіння тютюну, висвітлені переваги та недоліки, що дозволило визначитися з модернізацією, яка полягає в зменшенні габаритних розмірів за рахунок зміни трубного калорифера на сучасний електричний, та підвищення продуктивності сушарки за рахунок попереднього підсушування. Проведено технологічний розрахунок стрічкової сушарки, тепловий та конструктивний розрахунок стрічкової сушарки, викладені основні вимоги до монтажу, технічного сервісу обладнання. Висвітлені питання техніки безпеки та охорони навколишнього середовища. Кваліфікаційна робота складається з аркушів пояснювальної записки та 10 листи формату А1, на яких зображено технічні та наукові рішення.

**Ключові слова:** сушіння, сушарка, тютюн, модернізація.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Яковчук Р.Л	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Реферат</b>	<b>210751.KP.06.000</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

## Summery

The qualification work on the topic: "Intensification of the process of drying tobacco leaves by improving the design of drying plants" was completed in accordance with the task.

During the qualification work, an analysis of the existing equipment for drying tobacco was carried out, the advantages and disadvantages were highlighted, which made it possible to determine the modernization, which consists in reducing the overall dimensions by changing the pipe heater to a modern electric one, and increasing the productivity of the dryer due to pre-drying. The technological calculation of the belt dryer, the thermal and structural calculation of the belt dryer, the basic requirements for installation, technical service of the equipment are stated. The issues of safety and environmental protection are covered. Qualification work consists of sheets of explanatory note and 10 sheets of A1 format, which depict technical and scientific solutions.

**Key words: drying, dryer, tobacco, modernization.**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	8
1.Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження.....	12
1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень.....	12
1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження.....	23
1.3. Висновки.....	24
2.Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження.....	25
2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принципа його роботи.....	25
2.2. Висновки.....	28
3.Дослідна частина та узагальнення результатів.....	29
3.1.Об'єкт та предмет досліджень.....	
3.2.Опис експериментальної установки чи імітаційної моделі об'єкту досліджень.....	32
3.3.Методика проведення досліджень.....	35
3.4.Устрій та принцип роботимодернізованного об'єкту проектування.....	43
3.5.Висновки.....	46
4.Розрахункова частина.....	47

<i>Відповідальна організація</i> <b>НХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р.Л	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>	
<i>Власник документа</i> <b>НХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Зміст</b>	<b>210751.KP.06.000ПЗ</b>	
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>
			<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

4.1.Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання.....	47
4.2.Підбір конструкційних матеріалів.....	60
4.3.Технологія машинобудування.....	61
4.4.Правила монтажу, та технічного сервісу модернізованого обладнання.....	70
5.Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування.....	73
6.Заходи з охорони праці.....	81
7.Маркетингове обґрунтування проекту.....	93
ВИСНОВКИ.....	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	99

## Вступ

**Актуальність теми.** Сушіння-це сама відповідальна та енерго затратна операція післязбиральної обробки сипких харчових продуктів.

Зростання цін на енергоносії викликає необхідність вдосконалення відомих зерносушарок і розробки нових конструкцій зерносушарок. Багато вчених продемонстрували високу потенційну ефективність сушіння сипучих продуктів у псевдозрідженому стані. Ступінь наближення між ефективністю сушіння в цьому стані та потенційним станом залежить від того, наскільки змінюється фактичний вміст вологи в матеріалі в процесі сушіння, і він близький до теоретичної кривої сушіння, коли початковий стан матеріалу є те саме і те саме.

**Об'єкт досліджень** - процес сушіння сипких харчових продуктів.

**Предметом дослідження** магістерської роботи є тютюнове листя, та інші сипкі харчові продукти.

### Мета роботи.

Основною метою магістерської роботи є зменшення габаритних розмірів за рахунок зміни трубного калорифера на сучасний електричний, та підвищення продуктивності сушарки за рахунок попереднього підсушування. Для досягнення мети було проведено технологічний розрахунок стрічкової сушарки, тепловий та конструктивний розрахунок стрічкової сушарки, викладені основні вимоги до монтажу, технічного сервісу обладнання. Висвітлені питання техніки безпеки та охорони навколишнього середовища. В процесі її розв'язання сформульовано та виконано ряд часткових завдань:

- розглянути сучасну теорію, способи для сушіння сипких харчових продуктів та обладнання для сушки матеріалу;

- проведення аналізу технологічних аспектів процесу сушіння тютюну та конструктивних особливостей сушарок;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Яковчук Р.Л	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Вступ</b>	210751.KP.06.000ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

-проведення розрахунків та дослідження тютюнової галузі.

**Наукова новизна** кваліфікаційної роботи полягає у вирішенні проблеми вирівнювання висоти киплячого шару по всьому перерізу сушильної камери за рахунок зміни конструкції шахти, що дасть можливість підвищити теплоінтенсивність і масообмін і стабілізують швидкість теплоносія. У процесі вирішення даної проблеми було отримано нові наукові результати: - Досліджено розрахункову модель сушіння сипучих харчових продуктів у роторній сушарці з киплячим шаром.

-досліджено та розрахункову модель для сушіння сипких харчових продуктів в сушарці з псевдозрідженим шаром ротаційного типу.

-виконано кінематичний розрахунок привода та досліджено оптимального режиму сушіння сипкого продукту (гороху).

- розроблено удосконалену конструкцію сушильних машин.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в обґрунтуванні раціональних та технологічних режимах роботи установки ротаційного типу та модернізації сушарки, з можливістю зниження енерговитрат за рахунок стабілізації висоти псевдозрідженого шару.

Сушка тютюну в загальному випадку є першою стадією виробництва тютюну, в тому числі і трубкового. Сушка тютюну дозволяє позбутися від небажаних речовин в тютюні і дає початок формуванню смаку і аромату тютюну. Під час сушіння тютюнового листа вони втрачають до 75-80% вологи, частина цукрів, протеїнів, кислот, частково руйнується крохмаль і руйнуються хлорофіли. До сушки тютюну може бути вироблено так зване томління, що складається в короткочасному дотриманні зірваних листа в приміщенні без застосування процедур сушки і подальшим поступовим переходом до власне сушіння.

Люльковий тютюн сушиться одним з чотирьох методів:

- Повітряна сушка (Air curing). Тютюнове листя пов'язують невеликими пучками і розвішують сушитися під навісом на відкритому повітрі. Деякі заготівельники тютюну використовують нагнітачі або, по-простому, великі вентилятори для

прискорення процесу висихання тютюну. Переважно, цей вид сушки застосовується до листів, в яких потрібно зберегти більше нікотину, таких як темні сорти Берлі.

- Вогнева сушка (Fire curing). При такій сушці тютюн обробляється димом тліючого вугілля, «коптиться». Різна інтенсивність диму, склад вугілля дозволяють отримувати різний смак і аромат тютюну. Кількість нікотину при цьому і рівень кислотності не змінюються.

- Сушка на сонці (Sun curing). Така сушка характерна для виробництва орієнтального тютюну, тобто тютюну, вирощеного в Туреччині, Греції або прилеглих районах. Після неї часто застосовуються інші процедури сушіння. Про зміни в складі тютюну судити складно, так як орієнтальний тютюн має велику кількість різновидів, і «розкид» в початкових характеристиках листа дуже великий.

Додаткова обробка тютюну після (або під час) його ферментації.

- Обробка тютюну паром. Карамелізуються цукру і сприяє відкриттю пір в тютюнових листах, що поліпшує усмоктування один в одного компонентів суміші і внесених соусів і ароматизаторів.

- Обробка сухим гарячим повітрям. Також карамелізуються цукру, позбавляє від непотрібних речовин

- Підсмажування. Відбувається при безпосередньому контакті з розігрітій поверхнею, карамелізуються цукру, різко змінює смак тютюну.

В ході соусірованія тютюну, в тютюн або частіше вже тютюнову суміш, вводяться речовини зазвичай на водній основі, що поліпшують смак тютюну, підсолоджувати спочатку занадто кислий лист, що пом'якшують різкий або грубий смак. Соусірованіє мало впливає на аромат тютюну.

Для ароматизації тютюну (тютюнових сумішей) використовуються ароматизатори на спиртовій основі. Єдиною метою додавання ароматизаторів є надання курильної суміші додаткового аромату. При цьому завжди намагаються максимально зберегти природні смакові якості того чи іншого сорту тютюну. Додавання ароматизаторів

завжди проводиться на кінцевій стадії виробництва тютюну, в уже готову курильну суміш. Спирт, який виступає на правах основи, завдяки своїм природним властивостям швидко випаруються, залишаючи тютюну тільки аромат.

#### Внесення додаткових компонентів

Після випаровування спирту в суміш додаються зволожувачі, які дають можливість суміші тривалий час зберігати необхідну вологість. Найчастіше увлажнителями тютюну є пропіленгліколь (харчова добавка), сорбітол і гліцерин. Два останніх, крім зволожувача, виступають в ролі підсолоджувачів. Наступна стадія - введення в суміш протигрибкових препаратів. Часто для цього використовується оцет, що перешкоджає появі сторонніх форм життя в тютюні.

На даний момент тютюнова галузь все більше і більше розвивається, адже в її продуктах потребують все більше та більше людей, важливим питанням для успішного виготовлення тютюнової продукції, є якісна обробка тютюну.

# 1.АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

## Стрічкові сушарки типу ЛС (рис.1.1)

### 1.1 Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень

Призначені для безперервної сушки вибухових, сипучих (зернистих, гранульованих, волокнистих), і пожежобезпечних нетоксичних продуктів гарячим повітрям. Початкова вологість продуктів повинна бути не більше 75%.

Сушарки виготовляються серійно та за індивідуальними замовленнями. Конструкція сушарок даного виду є прямокутний короб, що розділений по довжині на секції, а по ширині (вертикальної стінкою) - на два коридори. В правому (по ходу продукту) коридорі розміщений безперервний транспортний конвеєр (стрічка), по якому переміщується продукт, що підлягає сушці. У лівому (вентиляційному) коридорі розміщені парові калорифери та циркуляційні вентилятори та газоходи.

Кожна сушарка складається з проміжних секцій з вентиляторами і калориферами, приводний станції, стрічки, натяжної станції, а також систем охолодження підшипників вентиляторів і системи автоматичного управління регулювання витрати пари та відведення конденсату. Ширина стрічки - 1200 або 2000 мм; кількість проміжних секцій - від 3 до 10.

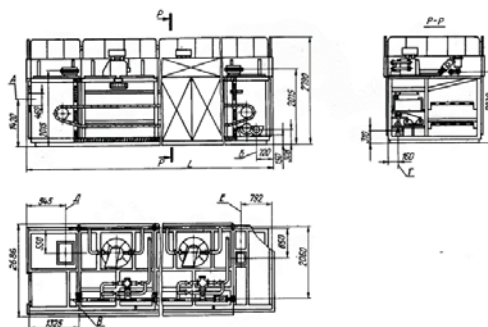


Рис.1.1 Стрічкові сушарки типу ЛС

Відповідальна організація <b>НХТ</b>	Технічне узгодження Якимчук Р.Л	Вид документа Тлумачальна записка	Статус документа			
Власник документа <b>НХТ</b>	Розробник документа Орлов І.В	Назва, додаткова назва АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ	210751.KP.06.001ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Виготовляють також сушарки (модель 20 (рис.1.2)) зі стрічкою шириною 2000 мм і з живильником холодного формування, призначені для сушіння пастоподібних продуктів з початковою вологістю не більше 75%, а також інші модифікації.

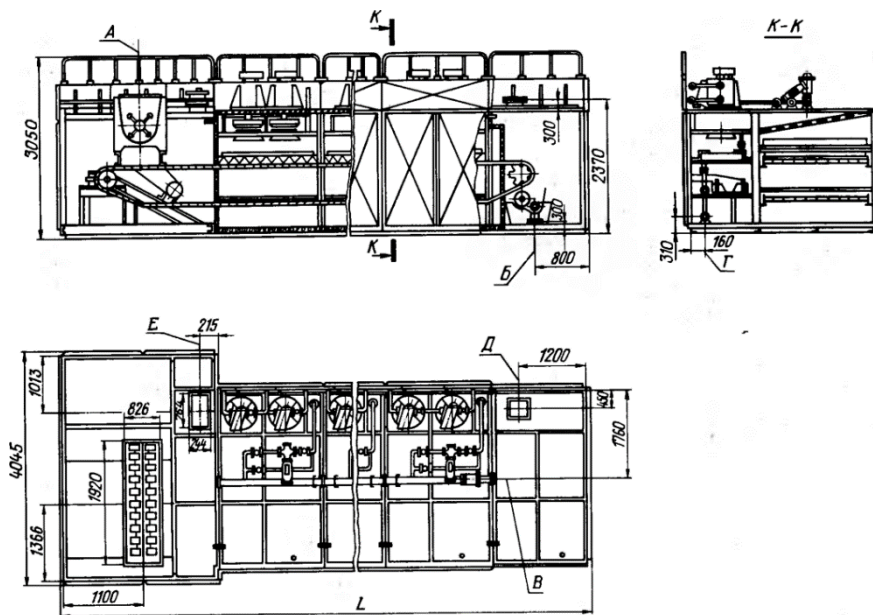


Рис.1.2 Стрічкова сушарка з формувальними вальцями

Коли пастоподібний матеріал надходить до живильника, він проштовхується лопатями ротора через перфорований жолоб кожуха і надходить на сушильну стрічку у вигляді циліндричних блоків. У сушильних машинах всіх розмірів і моделей повітря, нагріте нагрівачем в середній секції, циркуляційним вентилятором, подається зверху вниз на шар продукту через повітророзподільну решітку, розташовану над стрічкою, обдуваючи її, а потім частково через нагрівач. йде до вентилятора, частина - видаляється з пристрою через витяжний канал. За допомогою заслінок, встановлених у каналах припливу та витяжки свіжого повітря, можна легко реалізувати прямооточну, зустрічну або змішану схеми руху повітря та продукту. Стрічкова сушарка з профільованими сушильними валками (рис. 1.3) складається з двох незалежно працюючих одиниць обладнання: стрічкової та профільної.

Формуюча частина сушарки складається з гофрованого ролика і двох обертових пресувальних роликів, а на поверхні гофрованих роликів вирізані кільцеві канавки

з трапецієподібним перерізом для змащування пастоподібних матеріалів у цих канавках. Барабан і прес-катки обігріваються парою.

Нижня частина гофрованого валика покрита тканиною для підтримки висохлої пасти в канавці валика. Полотно натягується на чотирьох валиках і рухається під дією тертя валиків. Барабан обертається один раз, і утворена паста висушується і видаляється скребком-гребінцем, а потім тканиною переноситься на сітку стрічкової частини сушарки.

Обертання барабана і притискного ролика забезпечується електродвигуном через безступінчасту передачу, редуктор і пару зовнішніх шестерень. Число обертів барабана регулюється передачею відповідно до технічного режиму пастоутворення.

Пара, що утворюється в процесі формування та сушіння пасти, відсмоктується витяжним зонтом, встановленим над циліндричною частиною сушарки.

Стрічкова секція сушарки складається з чотирьох з'єднаних між собою прямокутних секцій, в яких рухається стрічковий конвеєр. Кожна секція має два калорифери для проміжного нагріву та два вентилятори для рециркуляції повітря. Гаряче повітря подається через форсунки, розташовані у верхній частині сушарки, а виведене повітря відсмоктується через форсунки, встановлені збоку сушильної камери.

Щільна металева сітка з квадратними отворами розміром 1,5-2 мм, використовується як вантажонесуча сітка для конвеєрів.

Сітка з'єднана з поперечною трубою, що з'єднує два нескінченних роликів ланцюга. Бокові сторони сітки посилені ребрами, щоб продукт не висипався через краї. Конвеєр приводиться в рух від електродвигуна через безступінчасту трансмісію, Редуктор і ланцюгова передача. Вибір швидкості стрічки залежить від тривалості процесу сушіння продукту і регулюється трансмісією.

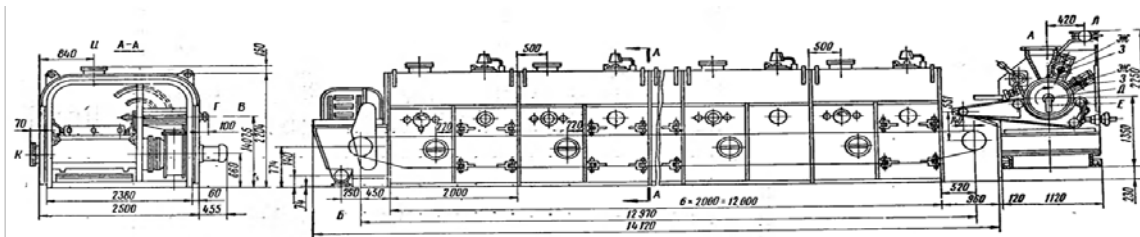


Рис.1.3 Стрічкова сушарка з формувальним-сушильним вальцем

Процес сушіння на стрічці протікає інтенсивно внаслідок розвиненою поверхнізткнення формованого матеріалу та порівняно високій швидкості обтікання його гарячим повітрям. Збігає частина стрічки очищається обертовими щітками. Висушений продукт зсипається в розвантажувальний шнек і транспортується їм з сушарки.

Стрічкові сушарки застосовуються для сушки крупногрудкових, волокнистих та пастоподібних матеріалів (рис.), у яких у корпусі сушарки матеріал являє собою рівномірний шар товщиною до 50 мм розміщений на стрічковому транспортері, повільно переміщуваному від завантажувального пристрою до розвантажувального бункера.

У багатострічкових (багатоярусних) сушарках транспортерні стрічки розташовані одна над одною та переміщуються в протилежних напрямках. Сушильний агент звичайно подається протитечією до висушуваного матеріалу, під час пересипання матеріалу з однієї стрічки на другу відбувається його розпушення, що сприяє інтенсифікації процесу сушіння.

**Стрічкова сушарка КСА-80** складається з чотирьох транспортерів 1 - 4, кожен з яких має індивідуальний привід (потужністю 0.8 кВт з частотою обертання  $n=920$  хв<sup>-1</sup>) та безступінчатий варіатор для зміни швидкості руху стрічки 0,1 - 0,7 м/хв. Для регулювання товщини шару матеріалу що висушується (3 - 4см) встановлено ворошилки 10.

Сушарка працює наступним чином. Початковий вологий матеріал (картопля) завантажувється на верхню стрічку похилим скребковим елеватором 11. Повітря нагрівається за допомогою парових калориферів 5 - 8, та підіймається вгору. Підігрите повітря, проходячи через стрічки з висушуваним матеріалом, відбирає

вологу та виходить через витяжну шахту. Тривалість сушіння продукту регулюється загальним часом перебування продукту на стрічках, тобто швидкістю переміщення стрічок, а також швидкістю повітря під стрічками, яка регулюється ступенем відкриття заслінок витяжної шахти.

### Сушильна установка ПВ 2-01ЛС1, 2-12ВК-01

Призначена для сушки гранульованих продуктів хімічної й іншої галузей. Особливістю цієї конструкції є підвищена герметичність, яка забезпечується корпусом циліндричної форми.

Вихідний продукт (гранульований) переміщається на транспортерну стрічку, там він продувається гарячим теплоносієм зверху до полиць і висушується до необхідної вологості.

Теплоносій, який одержали у виносних калориферах, транспортується повітродувкою в кожну секцію сушарки, а відпрацьований теплоносій береться також з кожної секції та, пройшовши очищення в рукавному фільтрі, його викидає вентилятор в атмосферу.

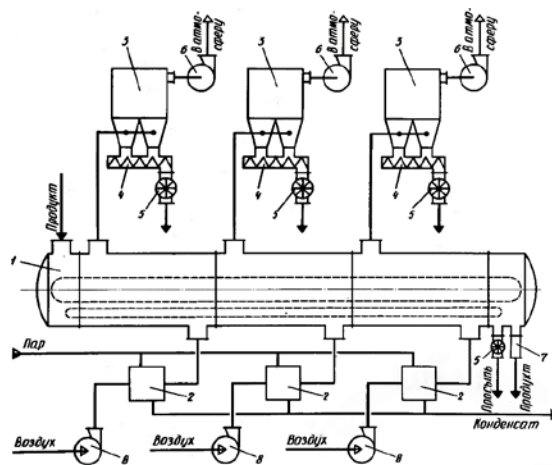


Рис.1.4. Сушильна установка ПВ 2-01ЛС1

Готовий продукт виводиться із сушарки через подвійний пилосбірник. Продукт, що розсипався на конвеєрній стрічці, збирається скребковим конвеєром і виводиться із сушарки через шибєрний живильник. Продукт, що потрапив у фільтр, збирається шнековим живильником і видаляється з установки.

Установка обладнана системою автоматичного керування, паровою системою пожежогасіння та вибухозахисною плівкою. Сушарка (заявлений патент № UA18506U заявка. 03.05.2006, Бюл. № 11, МКІ F26В 20/00) Сушарка (рисунок 1.6) містить встановлену на одній рамі 1 сушильну та очисну камеру 2, роторний механізм 3 завантаження зерна та механізм 4 вивантаження зерна, корпус печі, пересувний пристрій і систему керування.

Огородження 5 верхньої сушильно-очисної камери розділено на дві піраміди шатра, на яких розміщено вентилятор 6 системи формування проріджування на поверхні зерна, з'єднаний з циклонним сепаратором 7 для збору легких домішок.

Топковий агрегат розміщується в сухому і чистому приміщенні і складається з котла 8, системи димових газів 9 для відведення димових газів в рекуператор 10, резервуара для води 11, циркуляційного насоса, резервуара для зберігання палива 12, системи трубопроводів подачі палива, а також конденсована волога для паливних форсунок котла, система трубопроводів, суміщених для двох котлів, для подачі термоагента (води) 13 в камери сушіння та очищення.

Для подачі іншого теплоносія (повітря) в зону сушіння система повітроводів 14 містить вентилятор 15 для всмоктування повітря з корпусу розвантажувального механізму 4 через рекуператор. Приводно-трансмісійний механізм і лебідка встановлюються на каркасі 1 за межами сушильно-очисної кімнати 2.

Шасі самохідної універсальної сушарки складається з встановленої на шасі рами з двома парами коліс, пари 16 редукторів з електродвигунами і приводами, підключеними до кожного колеса, друга пара коліс не має приводів, встановлених на поворотна рухома платформа 17.

Основним конструктивним елементом завантажувального механізму є складна лопата 18 з бічними стінками, коротка верхня сторона яких з'єднана з рамою зернозбирального комбайна, що може повертатися і складатися відповідно до функціональних завдань. Обертвий ролик 19 встановлений на краю передньої довгої сторони.

Для повороту площини лопаті один кінець троса, що передає рух від лебідки, кріпиться до її боковини. Нерухоме дно камери хімчистки виконано у вигляді

кондукторного теплообмінника у вигляді закритої ємності 20, на верхній горизонтальній поверхні якої встановлено резервуар 21.

Діаметри канавок однакові, за винятком останньої під час руху зерна, яка має більший діаметр 22 . У кожному жолобі, крім останнього, зернозмішувач 23 під час сушіння має можливість обертання навколо своєї поздовжньої осі по всій встановленій довжині.

Змішувач виконаний у вигляді порожнистого вала 24, кінець якого подається гарячим повітрям від рекуператора, з прорізами в приварених лопатях 25 .

Подвійні пластини лопатей закріплені нерухомо своїми нижніми поздовжніми краями по обидва боки щілини для проходу повітря і з'єднані своїми верхніми поздовжніми краями, зміщення цих країв відносно один одного по висоті утворює зазор для повітря. розетка і періодичні зазори. Над кожним зазором між жолобами по всій їх довжині встановлені дугові сектори 26.

Суцільний вал 27 встановлений в останньому жолобі 22, а гвинтовий стрижень 28 з гвинтовою напрямною рейкою встановлений замість двох останніх лопатевих блоків, а простір середніх двох блоків займає нижня частина розвантажувального бункера. конвеєр дворядний 29.

Подача гарячого середовища, наприклад води, від котла дробильної установки безпосередньо в ємність донного кондукторного теплообмінника сушильно-очисної камери здійснюється через колектор патрубком 13, який з'єднується з У точці перетину в середині кожної пари канавок вона розташована вертикально з верхньою горизонтальною площиною нижнього теплопровідного теплообмінника, а сходинок відповідають сходинок, на яких розташовані канавки на поверхні.

Всередині основного корпусу камери сухого очищення на відстані від нижньої поверхні теплообмінника і паралельно їй розташована труба 30 із встановленим із заданим кроком соплом 31 для попереднього змочування зерна водою або під час процесу завантаження розчину дезінфікуючий засіб.

Всередині корпусу сушильно-очисної камери, в його об'єднаній частині, на потрібній висоті над поверхнею донного теплообмінника прикріплена рамна

конструкція з труб 32, де змонтовані в шаховому порядку форсунки які розпилюють воду щоб забезпечити пожежну безпеку в внутрішній частині сушильної камери.

Активний жалюзійний блок 33, який використовується для регулювання висоти шару зерна, встановлений всередині основного корпусу сушильно-очищної кімнати та в його комбінації. секцію, розташовану на потрібній висоті над нижньою поверхнею теплообмінника і виконану у вигляді прямокутної ґратчастої конструкції.

У з'єднувальні планки ґратчастої конструкції нерухомо закріплені втулки 34 круглого або прямокутного перерізу, які направляють рух розсувної решітки «вгору-вниз» по вертикальних рейках, і нерухомі троси лебідки, які встановлені за межами сушильної камери, Передає керований рух блоку затвора.

Трубний колектор 13 служить вертикальною напрямною для жалюзійного блоку для подачі гарячої води в ємність нижнього теплообмінника 20. Поворотна заслінка 35 закріплена на передній і задній стінках корпусу камери хімчистки.

Розвантажувальний механізм сушарки складається з розміщеного в закритому кожусі ковшового дворядного конвеєра 29, нижній привід якого розташований в останньому жолобі донного теплообмінника.

Ковші встановлюються так само, зі зміщенням одного ряду відносно другого ряду ковшів. Розвантажувальний лоток 36 закріплений у верхній частині ковшового конвеєра.

Запірний орган розвантажувального механізму встановлюється таким чином, щоб він міг відхилятися від вертикальної осі на заданий кут і з'єднується в середній частині з теплообмінником із всмоктуючою частиною гнучким ущільнювальним з'єднанням, наприклад у вигляді сільфон 37 .

Розвантажувальний лоток 36 закріплений на оболонці розвантажувального механізму і може повертатися на заданий кут з робочим і транспортним положеннями. Дно піддону виконано у вигляді плоскої форми з горизонтальними і вертикальними обмежувальними і спрямованими стінками. Верхня половина цієї площини виконана з перфорованого плоского екрана

В нижній частині лотка, на його кромці закріплені форсунки для ропилювання знезаражувальної речовини. Під низом решета встановлено вібратор 38 і знімний збірник для Мілких важких домішок 39.

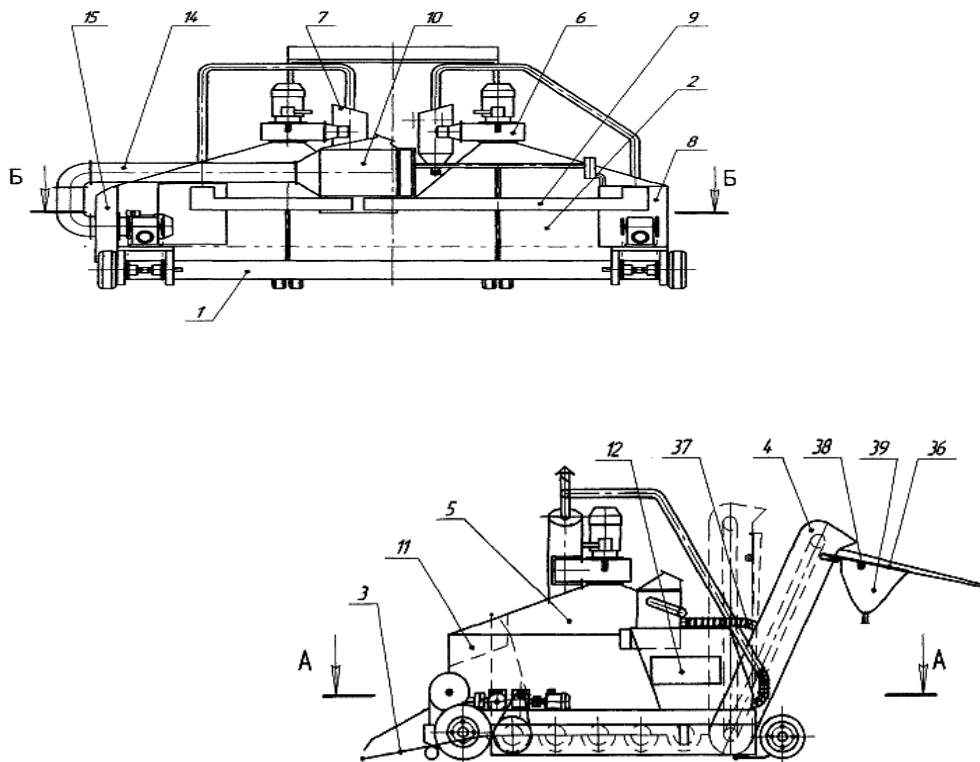


Рис.1.5 Сушарка (декларційний патент № RU2276761C1 заявл. 21.10.2004, Бюл. №10, МКІ F26В 17/04)

В закритий корпус сушарки вмонтовано п'ять сітчастих конвеєрів, які розташовані один над іншим по вертикалі. Кожен конвеєр складається з двох барабанів діаметром 244 мм з натягнутою на них нескінченної сітчастої стрічкою; відстань між осями барабанів 5040 мм.

Передній барабан 2 кожного конвеєра є провідним, задній 3 - веденим. Всі конвеєри приводяться в рух від загального привода 6 з електродвигуном потужністю 1 кет через редуктор і кривошипно-шатунний і храповий механізми.

В основній частині до рами сушарки, звареної з кутових роликів, болтами кріпився привід для напрямних роликів, в хвостовій частині до рами кріпився натяжний пристрій, в якому встановлювалися підшипники барабана. Привід монтується на окремому фундаменті біля сушарки. Храповий механізм

передавального конвеєра має пристрій для індивідуального регулювання швидкості руху кожного конвеєра. Крім того, є пристрій регулювання приводу кривошипно-шатунного механізму Швидкість, з якою всі конвеєри рухаються одночасно. Повітря нагрівається в окремо встановленому калорифері і через ящик 9 подається в робочу зону сушарки. Всього три зони сушіння: I зона на верхньому конвеєрі, L1 - на трьох нижніх конвеєрах, III - на нижньому конвеєрі. Відпрацьоване повітря відводиться з кожної зони окремо через короб 10. Для полегшення обслуговування та контролю за роботою сушарки з обох сторін по всій довжині сушарки влаштовані герметичні двері 5.

В торцевій частині також передбачені дверці, що відкривають доступ до натяжних барабанів та пристроїв, що направляють пересипається продукт на стрічки нижніх конвеєрів.

Під верхньою опорною гілкою конвеєрної стрічки розташовані лотки 7 для збору невеликих порцій продукції, які прокидаються при русі конвеєрної стрічки. Для рівномірного розподілу повітря під робочими гілками конвеєра в припливно-втяжних коробах встановлені заслінки. Автоматично регулюйте температуру осушувача відповідно до температури вихлопу та температури продукту. Установка призначена для висушування грибних культур від початкової вологості 50-55% до кінцевої вологості 10-12% і охолодження висушених культур до 25 °С.

У зону I подається повітря з температурою 65°C, час витримки Продукт в зоні II протягом 10 хвилин, в зону II подається повітря з температурою 45°C, Час перебування продукту на кожному конвеєрі 30 хвилин - 10 хвилин. існують У зону охолодження (нижня конвеєрна стрічка) надходить повітря з температурою 16°.

Гранульована грибна культура подається транспортером-живильником 5 на верхній конвеєр та розподіляється їм рівномірно по ширині стрічки. Продукт, який переміщується конвеєрами, який пересипають з стрічки на стрічку, проходить через всі три зони і з нижнього конвеєра виводиться назовні. При тому повітря пробиває шар продукту який висушили, що забезпечує рівномірну сушку. Регулювання температури повітря, реєстрація температури продукту в процесі сушіння здійснюються автоматично.

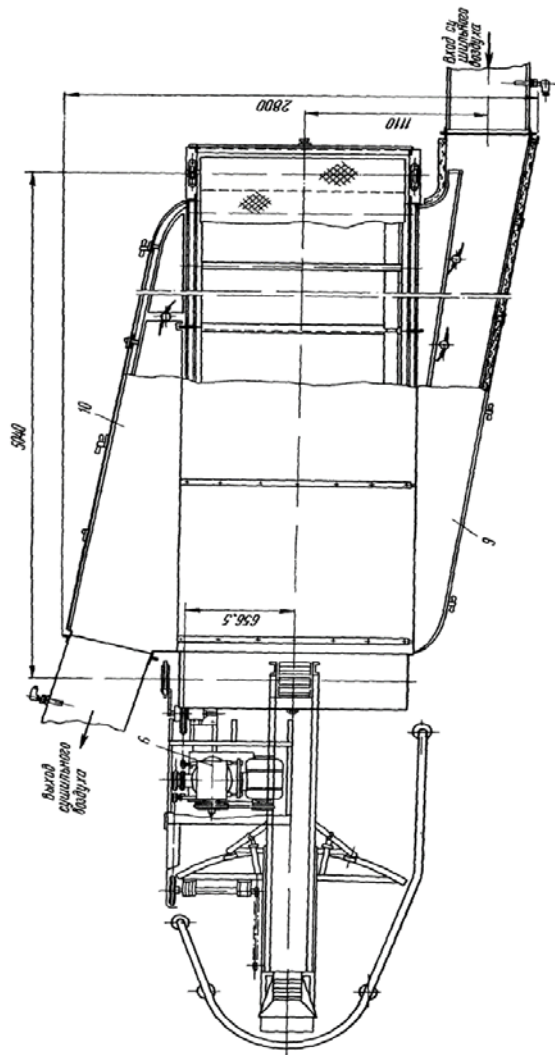


Рис.1.6. Конвейерна сушила ВНІЕКИ

- 1-Корпус
- 2-Приводні барабани
- 3-Натяжні барабани
- 4-Сітчата стрічка
- 5-Транспортер
- 6-Привід
- 7-піддон
- 8-Дверця
- 9-Короб підводу повітря
- 10-Короб відводу повітря

## **1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, Формулювання мети та завдання дослідження.**

Щоб забезпечити якість тютюнового листа потрібен ретельний контроль за процесом сушіння, при чому потрібно мінімізувати затрати тепла, та електроенергії.

У зв'язку з цим до конструкції сушильних машин пред'являють наступні основні вимоги:

- максимальна ефективність теплообміну, тобто максимальноможливий коефіцієнт теплопередачі;
- рівномірне перенесення теплоти і її розподілу у висушуваному тютюну;
- економія енергії.

Проведений аналіз технологічних аспектів процесу сушіння та конструктивних особливостей сушарок закордонного та відчизняного виробництва з урахуванням всіх модернізацій за багато років було запропоновано модернізацію сушильної машини.

З метою модернізації конструкції сушарки, зменшення габаритних розмірів, більшу екологічність, масу сушари, та менші затрати енергії було запропоновано наступні удосконалення: заміна трубо вогневого калорифера на електричний, встановлення пристрою попереднього підсушування, та забезпечення теплоізоляції в сушильній камері.

### 1.3. Вистовки

Заміна трубо вогневого калорифера на електричний забезпечить відсутність викидів топочних газів в атмосферу, позбавить газовідвідну трубу, звільнить від потреби чистки труб від сажі, зменшить довжину, ширину, та масу сушарки .

Пристрій попереднього підсушування забезпечить більшу продуктивність сушари, та скоротить час сушіння.

Забезпечивши теплоізоляцію сушильної камери, ми зменшимо затрати на нагрівання навколишнього середовища, та зменшимо масу самої сушарки за рахунок зняття сталених плит з корпусу сушарки.

## 2. Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження

### 2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принципа його роботи.

Проведений аналіз процесу сушіння тютюну та особливостей конструкції сушарок закордонного та відчизняного виробництва з урахуванням вдосконалень за багато років (удосконалення теплоізоляції, зміна форми корпусів та днища, дослідження та покращення процесів сушіння та використання різних перемішуючих пристроїв) було запропоновано модернізацію сушильної машини стрічкової сушарки тютюну.

Метою удосконалення конструкції сушарки є зменшення маси сушари, габаритних розмірів, більша екологічність, та економія енергії було запропоновано модернізації: встановлення пристрою попереднього підсушування, забезпечення теплоізоляції в сушильній камері та заміна трубо вогневого калорифера на електричний .

Заміна калорифера на електричний перш за все забезпечить відсутність викидів топочних газів в атмосферу, позбавлення газовідвідної труби, не потрібно чистити труби від сажі, зменшення довжини, ширини, та маси сушарки .

Пристрій попереднього підсушування забезпечить більшу продуктивність сушильної машини, та скоротить час сушіння.

Забезпечивши теплоізоляцію сушильної камери, ми можемо зменшити затрати на нагрівання навколишнього середовища, зменшимо масу самої сушарної машини за рахунок зняття сталених плит з сушарки.

<i>Відповідальна організація</i> НХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимук Р.Л	<i>Вид документа</i> Технічний запис		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НХТ	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>2 Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</b>		210751.KP.06.002ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимук МВ						

## Технічна характеристика сушильної машини

Сушильна машина має три основні частини: сушильна камера з конвеєром, пристрій для попереднього підсушування, калорифер для підігріву повітря.

Продуктивність, кг / год.....	96.6
Потужність електродвигуна, кВт.....	20
Довжина.....	10400
Ширина.....	2500
Висота.....	4000
Маса, кг.....	8

## Характеристика тютюну

Тютюн — світлолюбна рослина. При недостатньому освітленні у рослин сповільнюється накопичення сухих речовин, вуглеводів, змінюється текстура листя, знижується ароматичність сировини. Оптимум освітленості тютюну в польових умовах досягається створенням певної густоти рослин, а для отримання тонких, еластичних обгорткових листків для [сигар](#) застосовують штучне затінення рослин спеціальними тентами.

Сприятливі температури для росту і розвитку тютюну 21-27°C. Сума біологічно активних температур за період вегетації становить не менше 2000–3000° з тривалістю періоду близько 120—140 днів.

Для тютюну характерна висока екологічна пластичність по відношенню до умов вологозабезпеченості. Східні ароматичні дрібнолисті сорто типи тютюну успішно виростають без зрошення в сухих субтропіках при сумі опадів за вегетацію не більше 100—200 мм. Великолисті американські сорто типи тютюну дають хороші врожаї в районах [тропіків](#) і вологих [субтропіків](#) при 300—500 мм опадів за сезон. Однак надмірне зволоження тютюн не переносить.

Тривалість періоду вегетації тютюну має пряму залежність від середньодобових температур повітря. Так, при середньодобовій температурі 18°C

період вегетації тютюну становить 175 днів, при 20°C — 130 днів, а при 26-27°C — 100 днів. Режим середньодобових температур має вирішальне значення особливо в період дозрівання листя: доброякісна [сировина](#) виходить тільки в тому випадку, якщо в період технічної зрілості листя середня температура знаходиться на рівні не нижче 20°C. Тому райони помірної зони, що знаходяться північніше липнево-серпневої ізотерми 20°C, вважаються непридатними для вирощування тютюну.

Найкращими ґрунтами для вирощування тютюну типу Вірджинія вважаються [супіски](#) на пухких мергелевих піщаних породах, що містять в орному шарі близько 85 % піску і 10 % фізичної глини і рН 5,5-6,5. На більш важких ґрунтах знижується якість тютюнової сировини.

## 2.2.Висновки

Для встановлення ефективної технологічної роботи сушарки, необхідно дослідити провести процес зневоднення(сушіння) листа тютюну.

### 3.ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТАУЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

#### 3.1 Об'єкт та предмет досліджень

Серед видового складу тютюну промислове значення має жовтий тютюн. Розрізняють ароматичні і скелетні сорти тютюну. Перші мають особливу духмяність диму і служать для здобрування тютюнової маси скелетних тютюнів. До сортів ароматичного тютюну належать: Дюбек, Остроконець 45, Самсун, Американ. Основні сорти скелетного тютюну — Трапезонд, Остролист, Переможець 83, Соболевський 174.

Спілий тютюновий лист містить 80 — 85 % води і 15 — 20 % сухих речовин, до складу яких входять вуглеводні (6 — 7 %), білки (6 — 9 %), нікотин, ефірні олії та інші сполуки. Міцність тютюну підвищується із збільшенням вмісту у ньому нікотину. У тютюні вищих сортів оптимальним є вміст нікотину 1,2 — 1,5 %. Якщо його більше, погіршуються смакові якості тютюнових виробів, а якщо менше — стає недостатньою міцність тютюну.

Вміст вуглеводнів у листках тютюну позитивно позначається на якості тютюнових виробів, а білки при згорянні тютюну в цигарці виділяють неприємний запах і надають їй гіркоти. Співвідношення вуглеводнів і білків, яким характеризується якість тютюнової сировини, має бути більшим одиниці.

Тютюн вирощують переважно для виробництва тютюнових виробів. Крім того, нікотинові препарати широко використовують у сільському господарстві проти шкідників сільськогосподарських культур, а також у фармацевтичній промисловості для приготування лікувальних засобів.

<i>Відповідальна організація</i> ННХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р.Л	<i>Вид документа</i> Тлумачальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>  ННХТ	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>ЗДослідна частина та узагальнення результатів</b>		210751.KP.06.003ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В					

Збирають (ламають) листя тютюну у міру настання їх технічної спілості, за якої листя містить найбільшу кількість сухих речовин. Технічну спілість тютюнових листків визначають за їх зовнішніми ознаками: листя крихке (ламке) і більш щільне на дотик; листкова пластинка липка внаслідок виділення смолистих речовин; поверхня листка хвиляста, краї і верхівка трохи відхиляються донизу; черешок крихкий і при відламуванні листка чути хрускіт.

Дозрівають тютюнові листки на рослині неодноразово: першими — нижні листки, через 10 — 12 днів — листки другого ярусу, за ним третього і т. д. У міру дозрівання листків різних ярусів їх збирають (ламають). Проводять не менше ніж в 5 — 6 ломок. Найкращу якість має листя середніх і верхніх ярусів, у них міститься більше сухих речовин (рис. 34).

Післязбиральна обробка тютюну і догляд за сировиною включають: в'ялення і сушіння, зберігання висушеного тютюну, відволо-жування, сортування й пакування.

Осушка відбувається протягом декількох годин за рахунок продування гарячого повітря через продукт, завантажений в лотки з сітчастим дном. Матеріал деталей, що контактують з продуктом — сталь нержавіюча та алюміній харчових марок.

Тютюн сушиться в добре провітрюваних приміщеннях, що захищають від впливу вітру та сонячних променів. Зазвичай даний тип сушки займає 6-8 тижнів. Тютюн, що сушиться таким способом має низький рівень цукрів та високий рівень нікотину.

Найбільшим виробником тютюну є Китай, за яким йдуть США, Бразилія, Індія, Зімбабве й Туреччина. Тютюн добре росте на порівняно бідних ґрунтах і фермери обирають його як додаткову культуру. У багатьох випадках він приносить більші доходи, ніж будь-яка інша сільськогосподарська культура, що її вирощують у невеликих господарствах. Тютюн добре інтегрується до екологічно чистої сівозміни, приносячи користь таким культурам, як, наприклад, кукурудза.

Сушіння тютюнового листя потребує особливої уваги, оскільки саме на цій стадії воно набуває потрібної текстури, кольору та загальних властивостей, необхідних

для певного типу тютюну. Під час сушіння крохмаль, що міститься в тютюновому листі, перетворюється на цукри, поступово зникає зелений колір, листя починає змінювати колір від цитринового до жовтого, а потім — до жовтогарячого, подібно до кольору листя восени.

### 3.2 Опис експериментальної установки чи імітаційної

#### моделі об'єкту досліджень

Чи можна покращити якість та змінити стильові характеристики різних видів тютюну після витримки різними методами, поки що не з'ясовано. Необхідно дослідити вплив різних способів сушіння на хімічний склад різних видів тютюну. З цією метою, взявши в якості матеріалів тютюн димного сушіння К326, тютюн Юнбай і східний тютюн Басма, було досліджено вплив методів повітряного, сонячного і димного сушіння на хімічний склад цих трьох видів тютюну, взявши в якості контрольної групи тютюн сублімаційного сушіння, на основі рівноважного методу втрати речовини. Результати показують, що в порівнянні з сублімованим тютюном, тютюн повітряного, димового та сонячного затвердіння був розміщений в порядку убутання з точки зору втрати сухої речовини та швидкості втрати сухої речовини тютюну К326, бурлея та східного тютюну, таким чином. Після проведення повітряного, сонячного та димного затвердіння вміст крохмалю в східному та димному тютюні значно зменшився, тоді як вміст загального цукру та редукуючого цукру збільшився; вміст крохмалю та редукуючого цукру в тютюні ячменю також зменшився. Вміст білка, загального азоту і нікотину в трьох видах тютюну повітряного, сонячного і димного затвердіння значно знизився. Вміст пігментів у тютюні, висушеному на сонці, та тютюні, висушеному в димоході, зменшився найбільше, тоді як у східному тютюні, висушеному в димоході, цей показник досягає найбільшого значення. Загальний вміст поліфенолів у всіх трьох видах тютюну значно зменшився після повітряного, сонячного та димного сушіння. Загальний вміст поліфенолів у тютюні, висушеному в димоході, і в тютюні бурлі був значно більшим, ніж у тютюні, висушеному на повітрі та на сонці; загальний вміст поліфенолів у східному тютюні, висушеному на сонці, був значно більшим, ніж у групах, оброблених іншими методами висушування. Вміст калію (К) і хлору (Сl) в трьох видах тютюну, оброблених іншими методами, був відносно стабільним. Показники сенсорної оцінки тютюну, висушеного в димоході, реп'яхового тютюну

та східного тютюну були вищими після висушування в димоході на основі методу сенсорної оцінки Юньнані. Дослідження прояснює закон трансформації хімічних складів у різних типах тютюну при різних методах затвердіння. Тип тютюну не обмежується лише одним методом затвердіння. Для збагачення стильових характеристик тютюнових виробів можливе поєднання декількох способів сушіння.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ СУШІННЯ ТЮТЮНОВОГО ЛИСТЯ

Метою дослідження було експериментальне визначення вологовідношення при сушінні листя тютюну. Для розрахунку вологовідношення була застосована проста експериментальна модель. Вимірювання проводили в "кліматичному боксі", вивчаючи різні тютюнові листки.

Під час останньої дослідницької роботи було проведено два цикли вимірювань. У першому тютюнове листя було підвішене в природному стані, а в другому дослідженні з тютюнового листя була видалена середня жилка. Як ми і очікували, зневоднення понівеченого тютюнового листка - з видаленою серединкою - відбувалося набагато швидше, ніж висихання цілого листка. Зневоднення зневоднення самої середньої жилки відбувалося значно повільніше, ніж зневоднення листкової пластинки. Важливим результатом було те, що експоненціальна функція Уолтона виявилася придатною для опису зневоднення. Остаточний висновок полягає в тому, що коефіцієнт сушіння значно збільшується при підвищенні температури сушіння.

Під час дегідратації тютюновий лист дуже чутливий до змін технологічних параметрів. Взаємозв'язок між тютюновим листом і навколишнім середовищем нелегко визначити. Тому було знайдено спосіб визначення найважливіших теплофізичних і транспортних властивостей тютюнового листа, наприклад, варіації поверхневої температури і теплопровідності, з особливою увагою до енергії зв'язування і дифузії води в тютюні або інших сільськогосподарських продуктах (Lengyel et al., 2003). Існують різні прикладні теоретичні та експериментальні

методи для визначення основних характеристик сушіння тютюнового листа, тому ми мали кілька відповідних систем для використання під час нашої дослідницької роботи. Одним з успішних способів був чисельний метод, який контролював процес сушіння основних частин тютюнового листа математично. За допомогою комп'ютерної програми можна було відстежувати безперервну зміну рівня зневоднення і температури поверхні всього листа. Ця програма була придатна для оцінки параметрів моделі, використовуючи наші вимірювання.

Випаровування і виділення тепла, найважливіші зміни поверхні, можуть бути повністю охарактеризовані за допомогою дослідження масопереносу. Аналітична модель, яка описує тепловиділення на поверхні листка, дає можливість оцінити декілька типових параметрів ( $\alpha$ ,  $\lambda$ ,  $\rho$ ,  $c$ ). Модель вимагає методу вимірювання, який включає в себе контрольовану екологічну камеру, параметри якої можуть бути фіксованими. Точність теплових характеристик матеріалу, які ми визначили за допомогою числовою моделлю, можна покращити, збільшивши кількість вимірювань. Умови, за яких проводяться вимірювання Умови, за яких проводяться вимірювання, повинні відповідати тим, що зазвичай використовуються під час фактичної технології сушіння тютюну. Це було зроблено для деяких вимірювань теплових властивостей тютюнового листа під час експериментального висушування. Температура поверхні відстежували за допомогою інфрачервоної камери (Kerekes et al., 1998).

Серія знімків показала відмінності в різних частинах листа. Було зроблено висновок, що температура було зроблено висновок, що температура поверхні листка була однорідною лише наприкінці сушіння. сушіння. Температура була нижчою в середній частині листка. Можна припустити, що властивості матеріалу змінювалися для різних компонентів тютюнового листа.

### 3.3.Методика проведення досліджень.

Випробування проводилося на випробувальній базі повіту Ченцзян в місті Юйсі, провінція Юньнань, Китай, в червні 2020 року. У цьому експерименті були використані сорти тютюну димового затвердіння, східного тютюну та тютюну бурлі, відповідно, K326, Vasma 14 та Yunbai 3. Басма 14 - це один рослинний штам, відібраний з природної варіації Yizimir 13 у 2002 році. Агрономічні ознаки були добрими, а якість - високою, тому він отримав широке розповсюдження; Юнбай 3 - сорт тютюну, виведений шляхом схрещування Теннессі 90 з Кентуккі 8959. Він має стабільні генетичні ознаки, рівномірне закладання листя, високу врожайність і якість, широко поширений.

Для проведення випробування були відібрані листки тютюну в середній частині зі сприятливим терміном дозрівання та стабільною свіжою якістю. Було встановлено дванадцять способів обробки (три види тютюну, з чотирма методами сушіння, включаючи сублімаційне сушіння, повітряне сушіння, сонячне сушіння та сушіння в димоході), по три повторення для кожного з них.

Ліофільне висушування: кожен шматочок тютюнового листя послідовно фіксували, а потім поміщали в сублімаційну сушарку на 150 год.

Затвердіння на повітрі: Кожен шматочок тютюнового листя послідовно закріплювали на сушильних шафах, а потім накривали поліетиленовими плівками. Сушильні стелажі були розміщені в приміщеннях без світла до тих пір, поки сушильні стелажі не затвердіють на повітрі. (Температура: 23 ~ 30 °C; Відносна вологість: 75 % ~ 85 %; Час: сушили до тих пір, поки не висохли основні жилки).

Засушування на сонці: Листя тютюну поштучно закріплюють на сушильних стелажках, а потім накривають поліетиленовою плівкою. Коли сходило сонце, тютюнове листя переносили на вулицю, щоб воно піддавалося впливу сонця; вночі або під час дощу тютюнове листя переносили в приміщення, доки воно не затверділо на сонці. (Температура: 25 ~ 38 °C; Відносна вологість: 60 % ~ 70 %, Час: витримували до тих пір, поки не висохли основні жилки).

## ВПЛИВ СПОСОБУ СУШКИ НА ЯКІСТЬ РІЗАНОГО ТЮТЮНУ

Швидке висушування зрізаного тютюну за допомогою сушилок Типу - так званий фен Flash Tower або FTD - дозволяє знизити витрати виробництва без погіршення смакових параметрів виробу. Технологія швидкого або миттєвого сушіння базується на використанні нагрітої до 180—200 °С пари, яка впливає на тютюн протягом декількох секунд. Як відомо, класичним способом сушіння використовує значно нижчу температурну пару, але тривалість контакту з тютюном у цьому в десятки разів більше. Технологія миттєвого сушіння значно збільшують об'єм і еластичність властивості тютюну, що в свою чергу робить його можливим виробляють сигарети з меншою вагою.

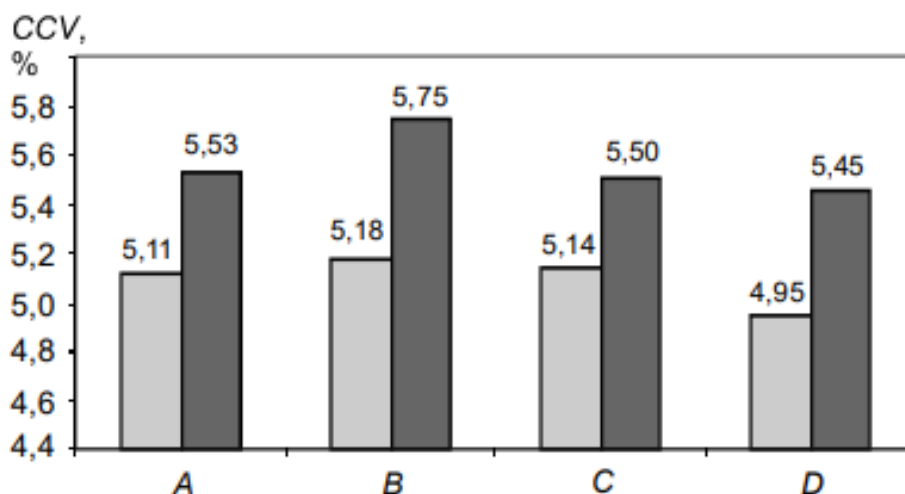
Метою цього дослідження є порівняння схеми FTD з класичною сушаркою барабанного типу.

У сушарці барабанного типу зріз тютюну надходить у сушильний барабан конвеєром, який містить стрічкові ваги і вимірювач вологості.

Повітря, що використовується для сушіння, готується в теплообміннику. Рух тютюну всередині барабана і рух гарячого сухого повітря базується на принципі зустрічного струму з одночасним обертанням барабана сушилки. Середній час контакту тютюну з гарячим повітрям (час висихання) становить мблизько 6 хвилин.

У сушарці баштового типу вага і вологість управляються безпосередньо в потоці при русі подібна до попередньої схеми. Опалення та підготовка повітря для сушіння також відбувається в теплообміннику, але пальники природного газу використовуються для обігріву повітря, завдяки к високі температурні вимоги. Сама сушка відбувається, коли тютюн піднімається в потік повітря по трубі за 6-7 с. Саме завдяки швидкому нагріванню змінює структуру тютюну і підсилюють його об'ємно-стійкі властивості. Потім в циклоні відбувається осадження тютюну і видалення повітря, що використовується при сушінні. Після циклону тютюн охолоджують в спеціальному охолоджувачі - контролем вологості. Вся система повністю автоматична і управляється комп'ютерами.

Порівняльна характеристика фактора заповнення 4 марок сигарет (А, В, С, D), виготовлених з тютюнової сировини, приготованих за допомогою класичного сушильного фену барабанного типу, і FTD представлені на рис. 1.



■ -Роторна сушка

■ -Моментальна сушка

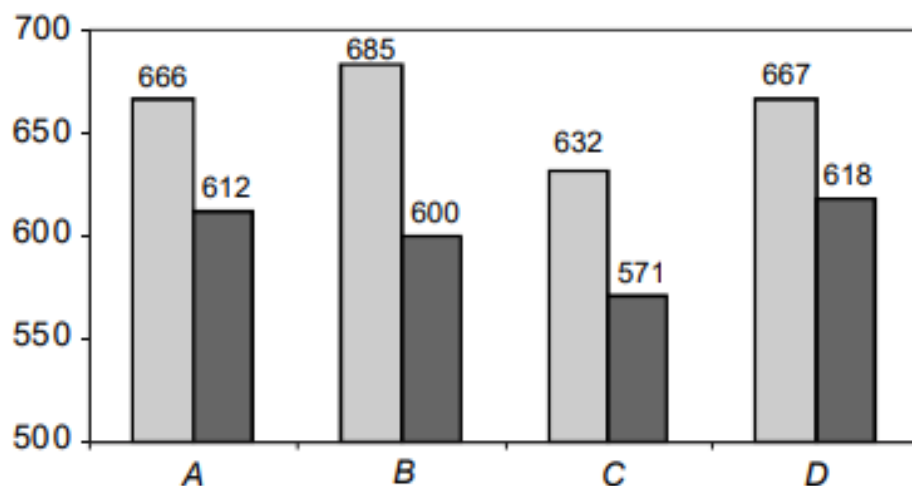
Середній приріст CCV за 4 рік становить в абсолютному вираженні близько 0.5%, однак відносно класичного процесу сушіння об'ємно-пружні властивості збільшуються майже на 10%.

Таке збільшення заправної здатності тютюну дозволяє значно знизити його вагу в сигаретах (рис. 2). Зазвичай таке значне зниження ваги тютюну негативно впливає на жорсткість сигарет - вони зроблені м'якшими. Однак, у зв'язку зі збільшенням заправної здатності тютюну, жорсткість сигарети майже не змінюються.

Аналогічна технологія миттєвого сушіння зараз використовують провідні тютюнові компанії. Зокрема, «Philip Morris» має тільки в Європі 4 Тютюнові фабрики з використанням FTD.

Вартість сушарок миттєвого типу досить висока. Отже, фірма Наупі оцінює свою лінію Миттєвої сушки здатністю в 5 т/год більше ніж 5 млн дол. Однак розрахунки показують, що завод з обсягом виробництва 25 млрд. шт. сигарети при використанні цієї лінії легко окупають свої витрати на 12-15 місяців.

Маса тютюну:



-Роторна сушка



-Моментальна сушка

Листя тютюну піддають димному сушінню для створення бажаного зовнішнього вигляду та внутрішньої якості, але вплив димного сушіння на трансформацію хімічних речовин у тютюні не був повністю вивчений. Для порівняння двох методів сушіння (тобто, сушіння в печі та димного сушіння) з точки зору хімічних речовин у тютюні було використано метод половинки листка та підхід, заснований на балансі мас, для порівняння двох методів сушіння. Ці речовини включали: вуглець, азот, пластидні пігменти, поліфеноли та деякі важливі елементи в листі тютюну. У порівнянні з сушінням у печі, вміст крохмалю значно зменшився, тоді як вміст цукрів (включаючи загальний цукор, глюкозу, фруктозу, мальтозу і сахарозу) збільшився в листі тютюну, висушеного в димоході. Вміст цукрів між двома методами сушіння відрізнявся лише в кількісному відношенні. Вміст білка, загального азоту та нікотину в листі тютюну, висушеного в димоході, значно зменшився порівняно з сушінням у печі. Два важливих елементи (калій і хлор) не зазнали значних змін. У порівнянні з сушінням у печі, чотири пластидних пігменти (лютеїн, хлорофіл А, хлорофіл В,  $\beta$ -каротин) значно зменшилися, а шість поліфенольних речовин (неохлорогенова кислота, хлорогенова кислота, кавава кислота, хризатропова кислота, рутин, кемпферол) значно збільшилися. Дане дослідження дозволило з'ясувати механізми трансформації хімічних речовин після димосолодження тютюнового листя, що дає змогу отримати уявлення про

трансформацію та зрозуміти процедури вивчення димосолодження тютюнового листя.

## ЕКСПЕРИМЕНТ

Вимірювання проводили в кліматичній камері, вивчаючи різні тютюнові листки. Параметри тесту регулювали відповідно до запропонованих технологічних параметрів сушильного повітря.

Дослідження були завершені після досягнення рівноважного (постійного) вологовмісту. Весь процес сушіння контролювався для досягнення ізотермічних умов (зчитування показань приладів кожні 4 години). приладів кожні 4-8 годин).

Під час останнього етапу дослідницької роботи було проведено два вимірювальні випробування. У першому тютюнове листя було підвішене в природному стані, а в другому - з тютюнового листка була видалена середня жилка тютюнового листка, щоб ми могли дослідити чисту пластинку та серцевину окремо.

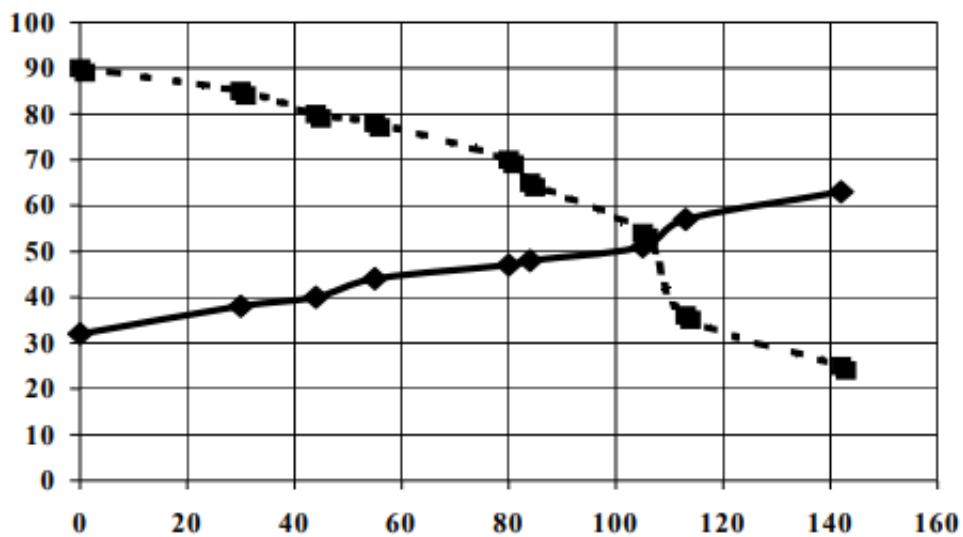


Рис. 3.1. Звичайний тютюн залишається в сушарці

--	--	--

Період висихання, (год)	Температура сушіння	Вологість повітря, %
0	32	90
30	28	85
44	40	80
55	44	78
80	47	70
84	48	65
105	51	54

Температура(град), відносна вологість(%).



Період висихання(год).

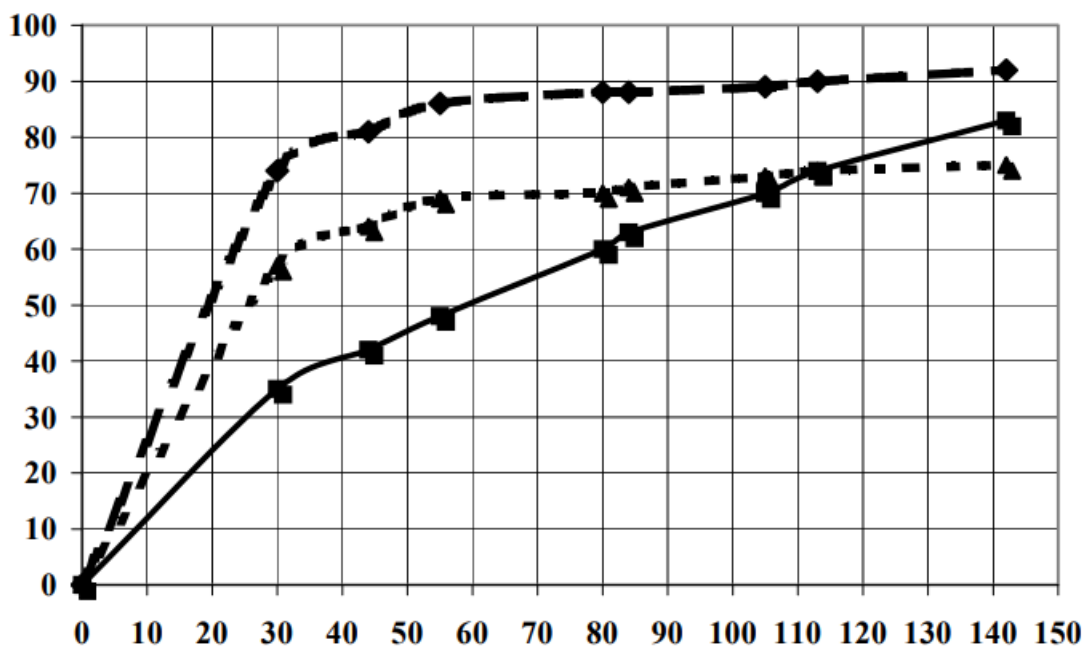
### РЕЗУЛЬТАТ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Таблиця 2 містить результати експериментального затвердіння (сушіння), з особливою увагою до зміни маси ( $\Delta m$ ) і часу (t), ( $m$  = маса в кінці заданого періоду сушіння).

Звич. Тютюновий лист	Пластинка	Сер. Ребро.
35	57	74
42	64	81
48	69	86
60	70	88
63	71	89
70	73	89
74	74	90

Середня зміна маси під час зневоднення

Відносна зміна маси.



Період висихання(год).

Після висушування різних листків тютюну ми визначили рівноважну вологість для розрахунку вологовідношення. Таким чином ми могли оцінити коефіцієнти сушіння, згідно з таблицею 3. Надійність експериментальних даних, отриманих в

результаті випробувань які були повторені чотири рази, становила понад 90 %.  
Похибка експериментальних даних становила близько 8 %.

### 3.4 Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

#### КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА СУШІЛЬНОЇ МАШИНИ

Сушильна машина має три основні частини: сушильну камеру з конвеєром, пристрій для попереднього підсушування, та калорифер для підігріву повітря.

Сушильна камера представляє собою закритий металевий короб зі збірних плит що ізолювані фольгою та теплополіурітановим напилком, всередині якого прикріплені 4 ланцюгових конвеєра з перфорованими пластинами, обидві гілки яких працюють.

Пристрій для попереднього підсушування представляє собою систему з трубопроводів з робочої камери сушарки до завантажувального конвеєра через відцентровий насос.

Електрокалорифер складається з відцентрового насоса, двигуна, корпусу та електро нагрівача СФОЦ-250.

Привід електрокалорифера приводить в рух привід та всі конвеєри пристрою попереднього підсушування.

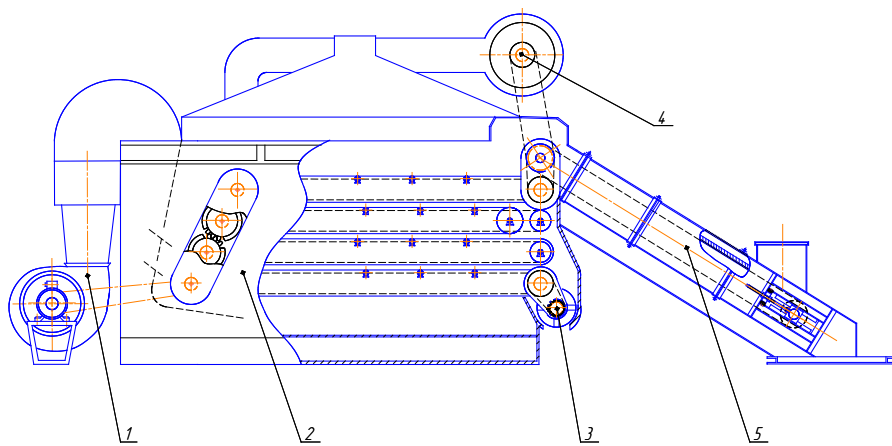


Рис. 3.4. Сушильна машина СП-ІМ

1 – Електро калорифер, 2-Сушильна камера, 3 – Вивантажувальний бункер, 4 – Пристрій попереднього підсушування, 5 – Завантажувальний конвеєр.

## Технічна характеристика сушильної машини

Продуктивність, кг / год.....	96.6
Потужність електродвигуна, кВт.....	20
Довжина.....	10400
Ширина.....	2500
Висота.....	4000
Загальна маса, кг.....	800
Температура повітря при сушінні, ° С .....	52
Вологість готового тютюну,%.....	12-14
Температура відхідного повітря,° С.....	38
Швидкість повітря при проходженні через шар тютюну, м / с..	0,5
Число конвеєрів	
Похилих подаючих .....	1
Внутрішніх горизонтальних .....	4
Робочих гілок. ....	8
Загальна площа всіх конвеєрів, м2.....	53
Робоча площа всіх конвеєрів, м2.....	44
Число конвеєрних пластин .....	341
З отворами.....	269
Глухих.....	72
Матеріал конвеєрних пластин – декатирований метал, покритий антикорозійним гліфталевим лаком	
Крок конвеєрної пластинчастого шарнірного ланцюга.....	55

Загальна довжина конвеєрних ланцюгів, м. .... 76,7

Середня частота обертання вивантажувального барабана

об / хв..... 2,

### 3.5.Висновок

Модернізація полягає в зменшенні габаритних розмірів за рахунок зміни трубного калорифера на сучасний електричний, та підвищення продуктивності сушарки за рахунок попереднього підсушування.

## 4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого об'єкту проектування Розрахунок сушарки

В апаратах для сушіння харчових продуктів видаляється частина вологи із сировини, що висушується, шляхом випаровування при нагріванні.

Треба розрахувати стрічкову сушарку для тютюну з проміжним підігрівом теплоносія. Продуктивність сушарки по сировині 96 кг/год. початкова вологість продукту 14%, кінцева-70%. Початковий вміст повітря 52 кг/кг, кінцевий-38.

Маса вологи, що випаровується із продукту (в кг):

$$W = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 62.1 \text{ кг/год}$$

де  $w_1$  - початкова вологість продукту, що висушується, %;

$w_2$  - кінцева вологість продукту, %;

$G_1$  - маса вологого продукту, кг;

$G_2$  - маса висушеного продукту, кг.

Витрата повітря в дійсній сушарці (в кг):

$$L = (1,1 + 1,5) \frac{W}{x_1 - x_2} = 3.24 \text{ кг}$$

(9.2)

де  $x_1, x_2$  - початковий і кінцевий вологовміст повітря, кг/кг (сухого повітря)

Випаровується волога по стрічкам:

Питома витрата теплоти в калориферах, кДж/кг:

$$q = \frac{I_k - I_n}{x_k - x_n}$$

Відповідальна організація <b>НХТ</b>	Технічне узгодження Якимчук Р.Л	Вид документа Глянцевальна записка	Статус документа			
Власник документа <b>НХТ</b>	Розробник документа Орлов І.В	Назва, додаткова назва АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ	210751.KP.06.004.P3			
	Документ затверджено Якимчук М.В		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш

звідки

$$q_1 = \frac{192 - 155}{0,0565 - 0,042} = 2551,7 \text{ кДж/кг} \quad q_2 = \frac{155 - 118}{0,042 - 0,028} = 2642,8 \text{ кДж/кг} \quad q_3 = \frac{118 - 92}{0,028 - 0,018} = 2600 \text{ кДж/кг}$$
$$q_4 = \frac{92 - 33,52}{0,018 - 0,008} = 5848 \text{ кДж/кг}$$

Витрата теплоти в калориферах , кДж/с:

Витрати теплоти на нагрівання вологого продукту і випаровування вологи з урахуванням витрат теплоти (на першій стрічці):

Витрата пари тиском 0,98 МПа на першій та другій стрічках:

$$D_1 = \frac{Q_{1+2}}{r_1} = \frac{415,71}{481,8 \cdot 4,1868} = 0,206 \text{ кг/с}$$

Відповідно витрата пари тиском 0,685 МПа на третій і четвертій стрічках:

$$D_2 = \frac{Q_{3+4}}{r_2} = \frac{197,32}{493,8 \cdot 4,1868} = 0,095 \text{ кг/с}$$

Повна витрата пари:

Питома витрата повітря, кг/кг продукту:

$$i = \frac{1}{0,0565 - 0,008} = 20,62 \text{ кг/кг}$$

## Аналiтичний розрахунок нормального сушарного процесу

Вологовмiст повітря, г водяної пари/кг сухого повітря:

Зовнішнього повітря влітку  $d_o^n$  і взимку  $d_o^{3M}$ :

$$d_o = 622 \frac{\varphi_o * p_n^o}{P_{atm} - \varphi_o * p_n^o} = 622 \frac{0.6 * 2}{10^5 - 0.6 * 2} = 0.006$$

Де  $\varphi_o$  - відносна вологiсть повітря в частинах;

$p_n^o$  - тиск насиченої водяної пари при температурі  $t_o$ , Па;

$P_{atm}$  - атмосферний тиск, Па;  $P_{atm} = 1 * 10^5$  Па .

Значення тиску насиченої пари в кПа, в залежності від температур зовнішнього повітря зимою, літом і температури відпрацьованого сушарного агента визначаються з діаграми на рисунку 6. Вологовмiст  $d_2$  сушарного агента, що відпрацьовував також визначається за формулою, що і  $d_o$ .

$$d_2 = 622 \frac{\varphi_2 * p_n^2}{P_{atm} - \varphi_2 * p_n^2} = 622 \frac{0.5 * 7}{10^5 - 0.5 * 7} = 0.02$$

Відносна витрата абсолютна сухого повітря взимку  $l^{3M}$  і влітку  $l^n$ , кг водяної пари/кг сухого повітря:

$$l = \frac{1000}{d_2 - d_o} = \frac{1000}{0.02 - 0.006} = 71\,428.5$$

Необхідна температура підігрівання повітря в калорифері, °С:

Теплоємність вологого повітря на 1 кг сухого, ккал/(кг\*град):

$$C = C_{пов} + \frac{C_{пар} * d_o}{1000} = 0.24 + \frac{0.44 * 0.006}{1000} = 0.24$$

де - теплоємність повітря = 0.24 ккал/(кг\*град);

- теплоємність пари = 0.44 ккал/(кг\*град);

- вологовмiст зовнішнього повітря, г/кг.

Повна теплота пари при температурі  $t_2$ :

$$i = i_o + C_{пар} * t_2 = 597.3 + 0.44 * 38 = 614.02$$

де  $i_o$  - теплота пари при 0°C, що = 597.3 ккал/кг.

## Розрахунок витратних характеристик процесу сушіння

Кількість вологи, що випаровується за 1 год, кг/год.

$$W_{\text{вд}} = \frac{W}{\tau} = \frac{3.6}{2} = 1.8$$

Витрати тепла за 1 год роботи, ккал/год.

$$Q = q * W_{\text{вд}} = 14 * 1.8 = 25.2$$

Витрати пари  $G_n$  на сушіння, кг/ч.

$$G_n = \frac{Q}{(i - t_{\text{кон}}) * \eta} = \frac{25.2}{(614.02 - 132.9) * 0.98} = 0.05$$

де  $i$  – повна теплота граючої пари, ккал/кг;

$t_{\text{кон}}$  - температура конденсату;

$\eta$  - ККД калорифера.

Витрата пари на 1 кг вологи, кг пари/кг вологи, що випаровується

$$g_n = \frac{G_n}{W_{\text{вд}}} = \frac{0.05}{1.8} = 0.03$$

Витрати пари на 1 кг висушеного матеріалу.

$$g_{nm} = \frac{G_n * \tau}{G_2} = \frac{0.05 * 2}{96.6} = 0.001$$

Витрати повітря на сушку матеріалу, годинна і секунди.

## Кінематичний розрахунок привода.

1 – двигун;

2 – муфта;

3 – варіатор;

4 – муфта;

5 – привідний вал;

6 – зубчата передача.

Необхідна потужність електродвигуна.

$$N = \frac{N_0}{\eta}; \text{ де}$$

$$\eta = \eta_m * \eta_{nn} * \eta_{вар} * \eta_{зн};$$

$\eta_m$  - ККД муфти;

$\eta_{nn}$  - ККД пари підшипників;

$\eta_{зн}$  - ККД зубчатої передачі;

$\eta_{вар}$  - ККД варіатора

$$\eta = 0,98 * 0,99 * 0,94 * 0,98 = 0,92;$$

$$N = \frac{13,3}{0,92} = 14,6 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун В160SYB3Т4: N=15 кВт; ГОСТ 2479-79

n=1500 об/хв.

Вибираємо мотор – варіатор 100/RMI150 ТУ 16-510.776-81

Передаточне число u=32

Зубчаста передача u=1,8.

Визначення потужності, чисел обертів, крутних моментів на валах привода.

$$N_1 = 14,6 \text{ кВт};$$

$$N_{II} = N_1 * \eta_{m1} = 14,6 * 0,98 = 14,3 \text{ кВт};$$

$$N_{III} = N_{II} * \eta_{\text{вар}} * \eta_{nn} = 14,3 * 0,94 * 0,99 = 13,4 \text{ кВт};$$

$$N_{IV} = N_{III} * \eta_{nn} * \eta_{zn} = 13,4 * 0,99 * 0,98 = 13 \text{ кВт}.$$

$$N_V = N_{IV} * \eta_m = 13 * 0,98 = 12,74 \text{ кВт}$$

Числа обертів:

$$n_1 = n_2 = 1465 \text{ об/хв.};$$

$$n_3 = n_2 / u_{\text{вар}} = 1465 / 32 = 46,4 \text{ об/хв};$$

$$n_4 = n_5 = n_3 / u_{3II} = 46,4 / 1,8 = 26,5 \text{ об/хв};$$

Крутні моменти

$$T_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1} = 9550 \frac{14,6}{1465} = 95,17 \text{ Нм};$$

$$T_2 = 9550 \frac{N_2}{n_2} = 9550 \frac{14,3}{1465} = 93,2 \text{ Нм};$$

$$T_3 = 9550 \frac{N_3}{n_3} = 9550 \frac{13,4}{46,4} = 2758 \text{ Нм};$$

$$T_4 = 9550 \frac{N_4}{n_4} = 9550 \frac{13}{26,5} = 4685 \text{ Нм};$$

Отримані результати заносимо до таблиці 1

Параметри валів.

Таблиця 1

№	N,кВт	n,об/хв	T,Нм
I	14,6	1465	95,17
II	14,3	1465	93,2
III	13,4	46,4	2758
IV	13	26,5	4685

## Розрахунок тепловтрат при сушці в камері

Тепловтрати в довкілля:

Середня різниця температур середовищ по довжині бака:

$$t_{cp} = \frac{t_{доп} - t_2}{2.3 \lg \frac{t_{доп} - \Theta}{t_2 - \Theta}} = \frac{52 - 38}{2.3 \lg \frac{27}{13}} = 20$$

$t_{доп}$  - допустима температура сушарного агента на вході в сушарку, °С;

$t_2$  - температура сушарного агента на виході з сушарки, °С;

$\Theta$  - температура матеріалу на вході в сушарку, °С.

Різниця температур середовищ на торцях камери

$$t'_{cp} = t_{доп} - \Theta = 52 - 25 = 27 \text{ } ^\circ\text{C} \quad t''_{cp} = t_2 - \Theta = 38 - 25 = 13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Інтенсивність тепловтрат при коефіцієнті теплопередачі однаковому для усіх стін сушарки :

- по довжині камери, ккал/( $M^2 * год$ )

$$q_{\partial} = k * t_{cp} = 0.7 * 20 = 14$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі стін сушарки, ккал/( $M^2 * год$ ).

- з торців камери, ккал/( $M^2 * год$ )

$$q'_{m} = k * t'_{cp} = 0.7 * 27 = 18.9$$

$$q''_{m} = k * t''_{cp} = 0.7 * 13 = 9.1$$

Тепловтрати в довкілля :

$$q_{\partial k} = (q_{п\partial} * S_{п\partial} + q_{ст} * S_{ст} + q_c^{\square} * S_c + q'_m * S_m + q''_m * S_m) \frac{\tau}{W} = (14 * 22.2 + 14 * 22.2 + 14 * 16.5 + 18.9 * 3.6 + 9.1 * 3.6) \frac{2}{3.4} = 560.8$$

де  $q_{п\partial}, q_{ст}, q_c^{\square}$  - інтенсивність тепловтрат через підлогу, стелю і стінки, баку, ккал/( $M^2 * год$ ),  $q_{п\partial} = q_{ст} = q_c^{\square} = q_{\partial}$  ;

$q'_m, q''_m$  - інтенсивність тепловтрат на торцевих стінках камери;

$S_{п\partial}, S_{ст}, S_c, S_m$  - площа підлоги, стелі, поздовжніх і торцевих стін камери,  $M^2$  ;

$\tau$  – час сушіння, год.

Тепловтрати на нагрів матеріалу

Визначаються теплоємністю матеріалу, ккал/(кг\*град):

- сирого:

$$C'_M = C_{cm} + (1 - C_{cm}) \frac{\omega_1}{100} = 0.4 + (1 - 0.4) \frac{0.5}{100} = 0.4$$

де  $C_{cm}$  – теплоємність абсолютно сухого матеріалу, ккал/(кг\*град);

висушеного:

$$C''_M = C_{cm} + (1 - C_{cm}) \frac{\omega_2}{100} = 0.4 + (1 - 0.4) \frac{0.17}{100} = 0.401$$

Середня температура висушеного матеріалу, °С

$$\Theta_2 = \frac{t_{доп} + t_2}{2} = \frac{52 + 38}{2} = 45$$

Тепловтрати на нагрів матеріалу, ккал/кг

$$q_M = \frac{C'_M * G_1 * \Theta - C''_M * G_2 * \Theta_2}{W} = \frac{0.4 * 100 * 25 - 0.401 * 96.6 * 45}{3.4} = 218.5$$

## Розрахунок ланцюгової передачі.

Частота обертання  $n_1 = 28$  об/хв; омінальна потужність  $N_1 = 0.8$  кВт; передаточне число  $u = 1.4$ .

1. Обирається ланцюг приводний роликів за ГОСТ 13568-75 та визначаємо її крок за формулою:

$$t \geq 2.83 \sqrt{\frac{T_1 \cdot K_E}{z_1 \cdot [p] \cdot m}}$$

де  $T_1$  — крутний момент на валу меншої зірочки, Н·мм,

$z_1$  — число зубців меншої зірочки,

$[p]$  — питомий тиск на одиницю опорної поверхні шарніру, МПа,

$m$  — кількість рядів ланцюга,

$K_E$  — коефіцієнт, який враховує умови монтажу та експлуатації ланцюгової передачі, дорівнює добутку шести коефіцієнтів:

$$K_E = k_D \cdot k_a \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_{cm} \cdot k_n$$

де  $k_D$  — динамічний коефіцієнт,

$k_a$  — коефіцієнт, який враховує вплив міжосьової відстані,

$k_n$  — коефіцієнт, який враховує вплив нахилу ланцюга,

$k_p$  — коефіцієнт, який враховує спосіб регулювання натягу ланцюга,

$k_{cm}$  — коефіцієнт, який враховує спосіб змащення ланцюга,

$k_n$  — коефіцієнт, який враховує періодичність роботи передачі.

$$K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1.4 \cdot 1 = 1.75$$

Число зубців меншої зірочки попередньо приймаємо 27, тоді

$$z_2 = z_1 \cdot u = 27 \cdot 1.4 = 37$$

1. Приймаємо орієнтовно  $[p] = 20$  МПа

2. Знаходимо крок ланцюга:

$$t \geq 2.8 \sqrt[3]{\frac{340 \cdot 10^3 \cdot 1.75}{27 \cdot 20 \cdot 1}} = 28.9$$

Приймаємо ланцюг з кроком  $t = 31,75$  мм , проекція опорної поверхні

шарніру  $A_{on} = 262 \text{ мм}^2$  , руйнівне навантаження  $Q = 88.5$  кН,  $q = 3,8$  кг/м.

3. Визначаємо кількість ланок ланцюга, спочатку знаходимо сумарну кількість зубців :

$$z_{\Sigma} = z_1 + z_2 = 27 + 37 = 64$$

Міжосьова відстань(конструктивно) :

$$a = 1000 \text{ мм}$$

$$\text{Поправка } \Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi} = \frac{37 - 27}{2 \cdot 3.1415} = 1.59$$

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{1000}{31.75} = 31.5$$

$$L_t = 2a_t + 0.5z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t} = 2 \cdot 31.5 + 0.5 \cdot 64 + \frac{1.59^2}{31.5} = 95$$

Приймаємо  $L_t = 94$

5. Уточнюємо міжосьову відстань :

$$a = 0.25t \left[ L_t - 0.5z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0.5z_\Sigma)^2 - 8\Delta^2} \right] =$$

$$= 0.25 \cdot 31.75 \left[ 94 - 0.5 \cdot 64 + \sqrt{(94 - 0.5 \cdot 64)^2 - 8 \cdot 1.59} \right] = 983 \text{ мм}$$

Натяжний пристрій повинен забезпечити зміну міжосьової відстані в наступних межах :

$$\Delta_a = 983 \cdot 0,004 \approx 4 \text{ мм}$$

**6.** Визначаємо діаметри ділительних кіл зірочок :

$$d_{Д1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} = \frac{31.75}{\sin \frac{180^\circ}{27}} = 273.5 \text{ мм}$$

$$d_{Д2} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}} = \frac{31.75}{\sin \frac{180^\circ}{37}} = 374,4 \text{ мм}$$

**7.** Визначаємо діаметри зовнішніх кіл зірочок :

$$d_{e1} = t \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{z_1} + 0.70 \right) - 0.31d_1 = 31.75 \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{27} + 0.70 \right) - 0.31 \cdot 19.05 = 288 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = t \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{z_2} + 0.70 \right) - 0.31d_1 = 31.75 \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{37} + 0.70 \right) - 0.31 \cdot 19.05 = 389 \text{ мм}$$

де  $d_1$  — діаметр ролика ланцюга ,  $d_1 = 19,05$  мм

**8.** Сили, які діють на ланцюг :

колова  $F_t = \frac{N}{v} = \frac{0.8 \cdot 10^3}{0.4} = 2 \cdot 10^3 \text{ Н},$

відцентрова  $F_v = qv^2 = 3.8 \cdot 0.4^2 = 1.5 \text{ Н},$

від провисання ланцюга  $F_f = 9.81k_f qa = 9.81 \cdot 3 \cdot 3.8 \cdot 0.983 = 110 \text{ Н},$

де  $k_f$  — коефіцієнт, який враховує розташування ланцюга,

**9. Розрахункове зусилля на вали :**

$$F = F_t + 2 \cdot F_f = 2000 + 2 \cdot 110 = 2220 \text{ Н}$$

## 4.2. Підбір конструкційних матеріалів

В харчовій промисловості вибір матеріалів для виготовлення обладнання грає оджу з важливих ролей. Основними факторами на що треба зпиратися це: матеріали з якого виготовляють деталі не повинні міняти параметри і властивості сировини та продукту з яким ми працюємо. Для кожного виду продукту є заборонені та дозволені матеріали.

Деталі, які відіграють дуже важливу роль у конструкції пристрою, від яких потребується забезпечення міцності з'єднань, зносостійкість вузлів, Виготовлений з високоякісної сталі 40X ДСТУ 7806:2015 і 40ХН ДСТУ 7807:2015. Надійність деталей забезпечується цими сталями.

Деталі, на які не прикладаються великі навантаження виготовляються з сталі ст3 ДСТУ 4738:2007. Вона дешевша, тому її застосування економічно обґрунтовано.

Усі кріпильні елементи обладнання (болти, шайби, гайки, гвинти) виготовляються з сталі ст5 ДСТУ 2651:2005, цим забезпечуючи потрібну надійність кріплень. Ця сталь є не дорогою та не дефіцитною порівнюючи з іншими.

Нерухомі деталі наприклад: корпуси підшипників, станина і т.д. виготовляються з дешевого металу – сірого чавуну СЧ20 ДСТУ 8833:2019. Він повністю задовольняє вимоги міцності, являється одним із найбільш широкоживаних металів та його легко обробляти.

### 4.3. Технологія машинобудування

#### Розроблення технологічного процесу складання

##### відцентрового вентилятора.

Необхідно сформулювати план монтажу та маршрут процесу використовуючи відцентровий вентилятор. Відцентровий вентилятор є різновидом роторно-лопатевого механізму, завдяки відцентровій силі, що створюється під час роботи обертання, збільшуючи питому енергію повітря або інших газів, в результаті чого їх безперервний потік. Використовується для транспортування неерозійних Газове середовище з температурою не вище 80°C, що містить в'язкі, волокнисті та пилоподібні речовини. В даному випадку він використовується для закачування теплоносія в сушильну установку. Для сушіння продукту використовується повітря, що забирається з навколишнього середовища, нагрівається калориферами і подається по трубах в сушильну установку.

1	Пластина двигуна	1
2	Пластина фланця вихідна	1
3	Стінка бокова	1
4	Труба	1
5	Пластина	1
6	Фланець вентилятора	1
7	Фланець двигуна	1
8	Двигун	1
9	Втулка вентилятора	1
10	Болт М10-28	4
11	Гайка М10	4
12	Болт М8	4

Рис. 4.1. Подетальний склад відцентрового вентилятора.

З аналізу схеми відцентрового вентилятора потрібно виділити складальні одиниці: Ск.1 – вхідна частина, Ск.2 – корпус, Ск.3 – вузол приводу вентилятора.

№ Операції	№ Переходу, зміст переходу	Інд змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш
10. Складання вхідної операції(Ск.1)	<p>10.1 Зафіксувати пластину фланця 2</p> <p>10.2. Зварити пластину фланця 2 та трубу 151x1,5 L48 4 по контуру дотику деталей, шви зварні ГОСТ 14771-76</p> <p>10.3. Зварити трубу 151x1,5, L48 4 та пластину 5 по контуру дотику деталей, шви зварні ГОСТ 14771-76</p> <p>10.4. Зварити трубу 151x1,5, L48 4 та пластину 5 по контуру дотику деталей, шви зварні ГОСТ 14771-76</p> <p>10.5. Зварити трубу 151x1,5, L48 4 та фланець 7 по контуру дотику деталей, шви зварні ГОСТ 14771-76</p> <p>10.6. Зварити пластину фланця 2 та бокову стінку 3 по контуру дотику деталей, шви зварні ГОСТ 14771-76</p>				
20.Складання корпусу вентилятора (Ск.2)	<p>20.1. Зафіксувати пластину двигуна 1</p> <p>20.2. Розмістити відносно пластини двигуна 1 позиції 12 (болт М8x16) (СК2)</p> <p>20.3. Зварити між собою СК1 та СК2 по контуру дотику деталей</p> <p>20.4. Зварити фланець вентилятора 7 з корпусом вентилятора</p>				
30.Складання вузла приводу Вентилятора(Ск.3)	<p>30.1. Зафіксувати двигун 8</p> <p>30.2 Розмістити фланець двигуна 7 відносно двигуна 8</p> <p>30.3 Розмістити втулку вентилятора 9 відносно двигуна 8</p>				
40. Контрольний крок	<p>40.1 Розмістити корпус вентилятора та СК3 та зафіксувати гайками М8</p>				
<p>Документ затверджено</p> <p style="text-align: center;">210751.KP.06.004ПЗ</p>				<p>Мова UA</p>	<p>Аркуш</p>

Рис. 4.3. Технологічний маршрут складання відцентрового вентилятора

### Розрахунок надійності валу привода відцентрового вентилятора

#### при експлуатації

Визначимо ймовірність безвідмовної роботи штоку перепускного клапана та проаналізуємо надійність його роботи.

За робочим кресленням штоку знайдемо геометричні розміри, які необхідні щоб користуватися таблицями:  $d_1$  – діаметр валу двигуна, мм, що приводить в рух лопатеву турбіну. За довідником знайдемо для матеріалу валу границю міцності при розтягу  $\sigma_{вр}$ , МПа.

Проведемо розрахунок ймовірності безвідмовної роботи валу для критичного перерізу I-I, у якого:  $d_1 = 28$  мм. З довідника знайдемо для сталі 45 значення  $\sigma_{вр} = 700$  МПа, а з технічної документації на вузол з'ясуємо, що значення згинаючого та крутного моментів:  $M_{зг} = 20$  Н·м;  $M_{кр} = 55$  Н·м.

Шляхом інтерполяції знаходимо ефективні коефіцієнти напружень при згинанні та крученні вала для галтелі при вала при  $\sigma_{вр} = 700$  МПа

$$K_{\sigma} = 2,71; K_{\tau} = 1,52.$$

Масштабний фактор при крученні та згинанні штоку визначаємо за таблицею згідно величини діаметра. Для нашого прикладу  $d_1 = 28$  мм коефіцієнти рівні:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,88; \varepsilon_{\tau} = 0,77.$$

Середні значення амплітуд напружень при згинанні та крученні для валу за формулами:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_{зг}} = \frac{32M_{зг}}{\pi d_1^3} = \frac{32 \cdot 20 \cdot 10^3}{\pi (28)^3} = 9,28 \text{ МПа};$$

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{M_{кр}}{0,2d_1^3} = \frac{55 \cdot 10^3}{0,2(28)^3} = 12,52 \text{ МПа},$$

де -  $W_{зг}$ ,  $W_{кр}$  - момент опору при згинанні та крученні в критичному перерізі валу, мм<sup>3</sup>.

Коефіцієнти запасу міцності при згинанні та крученні валу становить відповідно:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_u} = \frac{280}{\frac{2,71}{0,88} \cdot 9,28} = 9,79;$$

$$n_{\tau} = \frac{2\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{кр}} = \frac{2 \cdot 140}{\frac{1,52}{0,77} \cdot 12,52} = 11,32;$$

где  $\sigma_{-1} = 280$  МПа,  $\tau_{-1} = 140$  МПа – границі витривалості матеріалу валу (Сталь 45) відповідно при згинанні та крученні (довідникові дані).

Загальний сумарний коефіцієнт запасу міцності визначається за формулою:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 \cdot n_{\tau}^2}} = \frac{9,79 \cdot 11,32}{\sqrt{9,79^2 \cdot 11,32^2}} = 1,009.$$

Середнє квадратичне відхилення амплітуд напружень

$$S_a = \frac{A \cdot \sigma_{3\sigma}}{3} = \frac{1,75 \cdot 9,28}{3} = 5,41 \text{ МПа, де } A = \frac{M_{кр}}{M_{3\sigma}} = \frac{55}{20} = 1,75.$$

Коефіцієнт варіації амплітуд

$$v_a = \frac{S_a}{\sigma_{3\sigma}} = \frac{5,41}{9,28} = 0,58.$$

Приймаємо сумарний коефіцієнт варіації амплітуд  $v_a = 0,6$ . Знаходимо за графіком ймовірність відмови. Враховуючи співвідношення між ймовірностями безвідмовної роботи і відмов, ймовірність безвідмовної роботи валу становить:

$$P(t) = 90,0$$

Одержаний показник показує, що вал має високу експлуатаційну надійність.

## Сертифікація елементів технологічного обладнання

Об'єктом сертифікації може бути як вузол, так і окрема деталь.

Відповідно до ДСТУ 3413-96 (Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції.) Порядок проведення сертифікації продукції в загальному випадку містить такі пункти:

- 1) подання та розгляд заявок на сертифікацію продукції;
- 2) аналіз наданої документації;
- 3) прийняття рішення щодо заявки із визначенням схеми (моделі) сертифікації;
- 4) інспекція виробництва;
- 5) інспекція виробництва продукції, що сертифікується, або сертифікацію системи якості, якщо це зазначено в схемі сертифікації;
- 6) відбирання, ідентифікацію та випробування зразків продукції;
- 7) аналіз отриманих результатів та прийняття рішення щодо можливості видачі сертифіката відповідності;
- 8) видачу сертифіката відповідності, укладання ліцензійної угоди та занесення сертифікованої продукції до Реєстру Системи;
- 9) визнання сертифіката відповідності, що виданий іноземним органом;
- 10) технічний огляд за сертифікованою продукцією;
- 11) інформацію щодо результату робіт з сертифікації.

Для проведення сертифікації обрано відцентровий вентилятор типу ВЦ 4-75

Серійність виробів, що сертифікуються	Обов'язковість проведення робіт щодо виробів, які сертифікуються					Документи, що видаються органом з сертифікації продукції
	Обстеження її виробництва	Атестації її виробництва	Сертифікації системи якості її виробництва	Її випробувань з метою сертифікації	Технічного нагляду за її виробництвом	
1	2	3	4	5	6	7
Продукція, що випускається серійно	Не проводиться	Проводиться	Не проводиться	Проводяться на зразках в порядку і в кількості, які встановлені органом з сертифікації	Проводиться в порядку, що визначений органом з сертифікації	Сертифікат з терміном дії, що встановлюється ліцензійною угодою з урахуванням терміну дії атестату виробництва (до двох років)

Таблиця 8.3.Схема сертифікації відцентрового вентилятора

Заява на проведення сертифікації є типовою і подається за наступною формою.

ДОДАТОК Б  
(рекомендований)

Форма заявки на проведення сертифікації продукції  
Назва органу з сертифікації продукції, адреса\*

**ЗАЯВКА**  
на проведення сертифікації продукції в Системі УкрСЕПРО

1 \_\_\_\_\_  
(назва підприємства-виробника, постачальника (далі — заявник), адреса, код ЄДРПОУ)

в особі \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові керівника та його посада)

заявляє, що \_\_\_\_\_  
(назва продукції, код ОКП)

виготовлена у вигляді виробу одноразового виготовлення, виготовлена у вигляді партії в кількості \_\_\_\_\_, випускається серійно\*\* за  
(шт., т, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup> та ін.),

\_\_\_\_\_ (назва та позначення нормативного документа виробника)  
відповідає вимогам \_\_\_\_\_  
(позначення та назви нормативних документів)

і просить провести сертифікацію цієї продукції на відповідність вимогам зазначених нормативних документів за правилами Системи УкрСЕПРО.

2 Випробування з метою сертифікації прошу провести в \_\_\_\_\_  
(назва акредитованої в Системі

УкрСЕПРО випробувальної лабораторії та її адреса. У разі відсутності відомостей, цей пункт не наводиться)

3 Заявник зобов'язується:

- виконувати усі умови сертифікації;
- забезпечувати стабільність показників (характеристик) продукції, що підтверджені сертифікатом відповідності;
- сплатити всі витрати за проведення сертифікації.

4 Додаткові відомості \_\_\_\_\_

Керівник підприємства \_\_\_\_\_  
(підпис, ініціали та прізвище)

Головний бухгалтер \_\_\_\_\_  
(підпис, ініціали та прізвище)

М.П.

Дата

\* У разі відсутності органу з сертифікації продукції заявка подається до Держстандарту України.

\*\* Вноситься потрібне.

(Змінена редакція, Зміна № 2)

ДСТУ 3413—96

ДОДАТОК В  
(обов'язковий)

Форма рішення за заявою на проведення сертифікації продукції  
(в разі відсутності акредитованого органу з сертифікації)

**ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ**

**РІШЕННЯ**

№ \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.  
за заявою(ами) на проведення сертифікації продукції в Системі УкрСЕПРО

\_\_\_\_\_ (назва управління Держстандарту України)  
розглянувши заявку(и) \_\_\_\_\_ (назва підприємства-виробника/постачальника продукції)  
\_\_\_\_\_ на сертифікацію у Системі УкрСЕПРО \_\_\_\_\_  
(далі — Заявник), адреса, код ЄДРПОУ)  
\_\_\_\_\_ (назва продукції)

**ВИРІШИЛО:**

1 Дозволити \_\_\_\_\_ (назва організації, якій доручається проведення)  
\_\_\_\_\_ робіт — далі призначеної організації)  
провести сертифікацію \_\_\_\_\_  
яка випускається серійно (одноразово та ін.) \_\_\_\_\_ (назва виробника та постачальника)

2 Відбір зразків та ідентифікацію продукції покласти на \_\_\_\_\_ (назва призначеної організації)

3 Сертифікацію провести на відповідність вимогам \_\_\_\_\_ (позначення та  
\_\_\_\_\_ назви нормативних документів)

4 Схема (модель) сертифікації міститиме (непотрібне викреслити):

- обстеження виробництва;
- атестацію виробництва продукції, що сертифікується;
- сертифікацію системи якості продукції, що сертифікується;
- випробування продукції з метою сертифікації;
- технічний нагляд.

5 Випробування продукції з метою сертифікації провести в \_\_\_\_\_ (назва випробувальної  
\_\_\_\_\_ лабораторії (центру), акредитованої в системі, та її адреса)  
технічну компетентність або на технічну компетентність і незалежність атестат акредитації

6 Як виняток, надати право підпису сертифіката відповідності на продукцію

Директор \_\_\_\_\_ (прізвище керівника призначеної організації)

Основними показниками, що потрібно перевірити при іспитах виробу є геометричні та механічні показники (відповідність до розмірам, допускам, посадкам, тощо).

Для контролю обраних характеристик виробу застосовуємо такі прилади: твердоміри HRA-1; приладом для контролю шорсткості поверхні слугує індикаторний глибиномір И402 або И405 тощо.

#### 4.4. Правила монтажу, та технічного сервісу модернізованого обладнання

##### МОНТАЖ СТРІЧКОВОЇ СУШАРКИ

Підготовка до монтажу:

- Сушарка призначена для використання в закритих приміщеннях, що відносяться до категорій В,С і D відповідно до Правил пожежної безпеки та класу Р-РА відповідно до Правил улаштування електроустановок.
- Перед початком монтажу переконатися в фундаменті що він відповідає розмірам опорних частин сушарки;
- Фундамент повинен бути побудований до повної проектної позначки, а поверхня повинна бути вирівняна і перевірена перед установкою.
- Майданчик для монтажу повинен бути обладнаний необхідним підйомно-транспортним обладнанням.
- Вивантажувати і транспортувати виріб слід таким чином,щоб він не був пошкоджений.Стропування здійснюється відповідно до схеми стропування.
- Встановлення електрообладнання та систем автоматизації управління потрібно відповідати чинним правилам улаштування електроустановок.
- Безпосередньо перед монтажем виробити:
  - розпаковування і розконсервацію виробів;
  - перевірку комплектності постачання;
    - огляд з метою виявлення пошкоджень, які могли виникнути при транспортуванні;
  - перевірку міцності затягування відповідальних болтових з'єднань.

## Монтаж :

- монтаж сушарки виробляти поставними блоками відповідно до вимог креслень - справжнього паспорта.

- Приводи, приводи конвеєрних стрічок і гвинтові приводи повинні бути попередньо вирівняні на горизонтальній поверхні і жорстко закріплені на підготовленому фундаменті.

- Встановлюється подушку на підготовлену основу: встановіть подушку строго горизонтально і міцно зафіксуйте її на місці.

- У підкладки укласти ролики.

- На ролики встановити послідовно секції від 1 до 11, проклавши по периметру з'єднань азбестовий шнур і забезпечивши достатнє затягування болтових з'єднань.

- Монтаж транспортерної стрічки:

- зняти торцеву стінку приводної станції;

- перевірити по струні направляючі косинці;

- зібрати конвеєрну стрічку;

- Запустити конвеєр на низькій швидкості, з'єднайте обидва кінці на направляючій планці та намотайте стрічку.

- У вивірені і жорстко закріплені підкладки укласти ролики і на них встановити натяжну станцію, заздалегідь вивіривши в горизонтальній плоскості (натяжний вал має бути розташований по осі, паралельній приводному валу).

- Відрегулювати натягнення транспортерної стрічки.

- Помістити живильник холодного формування в центр отвору натяжної станції, вирівняти і міцно закріпити на основі.

- Встановити витяжний вентилятор. Встановити лінію всмоктування відпрацьованих газів.
- Монтаж топки з вентилятором:
  - На підготовлений фундамент встановити і жорстко закріпити топку і вентилятор з приводом;
  - Встановити лінію воздуховодов і газопроводу;
  - Футерування усередині топки виконати силами і засобами замовника.
- Теплоізоляція сушарки проводиться силами і засобами замовника на місці монтажу згідно вимог креслень.
- Заземлити пристрій разом з електрообладнанням відповідно до правил улаштування електроустановок.
- Виконати наступні підводи до машини:
  - Живлення силових ланцюгів від трифазної черирехпроводной мережі здійснюється під напругою 380v 50 ГЦ;
  - Живлення ланцюгів управління виробляється напругою 220v, частотою 50 ГЦ.

## 5.ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

В останні роки у зв'язку з високими вимогами до якості продукції, автоматичні засоби контролю показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції приділяють особливу увагу в різних галузях харчової промисловості. В управлінні технічними процесами все ширше використовуються вимірвальні інформаційні сигнали про якісні складові.

У цьому проекті сформульована схема автоматичного контролю та управління основними технологічними параметрами процесу сушіння тютюну, яка передбачає контроль витрати повітря, контроль і регулювання температури повітря, регулювання тиску під час сушіння. процес. Камера, управління двигунами конвеєра. Автоматизація управління процесом сушіння підвищує культуру експлуатації та економічність сушарки, підвищує продуктивність, покращує якість сушіння, підвищує надійність роботи, покращує умови праці та скорочує чисельність обслуговуючого персоналу.

У розробленій сушарці перш за все необхідно підтримувати постійну температуру повітря в сушильній камері. Регулювання можна забезпечити установкою регулятора тиску прямої дії на паропроводі від котельні. Оператор має можливість впливати на процес за допомогою електроприводів МЕО за допомогою ручного блоку керування. Контроль тиску відбувається шляхом встановлення манометричного показуючого пристрою МОШ 1-100.

Автоматичне регулювання температури в камері і зонах відбувається термopарамі ТПР-20475 в комплекті з потенціометром. При тому якщо температура стає вища (нижчою) ніж норма, то починає працювати звукова сигналізація і включається світлове табло.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Якимчук Р.Л</b>	<i>Вид документа</i> <b>Тлумачальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Орлов І.В</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>5.Принципи автоматизованого управління об'єктом проєктування</b>		<b>210751.KP.06.005ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <b>Якимчук МВ</b>			<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

Окрім цього випадку аварійна звукова і світлова сигналізація спрацьовують коли знижується або підвищується тиск нагріваючого повітря, коли зупиняється один із електродвигунів.

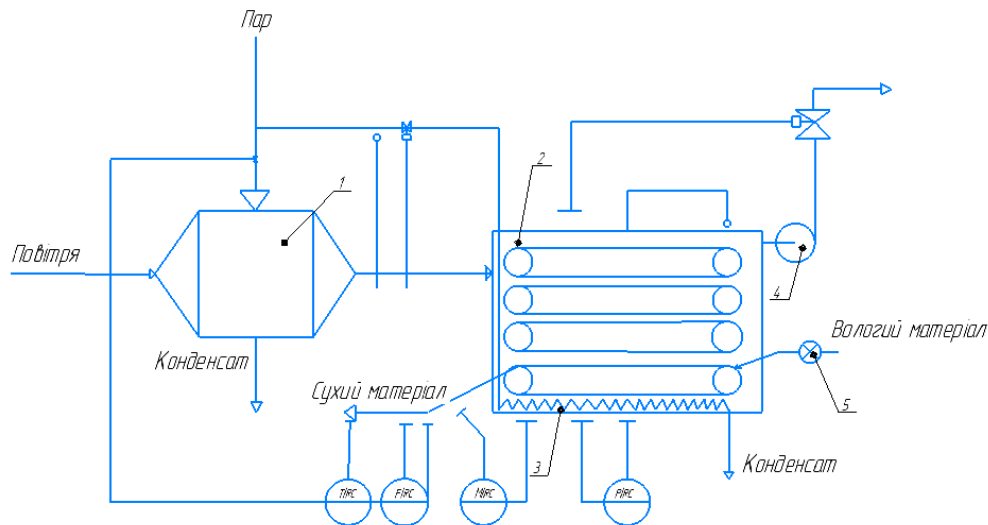


Рис.5.1. Автоматизація стрічкової сушарки

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ СТРІЧКОВОЇ СУШАРКИ

Щоб запобігти запиленія цеху потрібно експлуатувати сушарку під невеликим дозволом ( 1.2 мм вод. ст.) тобто продуктивність вентилятора на лінії відсмоктування повітря з сушарки повинно бути більше ніж продуктивність вентилятора на нагнітаючій лінії.

- Провести наладку та випробування системи автоматики іта управління згідно схемам.
- Встановити безпосередньо на сушарці термопари і сигнальну сирену.
- З'єднати виходи приладів, що встановлені на сушарці з відповідними приладами на щитах управління.
- Живити щит станцій управління від джерела струму.
- Живити щити управління від щита станції управління.
- Наладка і випробування системи автоматично виробляється

спеціалізований пуско-налагоджувальною організацією.

- Змонтований виріб піддати контрольному огляду

Підготовка сушарки до роботи:

- Перевірити:

- наявність мастила в редукторах, варіаторах, підшипникових вузлах;
- легкість обертання без зачіпання робочих коліс відцентрових вентиляторів від руки;

- наявність обгороджувальних і кріплень їх на повну кількість кріпильних деталей;
- надійність замикання всіх дверей;
- наявність електроенергії і стислого повітря.

- Відрегулювати шиберами припливної і витяжної вентиляції кількість повітря, що видаляється, в сушарці.

- Відрегулювати положення заслінок штуцерів подачі і відведення повітря в кожній проміжній секції.

- Відрегулювати положення розвантажувального шнека.

- Для усунення провисання ланцюгів приводів необхідно виробити їх натягнення за допомогою натягачів.

- Обкатати на неодруженому ході все механізму сушарки протягом 2 годин. При цьому не повинно спостерігатися зачіпання рухомих деталей і нагріву підшипникових вузлів.

## ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

1. Закрити всі двері.

2. Відкрити заслінки лінії витяжного повітря.

3. Відкрити на 25% заслінок лінії гарячого повітря секції від 1 до 11.

4. Включити в наступній послідовності:

- привід живильника
- привід стрічкового транспортера
- привід барабана.

5. Включити витяжні вентилятори для вентиляції сушарки.

6. Включити всі вентилятори, перед цим відкривши доступ до корпусів підшипників води, що охолоджує (розводка системи охолодження підшипників проводиться силами і засобами замовника на місці монтажу).

7. Сушарка повинна бути нагріта рівномірно. Для того, щоб різні по розмірах частини конструкції нагрівалися однаково, підігрівання слід вести повільно.

8. Температуру в секціях слід підвищувати ступінчасто. Кожні 30 хвилин на 20С до максимальної температури.

9.Завантажити в живильник вологий продукт.

10.Зупинити сушарку.

11.Припинити подачу матеріалу.

12.Зупинити транспортну стрічку сушарки перед цим вивантаживши вміст в ній.

13.Знижувати температуру у всіх секціях на 30С кожні 30 хвилин.

14. Коли температура в секціях впаде до 80С, зупинити впускання гарячого повітря та виробити подальше охолодження.

15. Коли температура секції впаде до 60С, вимкнути рециркуляційні вентилятори та відкрити дверці на сушильній стороні.

16.Вімкнути витяжні вентилятори та привід шнека.

## 17.Обслуговування під час експлуатації:

- під час експлуатації сушарок потрібно підтримувати певний шар матеріалу на стрічковому транспортері ( але не більше 100 мм), а т.ж. задану температуру;
- при потребі зміни швидкості руху транспортерної стрічки останнє досягається обертанням маховика варіатора.

## 18.Обслуговування під час тривалої зупинки:

- 1) Якщо змонтована і випробувана сушарка по яких-небудь причинах має бути зупинена на тривалій термін, необхідно виробити консервацію всіх рухомих вузлів сушарки;
- 2) Через кожних 6 місяців потрібно виробляти переконасервацію вузлів.

## ПРАВИЛА РОБОТИ СУШАРКИ

Управління роботою сушарки здійснюється за допомогою електрообладнання, встановленого в шафі пускової апаратури, ППУ та ППУ. Двигун можна вимкнути за допомогою кнопки «Стоп», розташованої на станції керування або локальної станції керування, або за допомогою вимикача блокування запуску, встановленого на станції місцевого керування. Система забезпечує дистанційне і локальне (в режимі налаштування) управління всіма встановленими приводами. Режим вибирається перемикачем (П1П-10ПП).

У положенні ручки перемикача «місцеве» управління здійснюється кнопками, встановленими на важелях місцевого керування (1КУМ-6КУМ). При перевірці і ремонті двигуна його відключають вимикачем заборони пуску. Щоб відрегулювати систему контролю температури в топці, необхідно заздалегідь перевести універсальний перемикач 1UP в положення «вимкнено». У цьому випадку керування приводом здійснюється кнопками керування 21КУ, 22КУ ППУ (1ВЗП-18ВЗП), розташованим у ППУ. Для дистанційного керування роботом перемикач потрібно встановити в положення Р1Р-10РР і положення «dist». Одночасно

активується сирена 10 рівня. Налаштування часу реле часу 1RV і його призначення часу затримки контактам РО розмикають контакти проміжного реле 1RP NZ, щоб підготувати всі схеми керування до роботи в режимі дистанційного блокування.

Включення приводів сушарки вмикається кнопками управління (1КУ-20КУ), що встановлені на станції управління.

Технологічні блокування в дистанційному режимі:

- для того щоб запобігти завалу сушарки стрічковим транспортер включається тільки після пуску живильника вивантаження (контролює реле контролю швидкості 1PKC);

- живильник, що формує, можливо включити тільки після пуску стрічкового транспортера (контролює реле контролю швидкості 2PKC);

- при відключенні електродвигуна вивантаження або стрічкового транспортера автоматично відбувається відключення.

- щоб уникнути попадання сирого продукту в обладнання при будь якому порушенні технологічних параметрів та характеристик процесу сушіння, передбачена схема зупинки живильника, яка формує, при температурі в топці нижче або вище за норму (контролює автоматичний потенціометр 2ПС); під час падіння тиску газу горіння (контролює сигналізатор тиску 2СПД); горіння повітря (контролює 1СПД); повітря-теплоносія (контролює 3СПДМ) та недостатньому дозові вирушаючих газів (контролює 1СПДМ і 2СПДМ).

Коли спрацьовує будь-який сигналізатор падіння тиску відключається аварійне реле 14РП, яке своїми Н.О. контактами відключає магнітний пускач

ЗП електродвигуна, а також електромагніт 1Е запобіжного клапана відсічення газу ПКН, встановленого на магістралі подачі газу горіння.

Знеструмлений електромагніт звільняє молоточок, падіння якого викликає спрацьовування запобіжного клапана ПКН.

Відкривається запобіжний клапан лише вручну після самої ліквідації аварійного стану. При цьому для безпечної роботи потрібно, щоб при відкритому клапані в положенні універсального перемикача 2УП «авт» електромагніт 1Е запобіжного клапана ПКН знаходиться під напругою (контролює сигнальна лампа 19ЛС).

Щоб перевірити апаратуру відсічення газу на роботу встановлюється універсальний перемикач 2УА в положення «діст» при відкритому клапані, тоді при переведенні 2УП в нейтральне положення запобіжний клапан повинен закритися.

#### Контроль і регулювання температури:

- автоматичне регулювання температури в камері зсуву здійснюється за допомогою термопари 1Т в комплекті з регулюючим потенціометром 1ПС та ступінчастим імпульсним переривником СИП, який впливає через виконавчий механізм НИМ на механічно закриті заслінки подачі газу та повітря горіння;

- автоматично керовані заслінки на газопроводу і повітропроводі мають закриватися таким чином, щоб тиск газу (або повітря) після них не опускався нижче допустимої норми для встановлених пальників. Це положення заслінок повинно бути встановлене кінцевими вимикачами виконавчого механізму при наладці системи;

- для автоматичного регулювання температури універсальний перемикач 1УП встановлюється в положення «авт». Температура в камері зсуву і зонах контролюється термопарами 2Т-7Т в комплекті з самописним потенціометром 2ПС.

#### Аварійна сигналізація:

Схема передбачила світлову і звукову сигналізацію при аварійній зміні даних величин:

- падіння тиску газу горіння (сигналізатор падіння тиску 2СПД; табло світлове 6ТС);

- падіння тиску повітря горіння (сигналізатор падіння тиску 1СПД, світлове табло 5ТС);
- падіння тиску воздуха-телоносителя (сигналізатор падіння тиску 1СПДМ, табло світлове 2ТС);
- падіння розрідження вирушаючих газів (сигналізатори падіння тиску 2СПДМ і 3СПДМ, табло 3ТС, 4ТС);
- при зупинці одного з електродвигунів гасне відповідна сигнальна лампа та спалахує табло світлове 7ТС;
- також схема забезпечує звукову сигналізацію при зупинці стрічкового транспортера, живильника та електродвигунів вивантажного шнека;

Якщо температура в камері зсуву топки і перевищує або нижче за норму, то спалахує світлове табло 8ТС (9ТС) та включається сирена 20.

Аварійна звукова сигналізація запрацює тільки в дистанційному режимі і при температурі повітря в сушарці не нижче 4000С. Зняття звукового сигналу виробляють кнопкою управління 23КУ.

## 6.ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

У сучасному виробничому середовищі окремі заходи щодо поліпшення умов праці та запобігання травматизації не є фективними. Тому підсистеми управління охороною праці були створені та інтегровані в загальну систему управління виробництвом. Таким чином, управління охороною праці-це комплекс, що охоплює програми з підготовки, прийняття та реалізації рішень(організаційних, технічних і лікувально-профілактичних заходів), спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини на робочому місці.

**Закон України про страхування.** Закон спрямований на врегулювання відносин у сфері страхування, створення ринку страхових послуг та посилення страхового захисту майнових прав підприємств, установ, організацій та громадян. Цей закон також є основою для соціальної політики держави страхування.

### Інструктаж з охорони праці: порядок проведення та види

Відомо, що відповідає за безпеку праці роботодавець. Одним із його обов'язків є організація і проведення інструктажів з охорони праці.

### **Порядок проведення інструктажу з охорони праці**

Навчання та інструктаж з питань охорони праці має проводитися з усіма працівниками під час їх трудової діяльності незалежно від форми власності і видів діяльності підприємства. Крім того, наказом Держгірпромнагляду від 23.12 1993 р. № 196 затверджений Перелік робіт з підвищеною небезпекою, який передбачає спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р.Л</i>	<i>Вид документа</i> <b>П'ясновальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>  <b>НХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Орлов І.В</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>6.Заходи з охорони праці</b>	<b>210751.KP.06.006ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук МВ</i>		<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>УВ</b>	<i>Аркуш</i>

Відповідальність за організацію навчання та перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні тощо) — на керівників цих підрозділів. Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань з питань охорони праці здійснює служба охорони праці.

### **Види інструктажів**

Вступний інструктаж з охорони праці проводиться з усіма працівниками, які тільки працевлаштувалися незалежно від їх освіти, стажу роботи за професією, працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому.

Первинний інструктаж проводять на робочому місці до початку роботи з: працівником, який тільки прибув на підприємство, працівником, якого переводять з одного цеху виробництва в інший тощо.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці з усіма робітниками: на роботах з підвищеною небезпекою — 1 раз на квартал, на інших роботах — 1 раз на півріччя.

Позаплановий інструктаж проводять з працівниками на робочому місці або у кабінеті охорони праці під час запровадження нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці.

Цільовий інструктаж проводять з працівниками за виконанні разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми спеціальності (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства, цеху тощо).

### **Травматизм**

За даними Міжнародної організації праці(МОП), щороку у світі відбувається близько 125 мільйонів нещасних випадків на виробництві, з яких 10 мільйонів-серйозні, а 220000-зі смертельними наслідками. Наразі зареєстровано близько 60-150 мільйонів професійних захворювань, 60 мільйонів працівників піддаються

впливу канцерогенів, а 500 мільйонів працівників не можуть працювати через невідповідність гігієнічним вимогам.

**Шкідливі виробничі фактори, захворювання і способи захисту від них**

Шкідливі виробничі фактори (ВПФ) поділяються:

Таблиця 6.1

А) хімічні	Б) фізичні	В) біологічні	Г) психофізіологічних
-Токсична пил -Хім.гази -Хім.виброси	-Пил -Шум -Освітлення -Вібрації -Випромінювання -Температура - Вологість W - Тиск P	-Бактерії -Віруси -Мікроорганізми	- Нервові перевантаження -Стреси -Монотонність праці

Проф. захворювання і способи захисту від них

Таблиця 6.2

В ПФ	Захворювання	Способи захисту
Мікроклімат W ГРЗ, ГРВІ	ОРЗ, ОРВі, Ангіна, бронхіт, пневмонія, радикуліт, гіпертонія, тепло-вої удар, захворювання серця	Обігрівачі, термовентелятори, спецодяг, кондиціонери, вентилятори, провітрювання, техніч. перерви 10 хвилин кожену годину робо-ти.

	Освітленість	Прогресуюча сліпота, короткозорість, далекозорість.	Захисні окуляри, тонування стекол, спец.одяг, місцеве освітлення.
	Шум	Прогресуюча глухота, захворювання, ЦНС, параліч організму, розлад шлунково-кишкового тракту	Звукоізоляція приміщень, подвійне застклені-ня, шумопоглинаючі екрани, навушники, вушні вкладиші.
	Вібрації	Вібраційна хвороба.	Вібропоглинаючі екрани, спец.одяг, потовщені фундаменти під верстати і компресорів.

## Аналіз основних шкідливих і небезпечних факторів

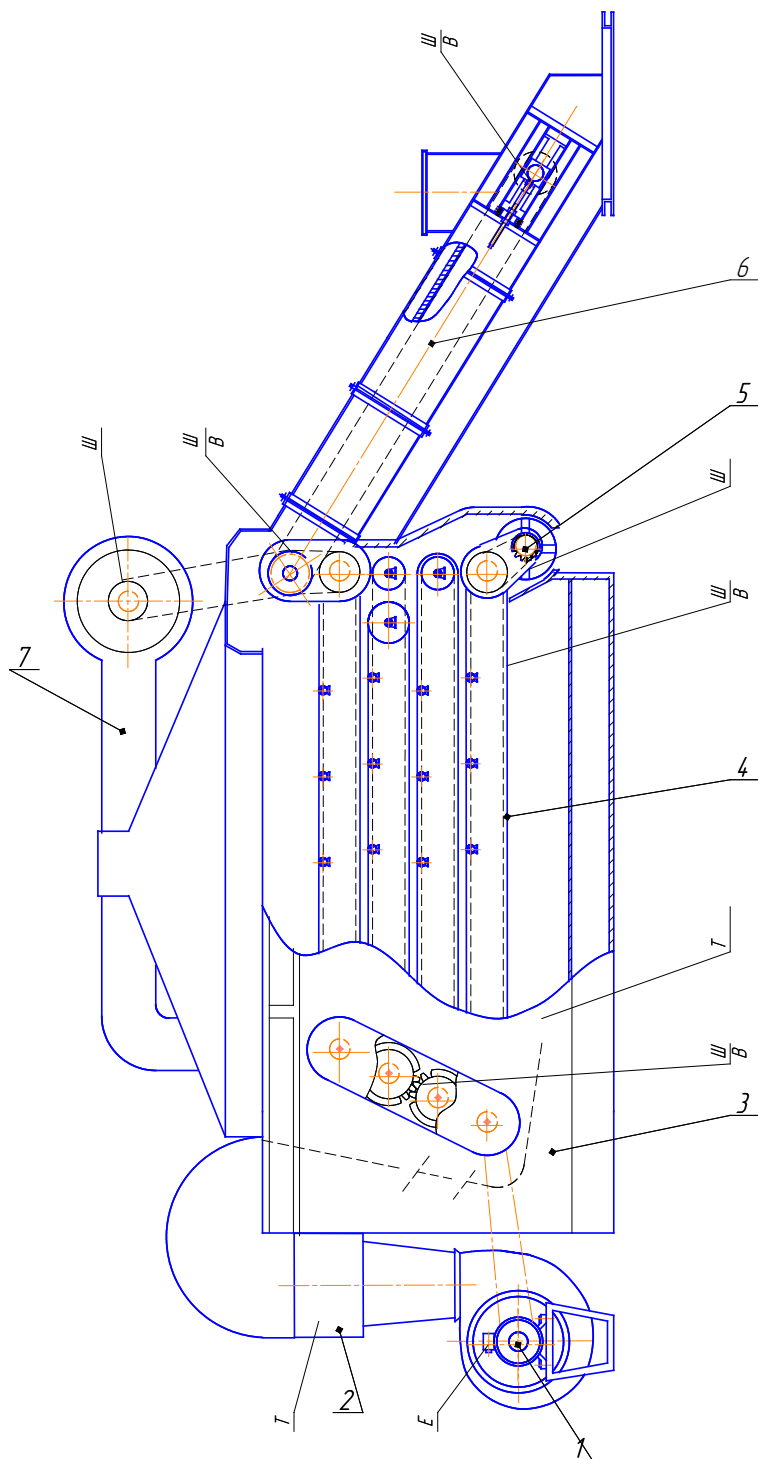


Рис. 6.1. Сушильна машина

Е – електронбезпека; В- вібрація; Ш- шум; Т-підвищення температури

1 – привод; 2 – калорифер; 3 – корпус; 4 – конвеєр ;5-вивантажувальний бункер; 6- завантажувальний конвеєр; 7- пристрій попереднього підсушування.

Основні шкідливі і небезпечні фактори :

- Високий рівень вібрацій та шуму. Основним джерелом шуму є мішалка ошпарювача.
- Висока температура поверхонь сушарки. Тому що повітря, що подається до сушарки, має температуру 100°C.

- Високий рівень шуму та вібрації. Основним джерелом шуму є пластинчаті конвеєри сушарки.
- Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може статися через тіло людини.

### Мікроклімат

Значення оптимальних і допустимих параметрів метеорологічних умов.

Таблиця 6.3

Період року	Категорія робіт по енерговитратах	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період року	Середньої важкості Па	допустимі		
		17...23	75	0,3
		оптимальні		
		18...20	40...60	0,2
Теплий період року	Середньої важкості Па	допустимі		
		27...30	не більше 75	0,4
		оптимальні		
		21...23	40...60	0,3

### Розрахунок штучного освітлення

В основному, завдання світлотехнічних розрахунків системи штучного освітлення полягає у визначенні потужності джерел світла за даною освітленістю. Розрахунок виконується за допомогою аналітичних та довідкових даних. Наведено

розрахункову схему та вихідні дані розрахунку. Розрахунок штучного освітлення виконується так:

Висота світильника над підлогою  $h_0$ , м.  $h_0 = H - h_c = 3 - 0,1 = 2,9$  м.

Використовуються світильники, висота підвісу яких складає 0 м.

Висота світильника над робочою поверхнею  $h'$ , м.  $h' = h_0 - h_p = 2,9 - 0,8 = 2,1$  м.

$$\text{Показник приміщення } i. i = \frac{a \cdot b}{h'(a+b)} = \frac{16,5 \cdot 20}{2,1(16,5 + 20)} = 2,8$$

Коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = f(i, \rho_{\text{стін}}, \rho_{\text{стелі}})$ .

При  $i=0,9$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 72\%$ ,  $\rho_{\text{стелі}} = 85\%$ .  $\eta = 40\%$ .

Нормальне значення освітлення для зорових робіт середньої точності (IV розряд)  $E$ , лк. Згідно з нормативами  $E = 200$  лк.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення  $Z$  для люмінесцентних ламп  $Z=1,1$ .

Коефіцієнт запасу, який використовується при розрахунку штучного освітлення  $k_3$ . Приймаємо за даними для виробничого приміщення  $k_3 = 1,5$ .

Світловий потік однієї лампи  $\Phi_l$ , лм. Згідно з даними, для ламп типу ЛБ40  $\Phi_l = 2800$  лм.

Необхідна кількість світильників у кабінеті  $N$ .

$$N = \frac{E \cdot k_3 \cdot S_{\text{підл}} \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 330 \cdot 1,1}{2 \cdot 2800 \cdot 0,45} = 36.$$

### **Нормативи виробничого шуму**

1. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у ДСН 3.3.6.037-99.

2. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях для тонального та імпульсного потрібно приймати на 5 дБ менше за значення, що вказані у ДСН 3.3.6.037-99.

3. Максимальний рівень шуму, який коливається у часі та передається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

4. Під час розробки відомчих нормативів допустимі рівні шуму для окремих видів трудової діяльності повинні встановлюватися з урахуванням важкості та напруженості праці згідно з таблицею.

Таблиця 6.4

Класи, умови та характер праці	Допустима важкість	Шкідлива та небезпечна важкість праці		
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь
	Рівень шуму, дБА			
Допустима напруженість	80	до 80	75	до 75
1 ступінь	70	до 70	65	до 65
2 ступінь	60	до 60	-	-
3 ступінь	50	до 50	-	-

### **Вібрація**

Частий вплив на людину довготривалої та інтенсивної дії вібрації може бути причиною вібраційної хвороби. Локальні вібрації викликають деформацію та зменшення рухомості суглобів. Класи умов праці залежно від рівня вібрації поділяються на допустимі, які відповідають ГДР — ДСН 3.3.6.039-99, шкідливі та небезпечні.

Нормативними характеристиками, що служать для оцінки впливу вібрацій на людину є: середньоквадратичні значення віброскорості і виброприскорення та їхні показники. Понад 10 Гц - нормуються  $V_t$  і  $w_t$ . Менше 10 -  $L_w$   $L_v$ .

## Виробничий пил

У багатьох виробничих процесах працівники піддаються впливу промислового пилу. Дрібні тверді частинки, зважені в повітрі, зазвичай називають "пилом". Присутність пилу в повітрі на робочому місці обумовлена характером і організацією технологічних процесів, ступінем герметичності обладнання, наявністю або відсутністю систем вентиляції та ефективність їх роботи.

## Електробезпека

Аварійний режим електроустановки означає, що вона має якісь певні пошкодження, що можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій. Як видно із таблиці значення  $U_{dom}$  та  $I_{л}$  істотно залежать від тривалості дії струму.

Табл  
иця 6.5

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму t, с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	Більше 1,0
Змінний, 50 Гц	$U_{dot}$ , В (не більше)	50	25	10	70	50	36
	$I_{л}$ , mA (не більше)	50	25	10	70	50	6
Постійний	$U_{dom}$ , В (не більше)	50	40	25	23	20	40
	$I_{л}$ , mA (не більше)	50	40	25	23	20	15

Гран  
ично  
допусти  
мі  
значення  
сили

струму (змінного та постійного), що проходить через тіло людини при тривалості дії більше ніж 1 с нижчі за пороговий невідпускаючий струм, тому при таких значеннях людина доторкнувшись до струмопровідних частин установки здатна самостійно звільнитися від дії електричного

## Пожежна безпека

На випадок пожежі або іншої незвичайної події в майстерні має бути щонайменше два шляхи для евакуації людей. Виходи повинні бути розташовані або розосереджені на протилежних сторонах будівлі. У разі необхідності одним із шляхів евакуації може бути пожежний вихід або сходи, що ведуть із саду.

## Рекомендації і висновки

Правильне проектування освітлення та підтримання стандартного мікроклімату мають важливе значення для забезпечення стандартного та комфортного робочого середовища для обслуговуючого персоналу. Загалом, причинами незадовільної ситуації з охороною праці в галузі можна назвати використання неналежного обладнання та низьку трудову дисципліну через відсутність економічних стимулів для дотримання норм і правил охорони праці та застосування економічних санкцій у разі їх недотримання.

Щоб покращити умови в приміщенні виробництва можна скористатися такими пропозиціями:

1. Для дотримання умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію від електропристроїв поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря в робоче приміщення за допомогою вентиляційної системи.
2. Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані.
3. Понизити рівень шуму на виробництві можна шляхом удосконалення будови звукопоглинаючих перегородок, стін, перекриттів; обладнанням устаткування спеціальними фундаментами або вітрозахисними амортизаторами.

## Охорона довкілля

Ця частина повинна бути виконана згідно з ДСТУ 3920-99 та ISO 14001:2015. Концентрація шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, повинна відповідати СН 245-77 і СН 369-74.

У проекті необхідно провести повну очистку та утилізацію відходів виробництва. Для зменшення забруднення внаслідок потрапляння стічних вод на міські очисні споруди на території встановлюються відстійники стічних вод.

З метою зменшення скиду промислових вод передбачається повторне використання оборотних вод. Захист від шуму виконувати згідно СНиП II-12-77, ДСТУ 2867-94.

Для зниження рівня звукового тиску до допустимої межі 65 дБА передбачити: аеродинамічні глушники шуму, звукопоглинальну обшивку будинків і труб; Для зниження параметрів вібрації передбачені: пружинні та гумові амортизатори обладнання, установка вентиляторів на двигун, коробку передач, кріплення віброізоляції.

Безпека обслуговуючого персоналу, розташування устаткування, розмір доступу для обслуговування, висота і об'єм виробничих ділянок повинні відповідати вимогам «Технічних умов безпеки і виробництва».

Промислова гігієна в пивоварному та безалкогольному виробництвах», та вимоги до нормативних документів. Обладнання та його компоненти повинні бути розроблені таким чином, щоб забезпечити безпеку та легкість обслуговування, ремонту та санітарії.

Рухомі частини обладнання є джерелом небезпеки, тому конструктивне огороження є обов'язковим Усі теплогенеруючі поверхні обладнання повинні бути ізольовані, а температура ізольованих зовнішніх поверхонь не повинна перевищувати:

- При температурі теплоносія понад 100 ° С - 45 ° С;

*Документ затверджено*

*210751.KP.06.006ПЗ*

*Інд змін*

*Дата видання*

*Мова  
ЦВ*

*Аркуш*

- При температурі теплоносія до 100 ° С - 35 ° С.

Пристрої або окремі компоненти, які є джерелами вологи, газу та пилу, повинні бути максимально конструктивно закриті та герметизовані. Якщо ущільнювачі не є достатніми, пристрої повинні мати вбудовані засоби уловлювання та видалення небезпечних матеріалів і бути очищеними для випуску повітря в атмосферу відповідно до гігієнічних стандартів. Монтаж і експлуатація електроустаткування повинна відповідати вимогам ДСТУ 2267-93 «Правила монтажу електроустаткування» та «Правила виготовлення вибухозахищеного та гірничого електрообладнання». Блискавкозахист промислових цехів, допоміжних і складських цехів і споруд необхідно здійснювати згідно з РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащитных устройств зданий и сооружений».

Для запобігання цеховому шуму слід застосовувати звукопоглинальні конструкції у вигляді звукопоглинальних обшивок стін, стелі, колон тощо. Всі конструкції повинні бути виготовлені з негорючих і негорючих матеріалів.

Зберігання отруйних токсичних речовин повинно передбачатися в спеціальних приміщеннях призначених для цього. Щоб видалити двоокис вуглецю з циліндроконічних, бродильних та табірних танків потрібно передбачати стаціонарні трубопроводи.

## 7.МАРКЕТИНГОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Сигарети – рушійна сила сучасного маркетингу?

Ось думка історика й дослідника теми сигарет Роберта Проктора: "Певно, не буде перебільшенням сказати, що саме ця галузь дала нам більшу частину сучасних маркетингових методів".

Чому ж саме сигарети проклали маркетингу шлях?

Є кілька причин. Навряд чи це трапилось би, якби вчені випадково не винайшли трубовогняний метод сушіння тютюну. Цей метод зменшував його лужність, що уможливило втягування диму аж у легені; а це викликає більшу залежність, ніж коли дим просто тримають у роті. Інший сприятливий фактор - винахід безпечних сірників.

Та головну роль зіграв мешканець Вірджинії Джеймс Бонсак, який винайшов машину для закрутки сигарет.

У 1881 році, коли Бонсак запатентував свій новий апарат, історія вживання тютюну налічувала сотні років, але сигарети були рідкістю. На ринку домінували люльки, сигари та жувальний тютюн.

Батько Бонсака був власником фабрики вовняних виробів. Якимось син звернув увагу на фабричну чесальну машину, за допомогою якої з вовни робили нитки. А що, як її трохи змінити і пристосувати для закрутки сигарет?

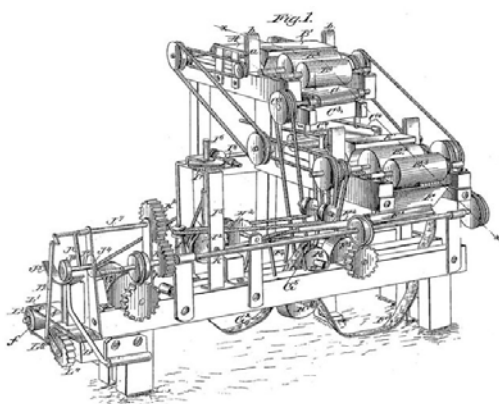


Рис 7.1. Чесальна машина

Креслення машини для закрутки сигарет авторства Джеймса Бонсака

Розроблений ним апарат важив цілу тонну, проте видавав 200 сигарет на хвилину - майже стільки ж, скільки людина виробляла за годину ручної праці.

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Якимук Р.Л</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>	Статус документа			
Власник документа  <i>НУХТ</i>	Розробник документа <i>Орлов І.В</i>	Назва, додаткова назва <b>7.Маркетингове обґрунтування проекту</b>	210751.KP.06.007ПЗ			
	Документ затверджено <i>Якимук МВ</i>		Інд змін	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш

Важливість цього винаходу усвідомив підприємець у тютюновій галузі Джеймс Б'юкенен Дюк. Він швидко домовився з Бонсаком і задався метою повністю захопити ринок сигарет.

Утім, разом із новою можливістю прийшов і виклик. Тепер можна було виробляти багато сигарет - та чи знайдеться на них покупець?

На той час сигарети мали нижчий статус, ніж сигари; зауважимо, що механізувати виробництво останніх виявилось значно важче.

Дюк не злякався і зрозумів, що йому потрібне: реклама.

- [Чорна п'ятниця: як вдало скупитись і не розоритись](#)
- [Як не витратити гроші на шопінг і стати щасливим](#)

Він вигадав нові рекламні трюки, зокрема купони та колекційні картки. Вже у 1889 році він витрачав на рекламу близько 20 відсотків свого доходу - нечувані гроші, як на той час.

І це спрацювало. У 1923 році сигарети вийшли на перше місце серед способів споживання тютюну в США.

Багато які з ранніх рекламних компаній нині, м'яко кажучи, дивують. Наприклад, сигарети Lucky Strike позиціонували як корисні для схуднення. "Візьми Lucky замість цукерки", - радило покупцям рекламне гасло.



АВТОР ФОТО, GETTY IMAGES

Рис. 7.2. Сигарети LUCKY STRYKE

Кондитери лютували. "Не вірте, що сигарета замінить вам цукерку! - відбивали вони удар в одному зі своїх рекламних оголошень. - Вона лише подразнить вам горло, отруїть увесь організм нікотином і висушить кров - заб'є цвях у вашу труну!"

Та хто авторитетніший у питаннях здоров'я - кондитери чи медики? А реклама Lucky Strike переконувала: "20679 лікарів свідчать, що наші сигарети подразнюють горло менше". Якщо ж і цього недостатньо, ось іще: "Camel - найпопулярніші сигарети серед лікарів".

Як показали "сліпі" випробування, відгуки щодо "подразнення горла" були непослідовні. такого ж висновку дійшли журналісти з Reader's Digest у своєму

більш систематичному дослідженні у 1940-х роках. Для вашого здоров'я немає "жодної різниці", який бренд ви оберете, довели вони.

У 1950-х роках американським виробникам сигарет заборонили згадувати у рекламі лікарів і частини тіла. Склалася начебто критична ситуація - та насправді вона пішла галузі на користь, як це обіграли у телесеріалі "Божевільні".



Рис. 7.3. Дон Дрейпер

Директор рекламного агентства Дон Дрейпер (його роль виконує Джон Гемм) - головний герой серіалу "Божевільні", дія якого розгортається у 1950-ті рр.

"Відколи людство винайшло вівсяні пластівці, перед рекламою ще не відкривалося таких прекрасних можливостей! - каже рекламщик Дон Дрейпер. - Ми маємо шість ідентичних компаній, що випускають шість ідентичних продуктів. Отже, можна розповідати покупцям що завгодно!"

Хоча пан Дрейпер - вигаданий персонаж, його спостереження правдиве. Коли продукти фактично нічим не відрізняються, як конкурувати на ринку? За рахунок ціни? Так, але це може критично зменшити прибутки.

Набагато краще змагатися у брендингу. Примусьте людей повірити, нібито ці продукти різні - і ви зможете ефективніше донести свою пропозицію різним покупцям.

У 1960-х роках американці купували більше сигарет, ніж будь-коли раніше. Хтось курив Marlboro, асоціюючи себе з мужнім ковбоєм. А комусь подобалося феміністичне гасло "Ти пройшла довгий шлях, крихітко" - і вони свідчили про це купівлею Virginia Slims.



Рис. 7.4. Феміністичне гасло

Економісти часто говорять про так звану "додаткову вигоду" від продукту: це задоволення від нього мінус витрачені гроші.

Чи важливо в такому разі, від чого саме ви отримуєте задоволення - від об'єктивних властивостей продукту чи від ваших переконань щодо його бренду? Якщо, не змигнувши оком, ви називаєте сигарету Camel іменем конкурента Lucky Strike - хіба це зменшує ваше суб'єктивне задоволення від куріння Lucky Strike?

Це питання нас не надто бентежило б, якби йшлося про пластівці, суп чи зубну пасту.

Утім, з огляду на те, який ризик несуть із собою сигарети, тісний зв'язок між думкою споживача та іміджем бренду - явище досить тривожне.

Сьогодні закони багатьох країн забороняють виробникам тютюнових виробів купувати рекламний час у телебаченні та спонсорувати спортивні події. У деяких країнах від виробників вимагають випускати сигарети в однотипних пачках і зазначати на них марку лише одним "нейтральним" шрифтом.



Рис. 7.5. Працівниця австралійського супермаркету бере з полицки пачку сигарет

Тютюнові компанії заявляють, що "ефективність такого методу не доведена". Втім, довіра до їхніх слів була би більшою, якби раніше вони роками не стверджували, що кореляція раку й серцевих захворювань із курінням також "не доведена".

У багатьох куточках світу курців дедалі меншає. Однак у деяких бідніших країнах з вільнішими законами ситуація інакша.

- [Мільйон французів кинули палити: як їм це вдалося](#)
- [Безпечного рівня паління не існує - науковці](#)

Щорічно у світі виробляють близько шести трильйонів сигарет. Якщо складати їх кінчик до кінчика, кожні чотири місяці можна сягнути Сонця.

У Китаї, приміром, за півстоліття після приходу до влади керманича Мао кількість сигарет, що продаються, у перерахунку на душу населення зросла приблизно удесятеро.

Китайська національна тютюнова корпорація - найприбутковіша компанія цієї країни; вона продає 98% сигарет. До 10% вливань у державний бюджет надходять саме від цієї компанії, яка перебуває у власності держави.

Тому не дивно, що Китай не квапився обмежувати рекламу тютюнових виробів.

У 2005 році - тобто, ще зовсім нещодавно - реклама запевняла, що "куріння допоможе забути про ваші проблеми і турботи". Інший бренд застерігав, що "якщо ви кинете палити, то станете нещасним і менше проживете". Назва цього бренду? "Довге життя".

Невдовзі по тому Китайська національна тютюнова корпорація взяла новий курс на "преміумізацію". Країна багатшає, то чому б не переконати споживачів платити більше за свій вогник?

Корпорація запустила нові "преміум-марки", які реклама розхвалювала як менш шкідливі, високоякісні, престижні, здатні бути прекрасним подарунком. Як і раніше, маркетинг спрацював. Раніше "дешеві" бренди продавали удесятеро більше сигарет, ніж преміум-сегмент. За дев'ять років їхня частка на ринку майже зрівнялася.

Згідно з одним дослідженням, лише 10% китайських курців обізнані, що марки з позначками "легкі" чи "з низьким вмістом смол" не менш шкідливі для здоров'я, ніж будь-які інші.

## ВИСНОВОК

У ході ідентифікаційних робіт було надано огляд тютюнової промисловості, проаналізовано існуючі конструкції та технічні рішення процесу сушіння за допомогою сушарок, що дозволило прийняти рішення про модернізацію, яка передбачала заміну трубки. нагрівачі для електричних нагрівачів. Можна значно зменшити розмір, ефективність і захист навколишнього середовища сушарки, а також збільшити продуктивність сушарки на 15%, додавши пристрій попереднього сушіння.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р.Л	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>ВИСНОВОК</b>	<b>210751.KP.06.000ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гулий, І. С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І. С. Гулий, М. М. Пушанко, Л. О. Орлов, В. Г. Мирончук, А. І. Українець, О. Т. Лісовенко, В. М. Таран, В. М. Гуцалюк, В. Л. Яровий, І. М. Литовченко, Н. М. Пушанко. За ред. академіка УААН Гулого І. С. – Вінниця: Нова книга, 2001.– 576 с.
2. Гапоненко В. Основні фонди тютюнової промисловості УРСР та їх використання, журнал Харчова промисловість. К. 1970, ч. 9.
3. Мирончук, В.Г. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання харчових виробництв: конспект лекцій для студ. спец. 6090221 денної та заочної форм навчання. / В.Г.Мирончук. – К.: НУХТ 2007. – 118 с.
4. Охорона праці: Лабораторний практикум. Для студентів вищих Закладів освіти України. Купчик, М.П., Ганзюк М.П., Степанець І.Ф. та ін. – К.: Основа, 1998. – 224 с.
5. Методичні рекомендації до виконання випускової кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня “Магістр” за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування” освітньо-професійної програми “Інжиніринг харчових виробництв” денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс] / укладачі : В. Г. Мирончук, В. М. Якимчук, О. М. Гавва, Д. М. Люлька, О. М. Чепелюк. – Київ : НУХТ, 2022. – 51 с

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р.Л	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Орлов І.В	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаних джерел</b>	<b>210751.KP.06.000</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ		<i>Інд змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

## ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ

6. Гулий Іван Степанович [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Гулий\\_Іван\\_Степанович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Гулий_Іван_Степанович) (дата звернення: 21.04.2017).
7. Benedek Kerekes, Tamas Antal [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] // EXPERIMENTAL DRYING OF TOBACCO LEAVES. URL: [https://www.researchgate.net/publication/238068649\\_EXPERIMENTAL\\_DRYING\\_OF\\_TOBACCO\\_LEAVES](https://www.researchgate.net/publication/238068649_EXPERIMENTAL_DRYING_OF_TOBACCO_LEAVES) (дата звернення: 12.01.2022).