



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навч.-науковий інженерно-технічний інст. ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь бакалавр Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

проф. Гавва О.М.

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Іванов Іван Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація розпилювального сушильного комплексу для крові продуктивністю 430 кг/год по сирому матеріалу

керівник роботи Бабанова Олена Ігорівна, старший викладач

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2025 р.

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд розпилювального сушильного комплексу для крові; сушарка; привід розпилювального диску; патрубки для підводу і відводу повітря; розпилювальний диск; технологічний маршрут виготовлення валу.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>15.11.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>20.11.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	<i>05.12.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>10.12.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	<i>15.12.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання</i>	<i>20.12.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	<i>25.12.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.01.25</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталі</i>	<i>15.01.25</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</i>	<i>18.01.25</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>20.01.25</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	<i>22.01.25</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Висновки</i>	<i>26.01.25</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Список використаної літератури</i>	<i>28.01.25</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.01.25</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.02.25</i>	<i>Виконано</i>

**Здобувач**

(підпис)

Іванов І.О.  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

(підпис)

Бабанова О.І.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

В даному дипломному проекті проведена модернізація розпилювального сушильного апарату для крові продуктивністю по сирому матеріалу 430 кг/год., а саме модернізація конструкції розпилювального диска.

Розпилювання матеріалу в сушарці здійснюється за допомогою розпилювального диска. Існує багато різновидів розпилювальних дисків.

Від ефективності роботи диска залежить продуктивність самої сушарки. Тому ми модернізуємо даний диск.

Ми пропонуємо на внутрішню поверхню тарілчастого диска додати 4 пластини певної висоти. Пластини будуть встановлені під прямим кутом одна до одної. Ми пропонуємо зробити ці пластини не прямими а заокругленими. Впадину даної пластини потрібно зробити на зустріч руху диска (тобто в протилежну сторону до напрямку колової швидкості диска). Такі пластини під час руху диска будуть захоплювати продукт, який подається на диск та краще розпиляти його по сушильній камері.

Завдяки даній модернізації збільшується ефективність роботи розпилювальної сушарки.

Робота такої сушарки дозволить підприємству зекономити на паливо-мастильних матеріалах, зменшити площу, яку займає сушарка, та полегшити обслуговування сушарки, тим самим підвищивши прибуток.

*Ключеві слова: кров, сушіння, розпилювання, диск, вологість.*

## Summary

In this diploma project, the modernization of a spray dryer for blood with a capacity of 430 kg/hour of raw material has been carried out, specifically through the modernization of the design of the spray disk.

The material in the dryer is sprayed using a spray disk. There are many varieties of spray disks.

The efficiency of the disk operation determines the productivity of the dryer itself. Therefore, we are modernizing this disk.

We propose adding 4 plates of a specific height to the inner surface of the disk. The plates will be installed at right angles to each other. We suggest making these plates curved rather than straight. The recess of the plate should face the direction opposite to the circular motion of the disk. Such plates, during the disk's rotation, will capture the product fed onto the disk and better distribute it across the drying chamber.

This modernization increases the efficiency of the spray dryer.

The operation of such a dryer will allow the enterprise to save on fuel and lubricants, reduce the area occupied by the dryer, and simplify its maintenance, thereby increasing profits.

*Key words:* suspended centrifuge, rotor, grease, grease degreasing.

## Зміст

Вступ .....	7
1. Порівняльний аналіз технічних рішень .....	9
2. Техніко - економічне, соціальне обґрунтування .....	22
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту .....	24
4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип .....	38
роботи обладнання	
5. Розрахункова частина .....	47
6. Вибір конструкційних матеріалів .....	68
7. Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталі ...	70
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту .....	83
9. Опис блоку управління .....	96
10. Заходи щодо охорони праці, екології .....	102
Висновки .....	109
Список використаних літературних джерел .....	110
Додатки .....	112

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Зміст</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>6/116</b>

## Вступ

У зв'язку з різким збільшенням виробництва м'яса в нашій країні зросли і ресурси крові, яка являється багатим джерелом повноцінних тварин білків, що дозволяє широко використовувати її у виробництві ковбас, напівфабрикатів, кормових продуктів, лікувальних і технічних фабрикатів.

В останні роки значна увага приділяється питанню створення спеціалізованих білкових продуктів, призначених для дієтичного та лікувального харчування населення.

У процесі технологічної перероблення та зберігання в крові відбуваються складні біохімічні перетворення. Тому при виготовленні з неї продуктів харчування необхідно забезпечити збереження харчової цінності вихідної сировини, запобігти можливості потрапляння в нього шкідливих і баластних речовин. Виготовлені харчові, медичні та кормові продукти повинні бути повноцінними за складом незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин і т. д.

На сучасних м'ясокомбінатах основним процесом перероблення крові, що отримується при забої худоби, є зневоднення її. Видалення вологи здійснюється по одно- або двоступеневому способі. У першому випадку кров піддають висушуванню, в другому — вакуум випаровуванню і сушці, або коагуляції і подальшій сушці.

Одноступінчате обезводнення простіше в здійсненні, вимагає менше устаткування, але в цьому випадку необхідна значна витрата тепла. Двоступеневе обезводнення складніше в здійсненні, вимагає більше устаткування, але енергії при цій системі обезводнення витрачається значно менше, ніж при одноступінчатій системі.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Разробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Зміст</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/</b>

При виробленні світлого альбуміну з крові виділяють світлу сироватку. Найкращі результати виділення сироватки отримують при сепарації. Частина крові, що отримується при забої худоби, направляють в ковбасне виробництво, на виготовлення гематогену, кровозамінників та ін. Проте ще не знайдені раціональніші способи використання крові як біологічно коштовного продукту. На підприємствах малої і середньої потужності велика частина крові прямує на вироблення кров'яної муки.

При переробці крові істотне значення має сушка. Строге дотримання необхідного режиму і постійної продуктивності сушарок впливає на собівартість і якість продукції.

# 1 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Найпоширенішим способом сушіння крові і плазми є їх розпилення з використанням струменя нагрітого повітря.

Сушіння розпиленням складається з трьох послідовних процесів: розпилення крові у рідинному стані, сушіння розпиленого матеріалу, видалення сухого матеріалу з повітря. Завдяки високій дисперсності часточок, що досягається розпиленням (діаметр часточок становить до 50 мкм), швидко збільшується питома поверхня матеріалу. Зменшення розміру часточок зводить до мінімуму вплив внутрішньої дифузії на швидкість сушіння, що особливо важливо для запобігання денатурації білкових речовин крові, плазми та сироватки (невеликі розміри часточок практично унеможливають затримувальний вплив термовологопровідності).

Сушіння розпиленням триває протягом кількох секунд. Це дає змогу організувати безперервний процес сушіння і повністю механізувати і автоматизувати роботу сушильних установок.

При сушінні розпиленням хімічно вільна волога виділяється раніше, ніж матеріал нагрівається до межової температури денатурації для білків крові. Перехід вологи в пару спричинює різке зниження температури повітря поблизу зневодненої частини, і білки та вітаміни практично не втрачають нативних властивостей навіть за високих температур сушіння (130 - 180 °C).

Висушений матеріал містить близько 85 % розчинних білків. За допомогою розпилення досягають виходу до 18 % від початкової маси фабрикату.

Розпилювання проводиться форсунками (механічними або пневматичними) або відцентровими дисками.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	Порівняльний аналіз технічних рішень	19-96.ДП.861.00.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/13

При механічному розпилюванні матеріал нагнітається в форсунках під тиском від 30 до 200 атм. Розмір крапель при розпилюванні залежить від тиску рідини, діаметра вихідного отвору, в'язкості рідини і т. д. і коливається в межах від 20 до 100 мкм. На розміри крапель впливає головним чином турбулізація струї рідини, яка створюється підвищенням швидкості закручування струменя у форсунці. Схеми двох механічних форсунок представлені на рис. 1.1

На рис. 1.1,а наведена конструкція форсунки, призначеної для розпилювання висококонцентрованих розчинів, виготовлена з легованої сталі. Форсунка складається з корпусу 1, головки форсунки 2 і диска 3. Насадка змінна, що дозволяє змінювати діаметр вихідного отвору від 0,8 до 1,5 мм.

На рис. 1.1,б представлений інший тип механічної форсунки, що складається з корпусу 1, який кріпиться до живильної головки 2 і закріплюється контргайкою 4. Розчин проходить через вісім отворів диска 3 і три тангенціальних каналу диска 5, закручується в центральній камері диска і через отвір в диску 6 видавлюється назовні.

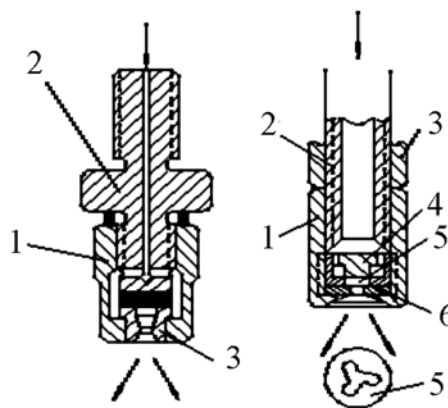


Рис. 1.1 Механічні форсунки:

1 – корпус; 2 - живильна головка; 4 – контргайка; 3,5,6 – диск.

Механічні форсунки відрізняються високою продуктивністю, безшумністю роботи, дають тонкий і рівномірний розпил. Продуктивність форсунок при сушінні до 600 кг/год. Витрата енергії на розпилювання від 2 до 10 кВт на тонну розчину. До недоліків форсунок слід віднести неможливість регулювання продуктивності форсунки і швидко засмічуваність вихідних

отворів (0,5 мм). Ці форсунки не придатні для обробки суспензій, паст, розчинів, що дають осади.

При відцентровому методі розпилювання можна регулювати продуктивність сушарки і є можливість її автоматизувати. Недоліком його є підвищена вартість порівняно з розпилюванням за допомогою сопел.

Розпилювання за рахунок відцентрової сили здійснюється шляхом подачі розчину на диск, що швидко обертається. Під дією відцентрової сили розчин рухається на периферію диска і за допомогою лопаток або сопел виштовхується в камеру. Швидкість обертання диска складає від 4000 до 20000 об/хв. Швидкість диска вибирається до 200 м/с. Розпилюючи диски приводяться в обертання від електродвигуна, або від парової турбіни. Існує багато різновидів форсунок дисків, що застосовуються для різних рідин рис. 1.2.

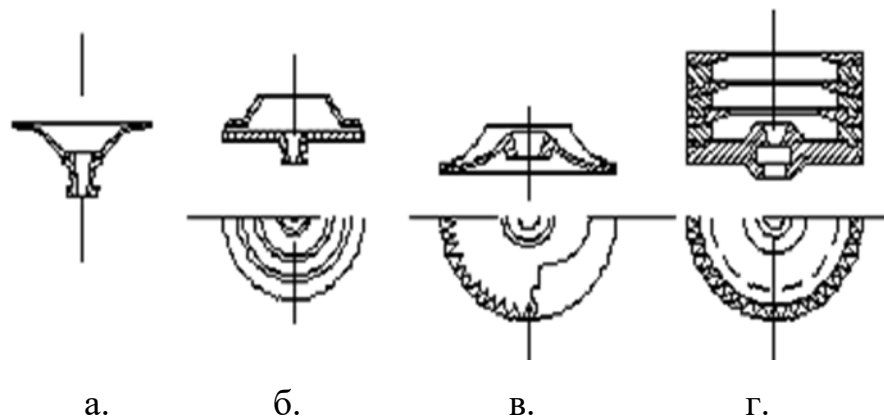


Рис. 1.2 Типи розпилюючих дисків:

а – тарілчастий відкритий; б – клапанний закритий; в – плоский закритий з зубцями; г – трьохярусний з перегородками і зубцями.

На рис. 1.3 зображена схема найбільш поширеною розпилювальною сушарки, що працює при паралельному струмі газу і частинок. Нагріте повітря надходить у верхню частину камери 1. Тут воно зустрічається з краплями або шматочками матеріалу. Завдяки розвиненій поверхні зіткнення матеріалу з газом, сушка протікає дуже швидко, і на дно сушарки падає вже повністю висушений матеріал. Звідси він шкребками 5 подається в розвантажувальний

шнек або інший герметичний розвантажувальний пристрій. Повітря, насичене парою, відсмоктується вентилятором 4 з нижньої частини сушарки через рукавні фільтри 2, або інший пиловловлюючий апарат. Паралельний потік дає можливість застосовувати для сушіння високу температуру газу, збільшуючи швидкість сушіння, без перегріву висушуваного матеріалу.

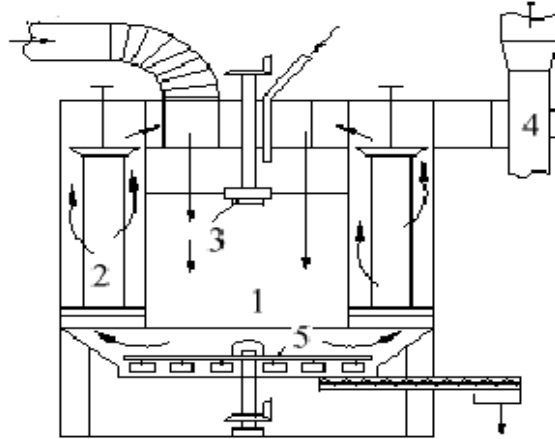


Рис. 1.3 Розпилювальна сушарка з центробіжним диском:

1 – камера; 2 – фільтри; 3 – розпилюючий диск; 4 – вентилятор; 5 – скребки.

Незважаючи, на велику швидкість процесу інтенсивність роботи розпилювальних сушарок невелика, оскільки на одиницю об'єму апарату одночасно припадає порівняно невелика маса матеріалу. При роботі розпилювальних сушарок спостерігається велике винесення висушеного матеріалу газами, тобто матеріал в процесі сушіння знаходиться у дрібно-розпиленому стані. Тому значна частина продукту вловлюється з повітря в циклонах, рукавних фільтрах, електрофільтрах.

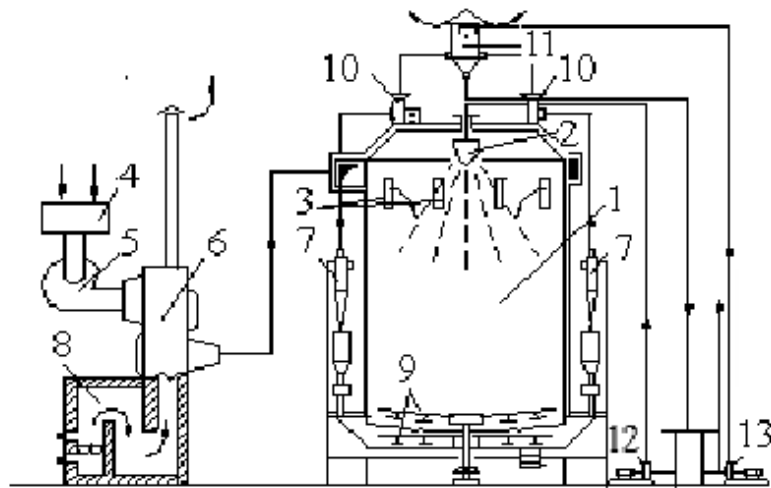


Рис. 1.4 Розпилювальна сушарка з механічною форсункою:

- 1 – сушильна камера; 2 – механічна форсунка; 3 – подача повітря; 4 – фільтр;  
 5,10 – вентилятори; 6 – підігрівач; 7 – циклон; 8 – топка; 9 – скребки;  
 11 – скруббер; 12, 13, - насос.

У прямопоточкових сушарках унаслідок паралельного руху теплоносія і часточок крові продукт не нагрівається. Проте вони найменш економічні. У протипоточкових сушарках виникає небезпека місцевого перегрівання, тому процес ведуть за зменшених температур сушіння крові порівняно з прямопоточковими. Сушіння зі змішаним рухом повітря і потоку розпиленої крові економічніше прямопоточковим способом, хоча при цьому кров висихає менш рівномірно через злипання часточок. Найпоширенішими є сушарки змішаного типу. В усіх випадках швидкість руху повітря в сушарках становить 0,2...0,4 м/с.

З урахуванням вологості вихідної сировини при сушінні розпиленням потрібно виділяти, % до сухої речовини: із крові - 420 % вологи, із сироватки - 1000 % вологи, із формених елементів - 135 %.

Видаляти таку кількість вологи з крові та сироватки, використовуючи спосіб розпилення без попереднього упарювання, економічно не вигідно.

При упарюванні видаляють до 60 % вологи, що міститься в сировині. Щоб запобігти денатурації білків, процес відбувається за температури 30...40

°С при розрідженні  $0,8...0,9 \cdot 10^5$  Па з використанням автоматичного регулювання технологічних параметрів. Як нагрівальний агент використовують воду, яка має температуру 60 °С. За цих умов температура нагрівальної поверхні не перевищує 50 °С, а температура крові - 40 °С. Процес ведуть в прямопотокових трубчастих випарних апаратах.

Частково зневоднена сировина надходить у сушарку. Більша частина повітря, що подається в сушарку, підігрівається паровими калориферами до температури 135...140 °С. Для економії теплових ресурсів як сушильний агент використовують топкові гази, що дає змогу збільшити температуру сушіння до 170 - 180 °С. Підвищення температури сушіння таким чином сприяє збільшенню відносної вологості повітря на виході до 30 %. При цьому коефіцієнт використання сушарки підвищується на 40 %, а її продуктивність - на 15 %. Повітря, що надходить до сушарки, очищується від механічних домішок, проходячи через фланцеві або вовняні рами, які встановлюють перед калорифером.

Для виробництва стерильних продуктів застосовують розпилювальні сушарки типу СУБ-25 (рис. 1.5).

Нагріте стерильне повітря надходить у сушильну камеру. Отримана в сушарці суміш повітря і сухого порошку відсмоктується в циклон для розділення, звідки порошок надходить у накопичувач і на фасування.

Пристрій для фасування застосовують для завантаження сухого продукту в стерильних умовах. Він складається з двох автоклавів, які обігрівуються електронагрівниками для стерилізації внутрішнього об'єму.

Герметичні люки з'єднують автоклави з фасувальною камерою. Через зовнішній люк в автоклав завантажують бідони з герметичними кришками місткістю 5 л кожний і після закривання люків вмикають електродвигун і обігрівник. Температура стерилізації становить 200 °С.

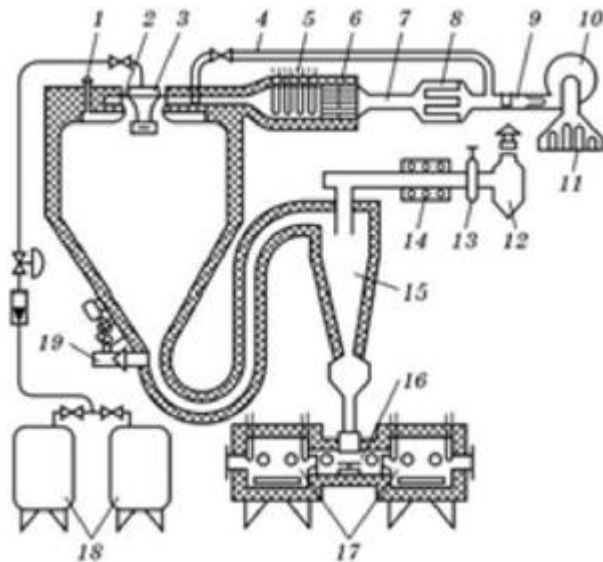


Рис. 1.5 Схема сушарки СУБ-25: 1 - патрубок для виходу охолоджувального повітря; 2 - розподільник повітря; 3 - розпилювальний пристрій; 4 - повітропровід для охолоджувального повітря; 5 - електричний калорифер; 6 - паровий калорифер; 7 - повітропровід; 8 - фільтр бактеріологічного очищення повітря; 9 - датчик витрати; 10 - вентилятор; 11 - тканинний фільтр для грубого очищення повітря; 12 - віддільник атмосферного осаду; 13 - засувка; 14 - електродвигуни; 15 - циклон; 16 - фасувальний пристрій; 17 - автоклав; 18 - приймальна ємкість; 19 - віброструшувач

Після стерилізації й охолодження відкривається внутрішній люк. За процесом наповнення бідонів спостерігають крізь скло люка в фасувальній камері і скляний проміжок розвантажувального патрубку. Після заповнення бідонів внутрішній люк закривається, а зовнішній відкривається для вивантаження бідонів і початку стерилізації наступної партії.

Наявність двох автоклавів забезпечує безперервність роботи сушарки.

### ***Технічну характеристику сушарки СУБ-25***

Продуктивність за випареною вологою при сушінні сироватки крові, кг/год.	23
Температура повітря на вході в камеру, °С	90

Температура повітря при стерилізаційному сушінні, °С	200
Чистота обертання диска(при діаметрі 120 мм) хв. <sup>-1</sup>	18000
Потужність електродвигунів, кВт	108
Місткість камери сушіння, м <sup>3</sup>	23
Площа, яку займає сушарка, м <sup>2</sup>	
першого поверху	10
другого поверху	50
Маса, кг	7200

Для всіх типів сушарок характерна наявність сушильної камери, пристрою для розпилення, пристрою для збирання і вивантаження висушеного продукту, системи очищення повітря на бактеріологічних фільтрах як на вході, так і на виході з сушарки, канали для повітря, які регулюють подавання і рівномірне розподілення повітря по об'єму сушарки.

Рідина надходить у сушильну камеру, змішується з сушильним агентом і зневоднюється. Більша частина сухого продукту падає в нижню частину камери, звідки безперервно відводиться розвантажувальним пристроєм. Завдяки невеликому розрідженню механізм для розвантаження має пристрій для герметизації робочої камери від зовнішнього середовища. Відпрацьоване повітря з дрібними часточками насмоктується з камери, проходить через пристрій для вловлювання пилу і скрубєр та викидається в атмосферу.

Сушильні камери бувають циліндричної і циліндрично-конічної форми. Камера циліндрично-конічної форми переважає тим, що при направленому по спіралі струмені повітря вона працює як циклон і не потребує складних розвантажувальних пристроїв. Для видалення дрібних часточок матеріалу, що розпилюється, з відпрацьованого повітря застосовують або рукавні фільтри, або циклони. Циклони за своєю будовою простіші в експлуатації, хоча мають гірший ступінь очищення повітря. Використання скрубєрів додатково підвищує ступінь очищення за допомогою додаткового поглинання пилу рідиною, що в ньому розпилюється.

Для підігрівання повітря встановлюють парові пластинчасті калорифери або камери спалювання газоутворювального палива, в яких гази від горіння змішуються з повітрям для доведення температури сушіння до технологічних вимог.

Залежно від розмірів сушарки в процесі сушіння використовують один вентилятор, що всмоктує на вихлопі, або два - всмоктувальний і нагнітальний. Щоб запобігти утворенню тиску в сушильній камері, потужність всмоктувального вентилятора має бути більшою, ніж нагнітального.

Схему сучасної сушарки з нагріванням повітря продуктами згорання газу і утилізацією теплоти відпрацьованого повітря наведено на рис. 3.6. Повітря вентилятором 1 нагнітається в камеру спалювання 2, де змішується з топковими газами і надходить згори в камеру розпилювання 4 і гвинтоподібними рухами вниз.

Кров розпилюється форсункою 3 у верхній частині камери, переміщується по спіралі вниз разом з повітрям, висушується, падає на дно і вивантажується через шлюзовий затвор 5 у циклон 6. Відпрацьоване повітря по повітроходу спрямовуються в скруббер 8, де зустрічається з факелом крові, що розпилюється, і віддає частину теплоти і пилу, частково випаровуючи з крові вологу. Сюди ж відводиться повітря з циклона вентилятором 7. Частина крові зі скрубера насосом 10 подається в рецеркуляційний теплообмінник 9 для попереднього підігрівання. Частково зневоднена і підігріта кров направляється в бункер-приймач 13, з якого насосом 12 через ресивер 11 подається насосом високого тиску для розпилення.

Поєднання дистанційного керування і автоматичного регулювання з пристроєм для згустків крові, а також з пневматичним пристроєм для транспортування сухого альбуміну до місця пакування дає змогу повністю механізувати і автоматизувати весь виробничий цикл, починаючи з приймання крові і закінчуючи фасуванням і пакуванням продукту.

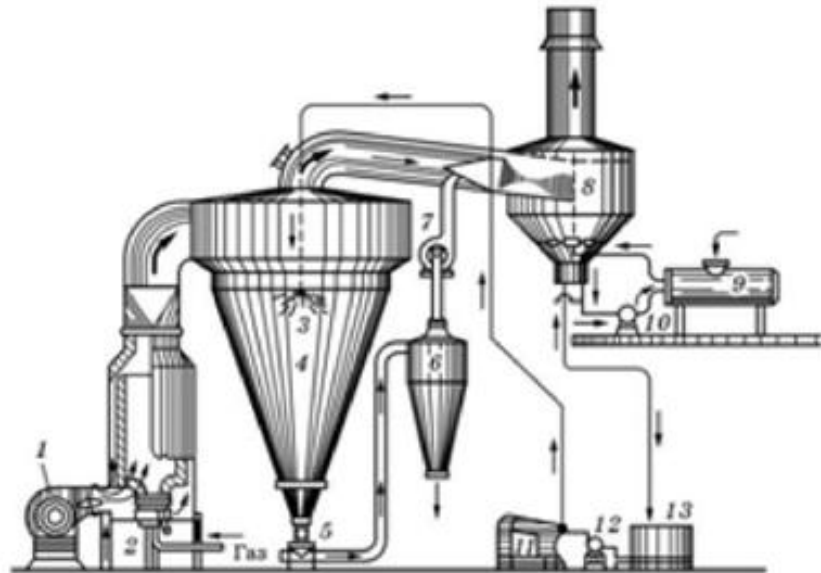


Рис. 1.6 Схема розпилювальної сушарки з газовим нагріванням і використанням відпрацьованої теплоти

АСЗ-5 - агрегат для сушки рідких продуктів. Загальний вигляд сушильного комплексу представлений на рис. 1.7. Призначений для сушки рідкий продукт подається за допомогою насоса 11 і насосного дозувального агрегату 13 через пневматичну форсунку 14 в сушильну камеру 1, де у вигляді розпорошеної рідини наноситься на шар зважених інертних тіл - фторопластових кубиків. Сушильний агент - повітря, який підігрівається секційним електронагрівачем 5, надходить через два розподільника повітря в сушильну камеру 1, де формуються два зустрічно - закручених зважених шару інертних тіл. Інтенсивний контакт вологої плівки з сушильним агентом призводить до майже миттєвого процесу видалення вологи.

Завдяки швидкому випаровуванню температура повітря знижується досить швидко і температура шару в зоні сушки залишається низькою, таким чином не відбувається перегріву білкових продуктів.

Інтенсивні зіткнення інертних частинок, що відбуваються в зоні контакту двох зустрічно-закручених потоків, сприяють швидкому сколюванню сухого продукту і його видалення із зони сушіння.

Таким чином виключається можливість накопичення висушеного продукту в зоні високих температур.

Далі суху речовину у вигляді порошку разом з сушильним агентом надходить через камеру розширення 2 в циклон 3, де відбувається відділення порошку сухого продукту, який через шлюзовий розвантажувальний пристрій вивантажується в приймальний бак 4. Відпрацьований сушильний агент по воздуховоду викидається в атмосферу за допомогою вентилятора 7. управління системою здійснюється з електричної шафи управління 9, на якому реєструються сигнали температур сушильного агента від вхідних 15 і вихідних 16 температурних датчиків.

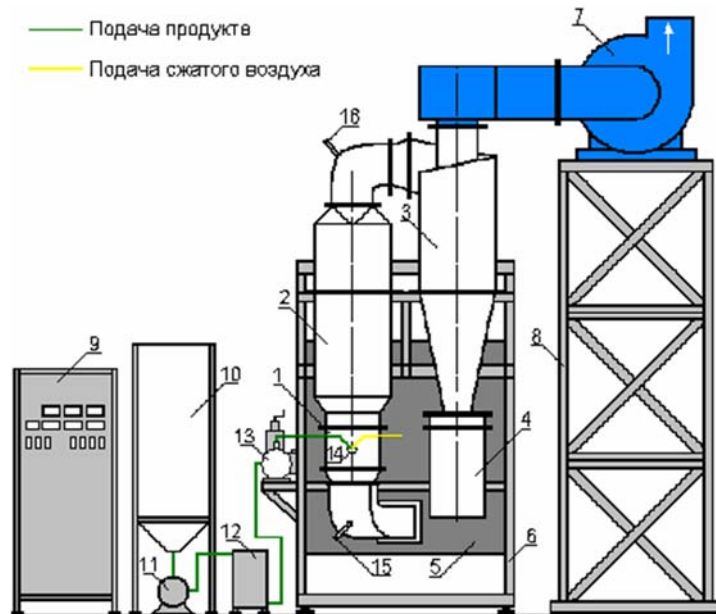


Рис. 1.7. Схема сушильного агрегату АСЗ-5: 1 - сушильна камера;  
 2 - расширительная камера; 3 - циклон; 4 - приемальный бак;  
 5 - электронагреватель; 6 - рама; 7 - вентилятор; 8 - вышка вентилятора;  
 9 - шкаф управления; 10 - выкатной бак для продукта; 11 - насос;  
 12 - фильтр; 13 - насос-дозатор; 14 - форсунка; 15 - датчик температуры  
 сушильного агента на вході в сушильну камеру; 16 - датчик температуры  
 сушильного агента на виході з сушильної камери

Розпилювання вологого середовища відбувається за допомогою відцентрового розпилювального диска – турбіни, що обертається з великою

швидкістю і розпилює суспензію або розчин на дрібні краплини розміром 20 – 100 мкм. Краплі осідають у потоці нагрітого газу і при цьому відбувається їхнє висихання. Висушений продукт у порошкоподібному вигляді виводиться знизу сушарки або з газовим потоком, а потім уловлюється.

На рис. 1.8 та 1.9 показані сушарки типу СЦР – 4000 та СЦР – 6300, в таблиці 3.1 подані їхні технічні характеристики.

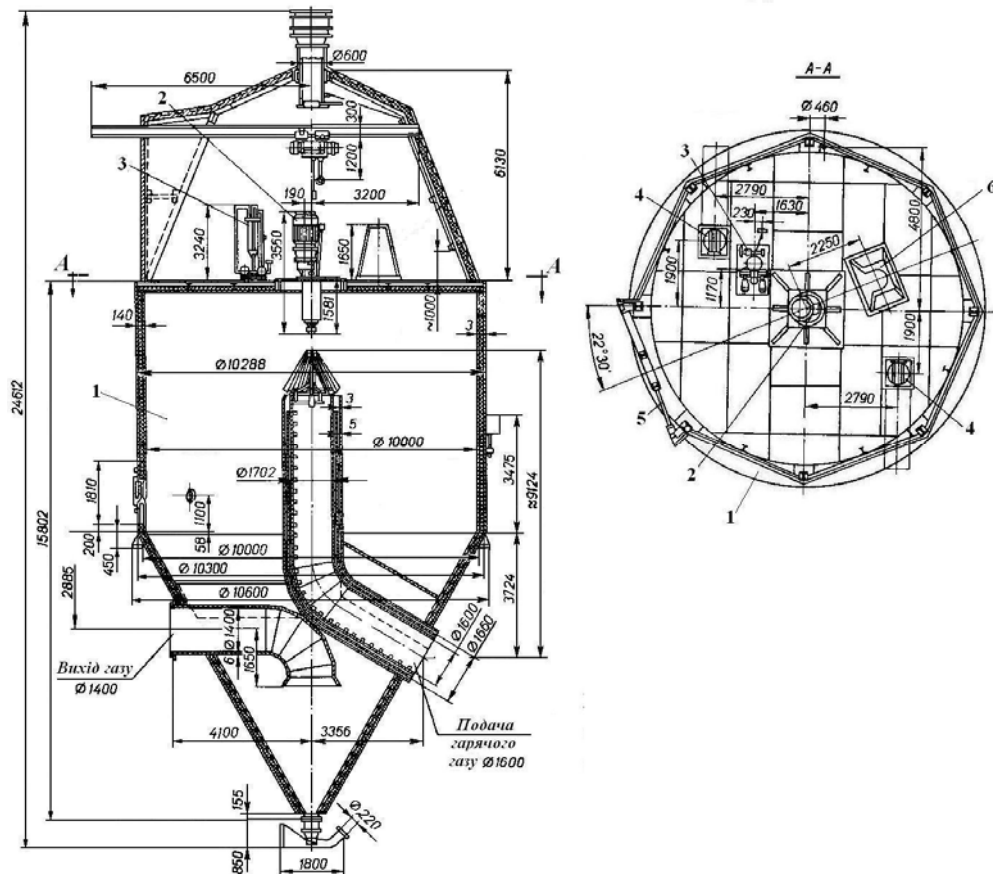


Рис. 1.8 Загальний вигляд розпилювальної сушарки СЦР – 4000:

1 – корпус; 2 – розпилювальний механізм; 3 – масляний фільтр; 4 – клапан запобіжний; 5 – дверцята на кришку сушарки; 6 – підставка

Таблиця 1.1

**Порівняльна характеристика сушарок**

Тип сушарки	Габаритна розміри, мм		Продуктивність			Кінцева вологість, %	Робочий тиск, Па (на виході)	Встановлена потужність, кВт	Маса, кг
	Внутрішній діаметр	Висота	Щодо суспензії	Щодо випареної рідини	Щодо сухого продукту				
СРЦ-4000	10000	24612	5,2	4	1,2	8	250	81,9	80200
СРЦ – 6300	12500	21400	9,0	6,3	2,3	8	250	106,9	91000

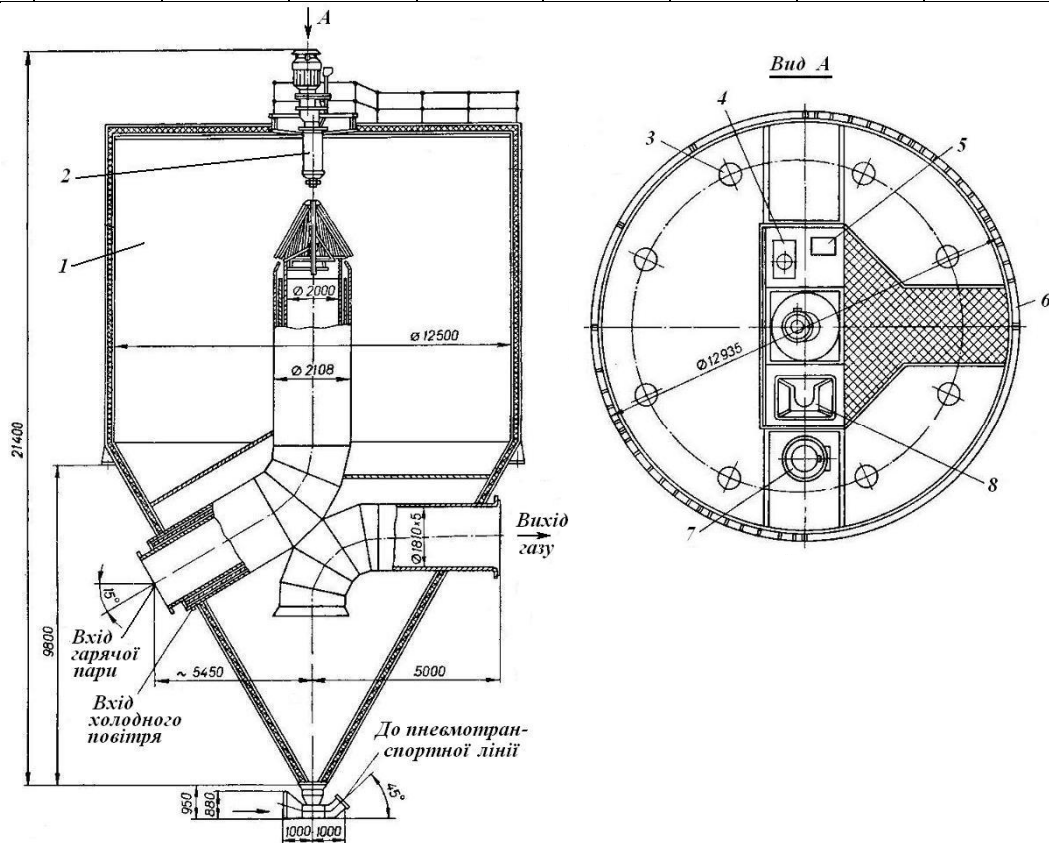


Рис. 1.9 Загальний вигляд сушарки розпилювальної СРЦ -6300:

- 1 – корпус; 2 – розпилювальний механізм; 3 – люк; 4 – масляний фільтр;  
5 – щит керування; 6 – дверцята; 7 – клапан запобіжний; 8 – підставка

Продуктивність сушарок розпилювального типу залежить від властивостей суспензії, діаметра крапель розпилу, температури сушильного агента, кінцевої вологості продукту.

## 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### *Переваги розпилювальної сушарки:*

1. Невелика тривалість процесу сушіння. Сушіння проходить практично миттєво.

2. Легкість регулювання різних показників якості висушеного продукту шляхом зміни параметрів режиму сушіння. До них відносяться об'ємна вага сухого порошку, розмір часток, залишкова вологість, температура.

3. Висушений продукт повністю готовий до використання, оскільки немає необхідності додаткового подрібнення, і має відмінну розчинність.

4. Застосування методу розпилювального сушіння у більшості випадків дозволяє спростити технологію отримання сухого порошку.

5. Через те, що вологі частки висушеного продукту не вступають в контакт з поверхнею сушильної камери до повного їх висихання, спрощується завдання проектування установки. Немає необхідності вирішувати питання корозії матеріалів.

6. Великий діапазон можливих температур в зоні сушіння: від 60°C до 200 °C.

Недоліком сушіння розпиленням є контакт продукту в стані високої дисперсності з киснем повітря, що призводить до часткового окиснення його складових. Низького коефіцієнта використання сушарки.

Підвищення економічності сушіння досягають попереднім низькотемпературним упарюванням розчинів, що зазнають сушіння, і використанням циркуляційного типу подавання нагрівального повітря. У зв'язку із зростанням виробництв різних харчових продуктів, підвищенням вимог до їх якості, удосконаленням технології виробництва виникає потреба у розробленні нових способів сушіння, які забезпечують високу якість продукту

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	Техніко- економічне, соціальне обґрунтування	19-96.ДП.861.00.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

максимальну автоматизацію, механізацію і значну інтенсифікацію процесу.

***Для інтенсифікації процесу сушіння і підвищення економічної ефективності роботи апаратів можуть бути вибрані такі способи:***

1. Використання більш високих початкових температур теплоносія в умовах автоматизованих контролю та регулювання температури.
2. Використання великих локальних швидкостей, пульсуючих газових потоків і вібрацій частинок матеріалу, закручених високошвидкісних потоків тощо.
3. Застосування комбінованих способів сушіння і суміщення різних процесів в одному апараті; застосування як теплоносія перегрітої пари, одержаної при сушінні матеріалу.
4. Використання вторинних теплових ресурсів.

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

#### *Харчова та промислова цінність крові*

Кров забійних тварин, яку отримують під час забою на м'ясокомбінатах, є одним із найцінніших джерел сировини для отримання харчової продукції. Вона визначається високим вмістом білків (16-18 %), які за своєю харчовою цінністю аналогічні цінності білків м'яса. Однак біологічна цінність крові нижча ніж у м'яса, оскільки 60 % всіх білків крові складає неповноцінний гемоглобін. Натомість білки плазми (альбуміни, глобуліни та фібриноген) є абсолютно повноцінними та добре збалансованими за вмістом незамінних амінокислот.

Саме завдяки високому вмісту білків, вітамінів (А, В1, В2, В3, В12, Е, С, D, Н, К), вуглеводів та мінеральних речовин кров широко використовують у виробництві харчової та кормової продукції. Кров забійних тварин та її продукти використовують у виробництві ковбас, м'ясних напівфабрикатів, зельців, паштетів, майонезу, у хлібопекарному, кондитерському виробництвах, тощо.

Особливе значення мають лікарські препарати та продукти харчування лікувального призначення (гематоген, гемостимулін), які також виробляються з крові. Гематоген та гемостимулін застосовують як стимулятори кровотворення.

Велике значення для сільськогосподарської діяльності має переробка крові на корм тваринам. Окрім звичайного виробництва кормів кров використовують для отримання заміників цільного молока для годування молодняка.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> Іванов І.О.	Характеристика вихідної сировини і готового продукту	19-96.ДП.861.00.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/14

Суттєву роль грає кров і як сировина для отримання деяких видів технічної продукції, хоча такий напрямок використання даної сировини неможна віднести до основних.

Наприклад, чорний технічний альбумін, який виробляють із технічної крові, застосовують для виробництва водостійкого клею; з технічної крові виробляють піноутворювач для вогнегасників та інгібітор кислотної корозії.

Слід відмітити, що використання крові у виробництві харчових продуктів, хоч вона є достатньо цінною сировиною, обмежене через високий вміст вологи, яскраво-червоний колір та мікробіологічну небезпеку (кров є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів).

**Технічною** – називається кров, яку отримують з тварин в процесі знекровлення після збору її на харчові цілі. Технічну кров використовують для виробництва кормової і технічної продукції. Якщо кров на харчові цілі не збирають, то вся кров є технічною. Згідно діючих нормативів при знекровленні ВРХ, свиней і ДРХ передбачено отримання відповідно 3,5; 2,4 та 8,9 % технічної крові від маси м'яса на кістках.

### ***Технологія перероблення харчової крові***

*Повний цикл переробки крові забійних тварин на харчові цілі може включати наступні операції:*

1. Збір крові;
2. Стабілізація крові;
3. Дефібринування крові;
4. Сепарування крові;
5. Консервування крові та її фракцій;
6. Висушування крові та її фракцій;
7. Коагуляційне осадження білків крові;
8. Концентрування плазми крові;
9. Знебарвлення крові

### *Збір крові*

Збір крові забійних тварин виконують під час забою з метою отримання сировини для виробництва харчової, кормової та технічної продукції.

Знекровлення тварин має велике значення для отримання якісних м'ясних продуктів (при неповному знекровленні м'ясних туш скорочується строк зберігання м'яса та вироблених з нього м'ясних продуктів). Це пов'язано із тим, що кров, яка залишається у м'ясі, є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів завдяки великому вмісту живильних речовин та вільної вологи. Перед збором крові проводять оглушення (знерухомлення) тварин. Оглушення необхідне для забезпечення безпеки та зручності роботи з твариною під час знекровлення. Слід відзначити, що на якість та вихід крові впливають спосіб оглушення тварин (механічне оглушення, електрооглушення та анестезіювання)

та час між оглушенням і знекровленням – чим цей час менший, тим повніше проходить знекровлення та вище якість зібраної крові.

Після оглушення, зазвичай, тварин підіймають на підвісний шлях і проводять вертикальне знекровлення, але іноді виконують горизонтальне або комбіноване знекровлення.

Власне збір крові проводять в два етапи:

#### 1. Збір харчової крові.

Для збору харчової крові від великої рогатої худоби спочатку розрізають шкіру в області шиї, відділяють стравохід від прилеглих тканин та накладають на нього лігатуру або перев'язують шпагатом для запобігання вивільнення вмісту шлунку. Після цього через розріз паралельно трахеї встромляють порожнистий ніж і перерізають кровоносні судини біля правого передсердя, ніж залишають у туші. Через порожнину ножа кров потрапляє в шланг, а потім в тару для збору харчової крові. В якості тари використовують фляги, бідони або спеціальні приймальні ємкості. В одну ємкість приймають кров від 3-4 тварин

(іноді від 5-10 тварин на установках великої потужності), ємкості обов'язково нумерують.

На рис. 3.1 представлена схема комплексу для збору харчової крові.

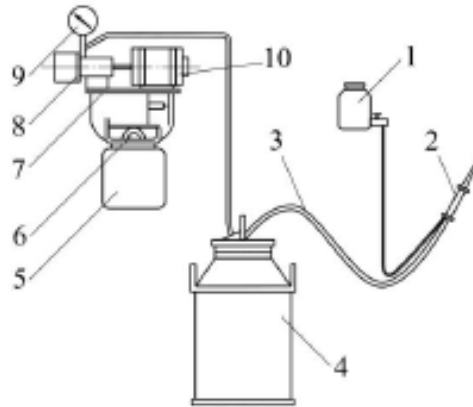


Рис. 3.1. Схема комплексу для збору харчової крові: 1 – ємність зі стабілізатором; 2 – порожнистий ніж; 3 – шланг; 4 – бідон; 5 – резервуар; 6 – фільтр; 7 – плита; 8 – вакуум-насос; 9 – вакуумметр; 10 – електродвигун

Для збору харчової крові від свиней порожнистий ніж встромляють у праве передсердя уколом під грудиною. Збір харчової крові проводять протягом 45-60 с, при цьому від великої рогатої худоби отримують приблизно 75 % крові від загального виходу, а від свиней – 60 %. Кров дрібної рогатої худоби, птиці та кров від хворих тварин на харчові цілі не збирають.

## 2. Збір технічної крові.

Після збору харчової крові з туші виймають порожнистий ніж і збирають кров на технічні цілі. Для цього перерізають великі кровоносні судини в області шиї (сонну артерію та яремну вену). Кров з туш стікає у піддони або жолоба. Загальний час знекровлення великої рогатої худоби складає 8-10 хв., свиней та дрібної рогатої худоби – 6-8 хв., птиці – 2-3 хв.

Загальний вихід крові для великої рогатої худоби складає приблизно 4,2 % до маси тварини, 3,2 % – для дрібної рогатої худоби, 3,5 % – для свиней.

### *Стабілізація крові*

**Стабілізація крові** – це оброблення харчової крові з метою попередження її згортання. Кров стабілізують не пізніше ніж через 1 хв. після збору.

Стабілізована кров у порівнянні із дефібринованою відрізняється більш високим вмістом білків, оскільки фібрин залишається в крові.

Для стабілізації в кров вводять розчин стабілізатора, який зв'язує іони кальцію. Кров зі стабілізатором змішують у тарі для збору, при цьому стабілізатор попередньо вносять у тару та ополіскують ним стінки. В установках для збору та стабілізації крові закритого типу, наприклад В2-ФВУ-100, стабілізатор у кров подається після її збору. В деяких установках кров зі стабілізатором змішується підчас збору в порожнистому ножі.

Після стабілізації кров витримують до отримання ветеринарного висновку про придатність на харчові цілі, після чого її направляють на подальше перероблення або консервують.

### *Дефібринування крові*

**Дефібринування** – це процес видалення з крові фібринового згустку, після чого кров залишається рідкою.

У разі унеможливлення стабілізації крові її звільняють від фібрину, що утворюється, тобто дефібринують. Процес дефібринування не тільки ускладнює перероблення, а й зменшує у крові вміст повноцінного білка на 4 — 5 %.

Дефібринування можна провести як у момент згортання крові, так і після його закінчення. За першим способом отримують фабрикат харчової крові, за другим (переважно) - фабрикат технічної крові.

Кров дефібринують не пізніше ніж через 1 хв. після збору. Виконують цю операцію за допомогою дефібринаторів. Вони представляють собою ємкості в яких за допомогою лопатної мішалки спеціальної форми відбувається утворення та відділення згустку (рис. 3.2).

Процес дефібринування триває протягом 3-4 хв. після додавання останньої порції крові. Після відділення основної маси згустку кров спускають з цих емкостей у чисту приймальну тару. Підчас зливання кров проходить через сітки, при цьому відділяються дрібні домішки фібрину.

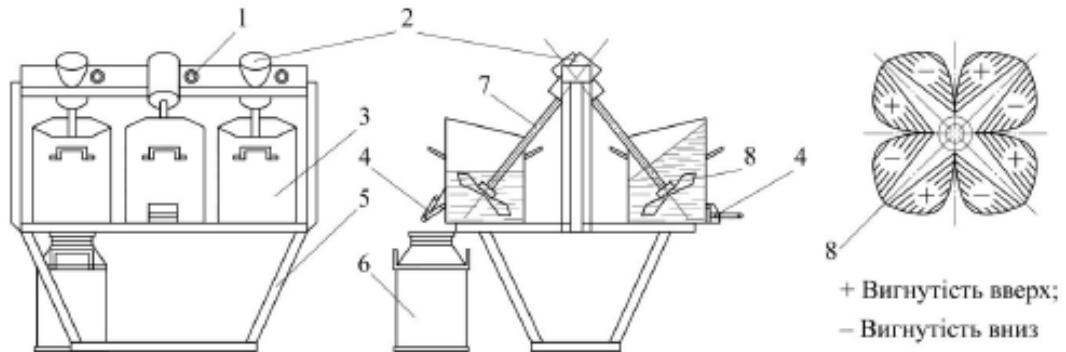


Рис. 3.2. Дефібринатор: 1 – вмикач; 2 – привод; 3 – бачок; 4 – важелі;  
5 – станина; 6 – приймальна тара; 7 – вал мішалки; 8 - мішалка

Дефібриновану кров витримують у приймальній тарі до отримання ветеринарного висновку про придатність на харчові цілі, після чого її направляють на подальше перероблення або консервують.

Отриманий фібриновий згусток після відповідного оброблення можна використовувати на харчові та кормові цілі.

Замість дефібринування згорнутої крові можна використовувати метод дроблення згустків крові на машині АВЖ-245К у барабані з отворами 0,4 - 1,0 мм. На цій машині згустки фібрину розбиваються так, що кров залишається у рідкому стані й без видалення фібрину, що дає змогу здійснювати подальше сушіння в дискових розпилювальних сушарках.

За допомогою цього методу можна організувати безперервне виробництво переробки крові зі збільшенням виходу сухого альбуміну на 3 - 4 % за рахунок фібриногену. Однак таку установку продуктивністю 3000 л/год рекомендується використовувати на підприємствах великої продуктивності.

Схему технологічного процесу виробництва технічного альбуміну із застосуванням машини АВЖ-245К зображено на рис. 3.3.

Згорнута кров з приймального бачка 1 шестеренним насосом 2 по кровопроводу 3 через кран 4 спрямовується в машину 5, звідки стікає в приймальний бак 7. З приймального бака насосом 6 вона транспортується в напірний бак 12 з трубою 13 для переливання крові.

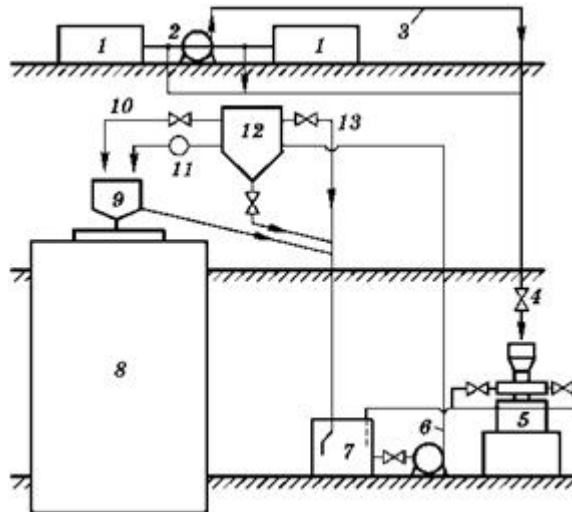


Рис. 3.3. Схема отримання технічного альбуміну з використанням машини АВЖ-245К

Далі кров самопливом по основному зливному 10 або запасному 11 патрубку надходить у лійку 9, звідки подається на розпилювальний диск сушарки 8.

### *Сепарування крові*

***Сепарування крові*** – це процес її розділення на фракції: плазму або сироватку та формені елементи. Плазму отримують при сепаруванні стабілізованої крові, а сироватку – при сепаруванні дефібринованої крові.

Розподілення крові на плазму (сироватку) і фракцію формених елементів ґрунтується на використанні різниці питомої ваги цих фракцій.

Для сепарування використовують сепаратори різних конструкцій. Кількісне співвідношення фракцій сироватки і формених елементів для великої рогатої худоби становить відповідно 63 і 37 %, для свиней 51 і 49 %.

Вимогою до якісного сепарування є найповніше розподілення фракцій і мінімальне забарвлення плазми крові (сироватки).

Якість сепарування визначається будовою сепараторів та їхніми технічними характеристиками: діаметром і кількістю обертів барабана сепаратора, кількістю крові, що надходить у сепаратор, тиском на вході та виході із сепаратора.

Сепарування виконують за допомогою сепараторів. Кров, яка подається в сепаратор, потрапляє в простір барабана. В барабані розташовані тарілки. Розділення крові відбувається під дією відцентрової сили, яка виникає при обертанні барабана. При цьому фракції крові розподіляються в залежності від їх густини: фракція з більшою густиною (формені елементи) відкидається до периферії, а фракція з меншою густиною (сироватка або плазма) рухається до центру барабана (рис. 3.4). Повне розділення відбувається при проходженні крові через всі тарілки сепаратора.

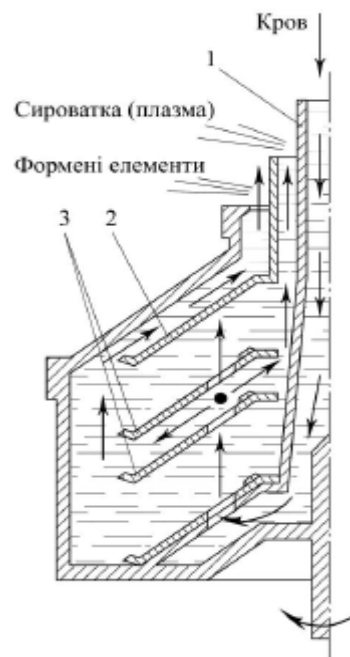


Рис. 3.4. Схема руху крові в барабані сепаратора: 1 – тарілотримач;  
2 – роздільна тарілка; 3 – пакеот тарілок

При неправильному сепаруванні, а саме при нерівномірній подачі крові, перевищенні частоти обертання, наявності згустків та забруднень у крові, спостерігається гемоліз (виділення гему з гемоглобіну). Тому кров, яку подають в сепаратор попередньо фільтрують, а при запуску сепаратора через нього пропускають 3-4 дм<sup>3</sup> 0,9 % розчину хлориду натрію (для попередження гемолізу при контакті крові з робочими поверхнями сепаратора).

Іноді для полегшення процесу сепарування кров попередньо підігрівають до температури 25-35 °С. При цьому зменшується в'язкість, що пришвидшує процес перерозподілу фаз (фракцій).

Отримані при сепаруванні фракції крові передають на подальшу обробку або консервують. Виробнича потужність сучасних сепараторів складає 0,3-1,2 м<sup>3</sup>/год. Кожні 3-4 години сепаратори необхідно розбирати і очищувати від бруду, але існують сепаратори із функцією самоочищення.

### *Консервування крові та її фракцій*

Кров та її фракції є чудовим середовищем для розвитку мікроорганізмів, які спричиняють псування продукту. Тому перероблення крові та її фракцій має здійснюватись по мірі її надходження. Свіжу стабілізовану або дефібриновану кров необхідно переробити не пізніше, ніж за 4 години після збору (сироватку, плазму та формені елементи не пізніше, ніж через 2 години) при умові, що кров та її фракції зберігались при температурі не вище 15 °С. В разі необхідності продовження цього строку застосовують консервування.

**Консервування** – це оброблення сировини, внаслідок якої продовжується строк її зберігання. Консервування крові та її фракцій виконують із застосуванням холоду та хімічних сполук, які призупиняють розвиток мікрофлори.

При використанні крові та її фракцій на харчові цілі їх, зазвичай, консервують холодом. Оброблення холодом при температурі не нижчій за температуру замерзання називається охолодженням (для крові  $t_{\text{зам}} \approx -0,6$  °С),

при температурі нижчій за кріоскопічну – заморожуванням. Заморожують кров у флягах, полімерних пакетах або у вигляді дрібнокристалічного льоду. Кров та її фракції, які використовують на медичні цілі, заморожують за допомогою рідкого азоту.

При температурі 4 °С строк зберігання крові та її фракцій збільшується до 12 годин, при 2 °С свіжість зберігається до 3 діб, при 0 °С – до 10 діб, при -10 °С – до 6 місяців.

В якості хімічних консервантів використовують хлорид натрію, 1 % розчин аміаку, двоокис вуглецю, суміш цитрату натрію з бензойною кислотою та хлоридом натрію, молочну кислоту та інші речовини.

Одним із своєрідних способів консервування крові та її фракцій є висушування.

### *Висушування крові та її фракцій*

Висушування крові та її фракцій забезпечує тривале зберігання продуктів і полегшує транспортування. Стійкість висушеної крові до псування пояснюється низьким вмістом води, що перешкоджає розвитку мікроорганізмів.

Для виконання процесу висушування використовують розпилювальні сушарки. Існує два основних типи розпилювальних сушарок: форсуночні та дискові. При використанні форсуночних сушарок кров в сушильну камеру подається через форсунки під дією тиску. В дискових сушарках (рис. 3.5) кров розпилюється під дією відцентрової сили, яка виникає при обертанні розпилювального диску.

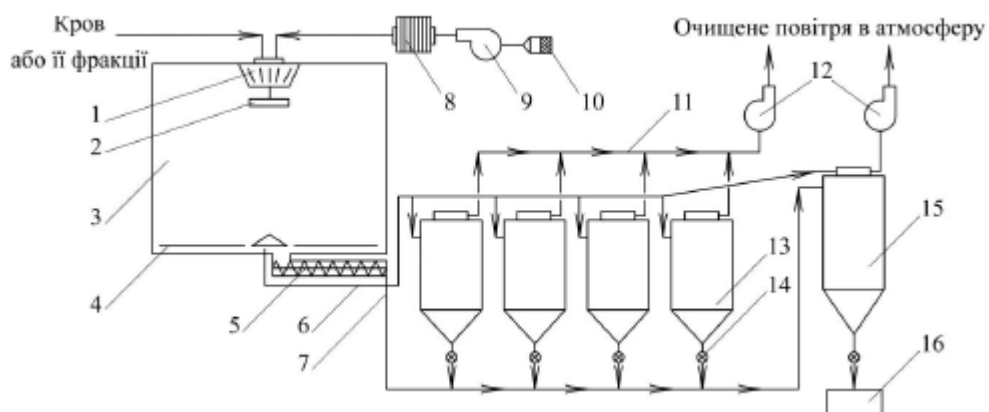


Рис. 3.5. Схема розпилювального сушильного комплексу: 1 – розпилювальні жалюзі гарячого повітря; 2 – розпилювальний диск; 3 – сушильна камера; 4 – скребковий механізм; 5 – розвантажувальний шнек; 6 – лінія запилення продукту; 7 – лінія подачі продукту з шнека на лінію пневмотранспорту; 8 – калорифер; 9 – вентилятор; 10 – фільтр; 11 - лінія очищеного повітря; 12 – відсмоктувальний вентилятор; 13 – система циклонів; 14 – шлюзовий затвор; 15 – циклон пневмотранспорту; 16 – приймальний бункер

Власне процес висушування крові або її фракцій відбувається в сушильній камері. Розпилена за допомогою форсунок або дисків кров зустрічається із нагрітим до температури 140-160 °С повітрям. За рахунок маленьких розмірів краплі видалення основної маси вологи триває не більше 3 с, саме завдяки такій швидкості процесу денатурація білків крові майже не відбувається. Більша частина висушеного матеріалу у вигляді пилу падає на дно камери звідки відводиться за допомогою розвантажувального пристрою.

Відпрацьоване повітря, що виходить з камери містить багато часточок висушеного матеріалу (до 40 % від загальної кількості), тому його очищують за допомогою пиловловлювачів. В якості пиловловлювачів використовують циклони та встряхувальні рукавні фільтри.

Висушування крові та кровепродуктів також можна проводити у віброкиплячому шарі інертного матеріалу. Для цього кров за допомогою форсунок наносять тонким шаром на гранули з фторопласту-4 (тефлону). Ці гранули розташовані на решітці яка вібрує. Висушена плівка крові відділяється внаслідок тертя гранул. Видалення вологи відбувається при контакті з нагрітим до 100-125 °С повітрям та поверхнею гранул.

В деяких випадках кров та кровепродукти зневоднюють за допомогою сублімаційного висушування. Такий спосіб висушування дозволяє отримати продукт з низьким вмістом вологи та нативними властивостями, але через складнощі виконання цього способу він не набув широкого застосування.

### *Коагуляційне осадження білків крові*

Коагуляційне осадження білків крові виконують з метою їх видалення. Коагуляцію можна виконувати шляхом теплового або хімічного оброблення.

Термічну коагуляцію білків крові проводять при температурі 90-95 °С. Цей метод має суттєвий недолік: при такій обробці відбувається денатурація білків.

Хімічну коагуляцію виконують у кислому середовищі при рН 3,5...4,5 за допомогою хімічних реагентів: поліфосфату натрію, трихлориду заліза, лігніну та його похідних, тощо. Після проведення процесу коагуляції білковий коагулят нейтралізують.

Отриманий коагулят, зазвичай, висушують. Його можна використовувати на харчові та кормові цілі.

### *Концентрування плазми крові*

Через високий вміст води в отриманій при сепаруванні плазмі обмежуються можливості її використання в харчовій промисловості, тому плазму крові, яку не висушують, піддають процесу концентрування. Існує 2 основних методи концентрування плазми: ультрафільтрація та кріоконцентрування. Іноді застосовують сублімаційне концентрування.

При використанні методу ультрафільтрації плазму пропускають через фільтр-установки, що складаються з тонких напівпроникних мембран. Розділення відбувається за рахунок перепаду тисків у фільтрі ( $\Delta P = 103$  кПа).

При використанні методу кріоконцентрування розділення відбувається за рахунок різниці температур замерзання води та розчину компонентів крові. При зануренні випарників (трубок Фільда) в плазму на них намерзає шар чистої води, при цьому за рахунок зменшення вмісту води концентрація білків у плазмі підвищується (до 25...30 %).

### *Знебарвлення крові*

Отримана при переробленні кров має яскраво-червоне забарвлення. Колір крові обумовлений наявністю великої кількості гемоглобіну (приблизно 60 % всіх білків крові). Червоне забарвлення гемоглобіну значною мірою впливає на

колір харчових продуктів, при виробництві яких використовуються кровепродукти. З метою зменшення цього впливу гемоглобін знебарвлюють. Проводять це шляхом видалення та руйнування гему, який і дає це забарвлення. Для цього використовують пероксид водню, ацетон або гемолітичні ферменти.

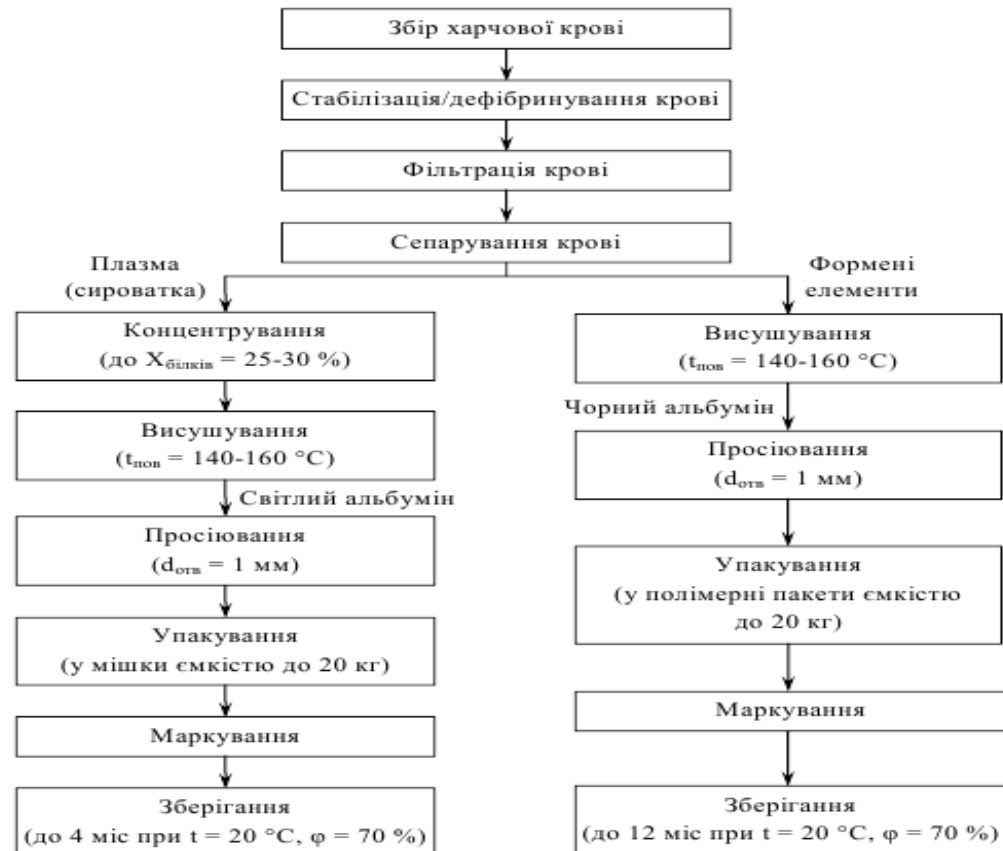
Нерідко при виробництві м'ясних продуктів для маскуванню кольору гемоглобіну кров вводять в складі жирових емульсій з молочним білками.

### *Технологічна схема виробництва світлого та чорного харчового альбуміну*

**Світлий альбумін** – це висушена сироватка або плазма, отримана при сепаруванні харчової крові.

**Чорний альбумін** – це висушена фракція формених елементів, отримана при сепаруванні харчової крові, або стабілізована чи дефібринована кров.

Технологічна схема виробництва світлого та чорного харчового альбуміну:



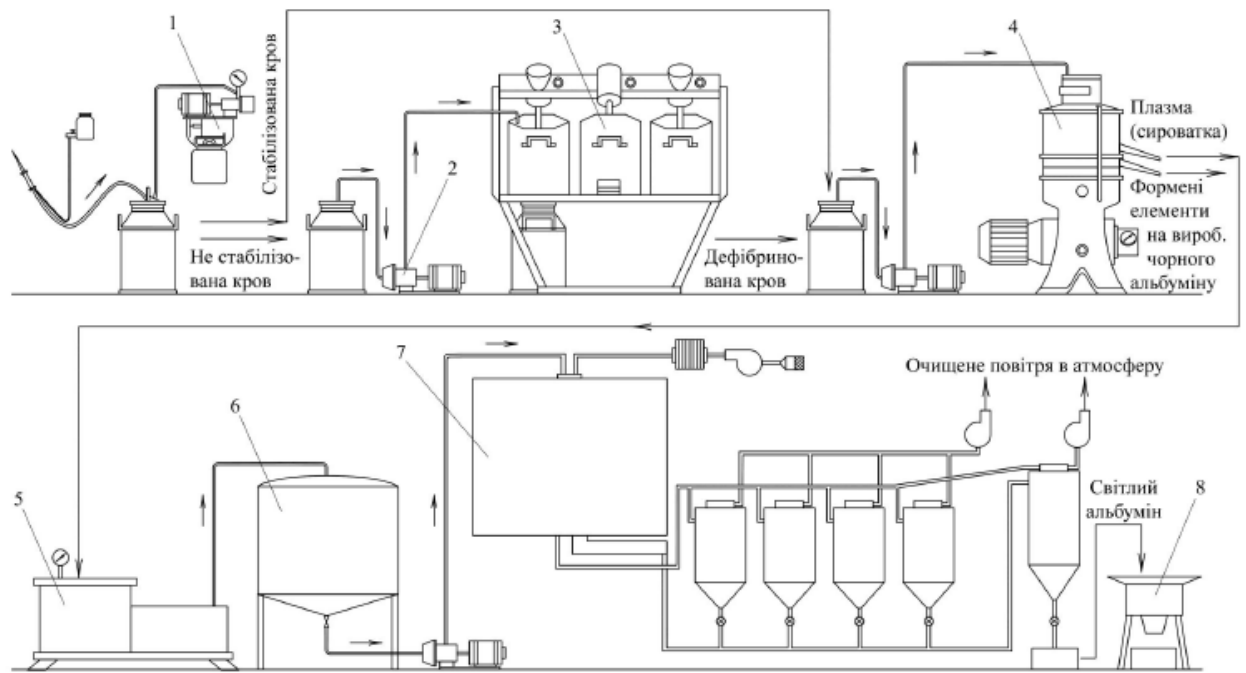


Рис. 3.6. Технологічна схема лінії виробництва світлого харчового альбуміну:

- 1 – комплекс для збору та стабілізації харчової крові; 2 – насос;  
 3 – дефібринатор; 4 – сепаратор; 5 – комплекс для ультрафільтрації сироватки;  
 6 – проміжна ємність; 7 – сушарка; 8 - вібрисито

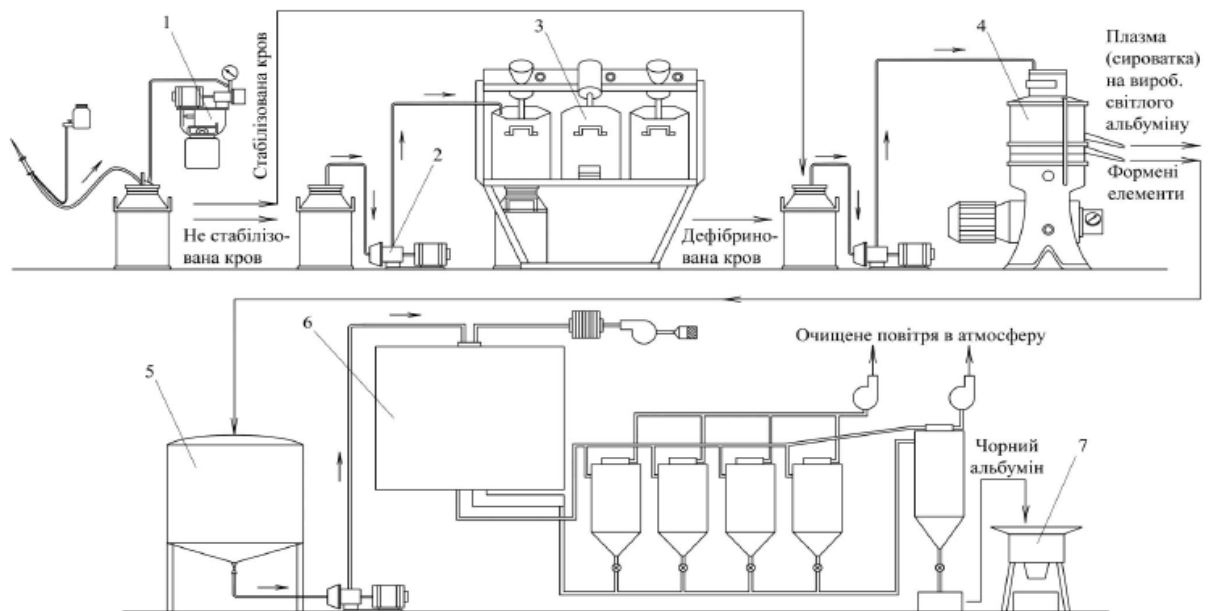


Рис. 3.7. Технологічна схема лінії виробництва чорного харчового альбуміну:

- 1 – комплекс для збору та стабілізації харчової крові; 2 – насос;  
 3 – дефібринатор; 4 – сепаратор; 5 – проміжна ємність; 6 – сушарка;  
 7 - вібрисито

## 4 ОПИС ЗАПРОПАНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

### ОПИС МОДЕРНІЗАЦІЇ

#### Сушіння крові

Найпоширенішим способом сушіння крові і плазми є їх розпилення з використанням струменя нагрітого повітря. Сушіння розпиленням складається з трьох послідовних процесів: розпилення крові у рідинному стані, сушіння розпиленого матеріалу, видалення сухого матеріалу з повітря. Завдяки високій дисперсності часточок, що досягається розпиленням (діаметр часточок становить до 50 мкм), швидко збільшується питома поверхня матеріалу. Зменшення розміру часточок зводить до мінімуму вплив внутрішньої дифузії на швидкість сушіння, що особливо важливо для запобігання денатурації білкових речовин крові, плазми та сироватки (невеликі розміри часточок) практично унеможливають затримувальний вплив (тепловологопровідності).

Сушіння розпиленням триває протягом кількох секунд. Це дає змогу організувати безперервний процес сушіння і повністю механізувати і автоматизувати роботу сушильних установок. При сушінні розпиленням хімічно вільна волога виділяється раніше, ніж матеріал нагрівається до межової температури денатурації для білків крові. Перехід вологи в пару спричинює різке зниження температури повітря поблизу зневодненої частини, і білки та вітаміни практично не втрачають нативних властивостей навіть за високих температур сушіння (130 – 180 °С). Висушений матеріал містить близько 85 % розчинних білків. За допомогою розпилення досягають виходу до 18 % від початкової маси фабрикату.

Недоліком сушіння розпиленням є контакт продукту в стані високої дисперсності з киснем повітря, що призводить до часткового окиснення його складових.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/9</b>	

Однак при використанні інертних газів сушіння розпиленням дає можливість отримати продукт, що не поступається його сушінню в умовах глибокого вакууму. До недоліків розпилювальних сушарок за відносно невисоких температур повітря для сушіння (130 – 150 °С) належить висока витрата пари (2,5 – 3,0 кг/кг вологи), що випаровується внаслідок малого насичення відпрацьованого повітря (його відносна вологість при першому циклі близько 20 %) і низького коефіцієнта використання об'єму сушарки. Підвищення економічності сушіння досягають попереднім низькотемпературним упарюванням розчинів, що зазнають сушіння, і використанням циркуляційного типу подавання нагрівального повітря.

Апарат для сушіння крові входить у технологічні схеми для виробництва медичних препаратів, кормів (кров'яне борошно), технічної продукції (технічний альбумін).

Сушильний комплекс складається з вертикальної башти, яка має конічне дно, декілька циклонів, допоміжні пристрої. Внутрішня поверхня сушильної башти облицьована нержавіючою сталлю. Теплоізоляція виконана з мінеральної вати, ззовні покрита листовим алюмінієм. У центрі сушильної башти змонтовано дисковий розпилювач. Повітря, яке подається на сушку, нагрівається в калорифері при тиску пари  $11 \cdot 10^3$  Па.

Повітря подається нагнітаючим вентилятором високого тиску. Після проходження калорифера, повітря нагрівається до температури 125 – 160 °С і зосереджено подається в корінь факелу розпилювання. При цьому в розпилювачі потік повітря піддається закручуванню в напрямку руху частинок розпилюючого продукту. Після втрати частинками продукту високої початкової швидкості, вони разом з потоком повітря рухаються по спіралевидній траєкторії. Маючи температуру 60 – 70 °С спрацьоване повітря з найбільш дрібними фракціями кров'яного порошку через спеціальний патрубок виводиться з сушильної башти в батарею циклонів для очищення. Далі повітря відсмоктується вентилятором. Висушений кров'яний порошок по конічному

дну сушильної башти зсипається у лоток, з якого подається на пневмотранспортну лінію.

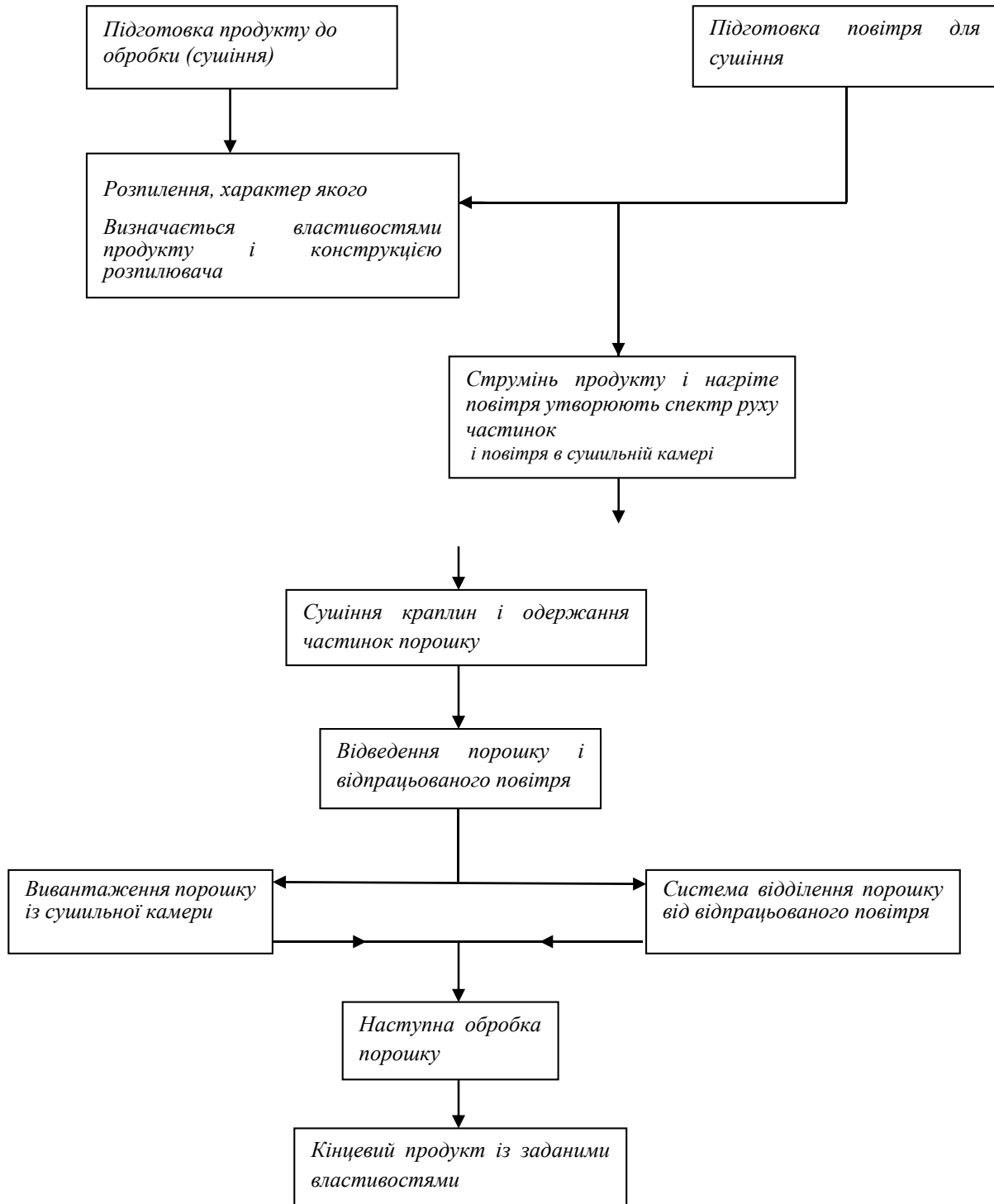
Пневмотранспортування сухого кров'яного порошку здійснюється повітрям, яке збирається безпосередньо з цеху додатковим вентилятором. Перед тим, як поступити на пневмотранспорту лінію, повітря очищується у фільтрі зі змінними елементами.

У процесі пневмотранспортування суха кров охолоджується до температури, яка на 10 – 15 °С вища за температуру повітря, яке всмоктується. На пневмотранспорту лінію також потрапляє порошок з батареї циклонів. Суха кров поступає по пневмотранспортній лінії в розвантажувальний циклон, з якого подається до бункера-накопичувача. Через недостатнє очищення повітря з розвантажувального циклону повертається у повітропровід, по якому відпрацьоване повітря з сушильної башти подається в батарею циклонів. За допомогою шлюзового отвору, встановленого під бункером-накопичувачем, готовий продукт вивантажується з установки, після чого здійснюється його розфасовка у мішки.

Через високу швидкість випаровування вологи температура висушеного продукту залишається невисокою. Продукти виходять високої якості з гарною розчинність. При цьому способі сушіння можна регулювати величину частинок, об'ємну масу, кінцеву вологість і температуру порошку. За якістю одержувані продукти порівняти з продуктами сублимації сушіння, але вартість їх на 25-30 % нижче.

Розпилювальні сушарки у харчовій промисловості використовуються для сушіння рідких продуктів: молока, молочних продуктів, олії, яєць, кормових дріжджів, крові, фруктових та овочевих соків і т.д. по конструкції вони являють собою камеру, у верхній частині якої матеріал розпилюється під тиском за допомогою механічних або пневматичних форсунок, відцентровими дисковими розпилювачами або ультразвуковими пристроями.

### Стадії технологічного процесу сушіння на розпилювальних комплексах.



Завдяки високій дисперсності матеріалу та розвинутій поверхні контакту, сушіння відбувається дуже швидко. За даними М. Є. Лур'є, тривалість сушіння у розпилювальних сушарках при прямому потоці матеріалу та сушильного агента становить 4,3 с, при протитоку 2,4 с. загальний час перебування часток у сушильній камері становить 15 – 20 с.

Основною характеристикою розпилювальних сушарок – є кількість вологи, випареної в 1 м<sup>3</sup> сушильної камери за 1 год., тобто напруження об'єму сушили по волозі А.

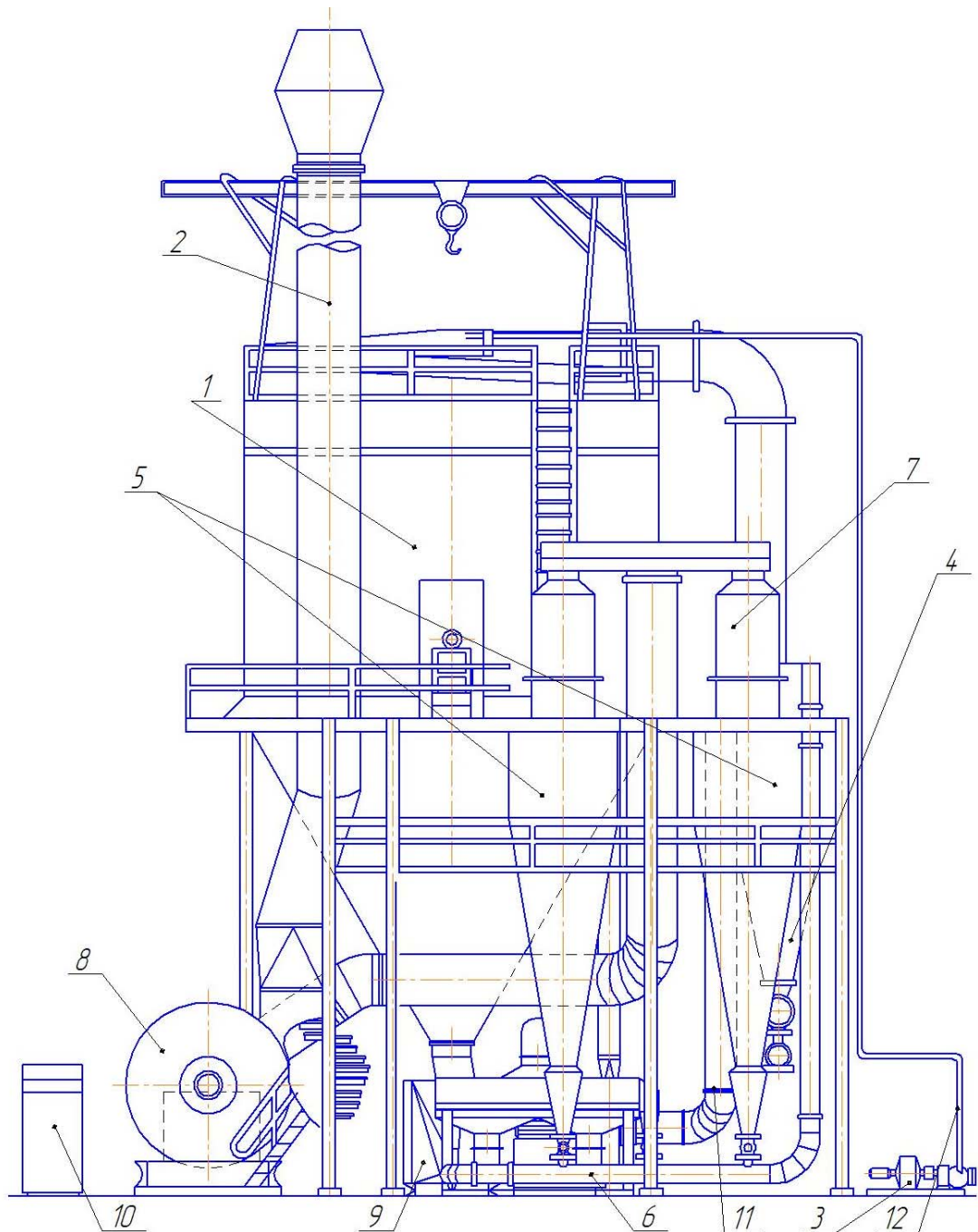
Розпилюючий диск має 20 радіальних каналів, через які кров з центральної порожнини потрапляє в башту. Такий диск забезпечує дуже рівномірне і тонке розпилювання.

Диск встановлено у верхній зоні башти. Привод до диску розміщений ззовні башти, але безпосередньо близько нього. Сушарки оснащені редуктором, що дозволяє варіювати частоту обертання диску з 9000 до 24000 об/хв.

В цілому розпилювальна сушарка з дисковим розпилюванням має великі переваги. Висока швидкість розпилювання дозволяє вести цей процес безперервно. Можлива й повна автоматизація процесу сушки при високій продуктивності праці. При такій сушці отримують альбумін з високим вмістом розчинюючого білка (до 85%) і великим виходом (до 18%).

Харчову кров негайно піддають стабілізації або дефібруванню. Негемолізована плазма, отримана в результаті сепарування стабілізованої крові, або виворотки висушується в розпилювальній сушарці. Плазму і повітря, що направляється на сушку, фільтрують.

Технічну кров збирають (стабілізують) в жолобі під лінією обезкровлення. Далі стабілізовану кров направляють безпосередньо на сушку і наступні операції, включаючи пакування. Кров з цеху забою худоби і розділки туш через приймальний бачок передається в млин, де подрібнюються згустки крові. Подрібнена кров поступає у відстійник. Фібрин з відстійника видаляється насосом. Дефібрована кров насосом подається в бачки, звідки направляється спочатку в бачок живлення, а потім в бачок постійного рівня. З бачка постійного рівня через автоматичний регулятор кров поступає в сушильну башту.



№ поз.	Позначення	Кількість
9	Збірник висушеного продукту	1
10	Пульт керування	1
11	Вентилятор для відсмоктування відпрацьованого повітря з сушильної башти	1
12	Трубопровід для подачі продукту	1

№ поз.	Позначення	Кількість
1	Сушильна камера	1
2	Трубопровід відпрацьованого повітря	1
3	Насос для подачі продукту	2
4	Розвантажувальний циклон	1
5	Циклон	2
6	Пневмотранспортна система	1
7	Скрубер Вентурі	2
8	Вентилятор для відсмоктування відпрацьованого повітря	2

Рис. 4.1. Загальний вигляд сушильного комплексу

Гаряче повітря, що підігрівається в калорифері, подається в сушильну башту чотирма потоками: зверху, знизу і з боків. Верхній і нижній потоки

повітря нагнітаються безпосередньо в зону розпилення вентиляторами. Основна кількість гарячого повітря, що засмоктується головним вентилятором по двох вузьким каналам, розміщеним паралельно відносно осі башти. З сушильної башти повітря разом з найбільш легкими частинками альбуміну по трубопроводу направляється в рукавний фільтр. Пройшовши крізь фільтрувальну тканину рукавів фільтра, повітря засмоктується головним вентилятором, що викидає його в атмосферу, або направляє в скруббер для додаткового очищення його від залишків альбумін, а також для використання його тепла на випробування крові перед сушінням. З полу сушильної башти альбумін збирається скребковим механізмом і крізь отвори в підлозі башти подається на шнек, що транспортує його в охолоджувально-просіювальну машину, де очищується від комків і охолоджується. Порошок безпосередньо з просіючої машини потрапляє в паперовий мішок, який потім зашивається.

В даному проекті розпилювальна сушарка представляє собою циліндрично-конічну ємкість. Нижня частина апарату має форму зрізаного конуса, який розширюється до верху для зсипання висушеної речовини до розвантажувального пристрою. Верхня частина апарату має циліндричну форму постійного діаметру, де і відбувається основна частина процесу сушки: розпилювання рідни на дрібні краплини, їх контакт з сушильним агентом та рух по заданій траєкторії висушених часточок до нижньої частини башти.

До нижньої частини підводяться трубопроводи для сушильного та спрацьованого агенту. У верхній частині корпусу з метою техніки безпеки передбачені фланцеві отвори для кріплення патрубків запобіжних клапанів. Подача та розпилювання рідини здійснюється за допомогою центробіжного механізму з розпилюючим диском. Рідина, попадаючи в розпилювальний диск набуває відцентрового прискорення і вилітає через отвори диску подрібнюючись при цьому на краплини.

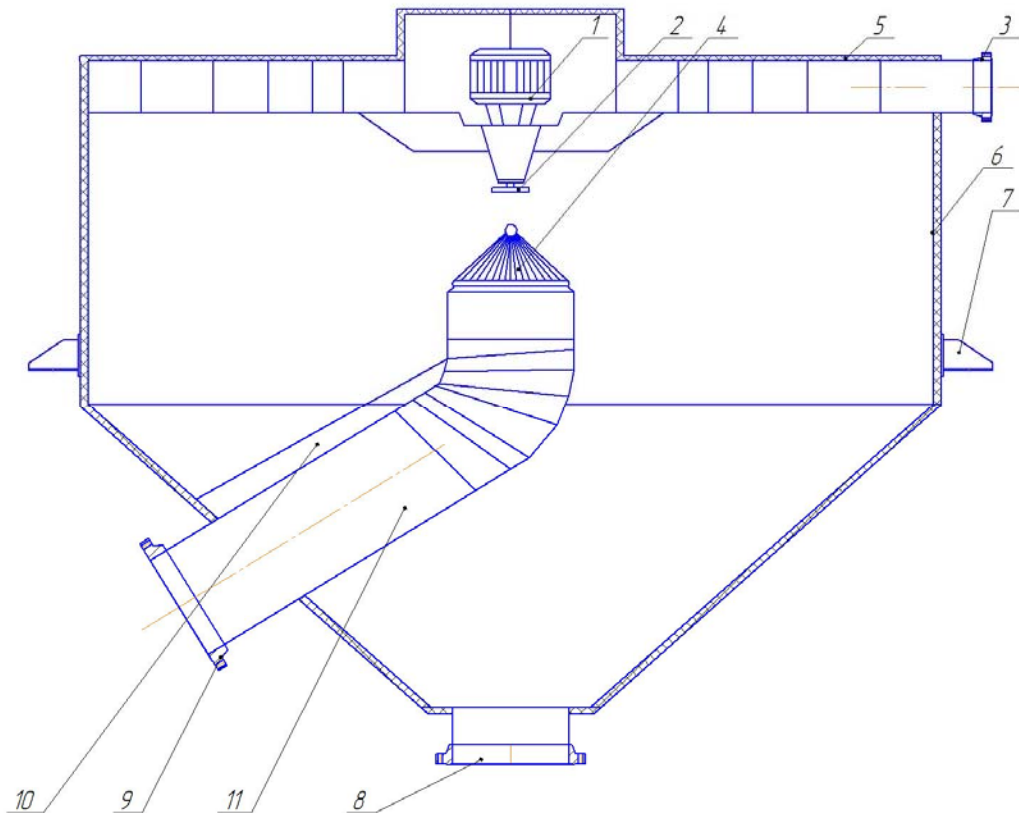


Рис. 4.2. Сушильний апарат для крові ГБО: 1 – привід розпилювача, 2 – диск; 3 – фланець; 4 – повітророзподільувач; 5 – ізоляція; 6 – корпус; 7 – опора; 8 – повітря хід; 9 – фланець; 10 – ребро жорсткості

**Технічна характеристика сушарки для крові ГБО:**

Спосіб розпилення	дисковий
Продуктивність по випареній волозі, кг/год.	358
Температура гріючого агента, °С	140
Вологість матеріалу, %	
до сушіння	84
після сушіння	5
Кількість випареної вологи, кг/год	360
Діаметр сушильної камери, м	5

Для огляду та обслуговування необхідно передбачати люки в нижній частині циліндрично-конічної ємкості. Для спостереження за ходом процесу у

корпусі існує оглядове вікно, а також вимірювальні прилади та засоби контролю параметрів процесу.

Для зменшення теплових витрат і виконання вимог техніки безпеки, поверхню апарату та трубопроводів, що підводять та відводять теплоносії, покривають тепловою ізоляцією.

### Опис модернізації

Розпилювання матеріалу в сушарці здійснюється за допомогою розпилювального диска. Існує багато різновидів розпилювальних дисків.

Від ефективності роботи диска залежить продуктивність самої сушарки. Тому ми модернізуємо даний диск. Ми пропонуємо на внутрішню поверхню тарілчатого диска додати 4 пластини певної висоти. Пластини будуть встановлені під прямим кутом одна до одної. Але ми пропонуємо зробити ці пластини не прямими а з заокругленнями. Впадину даної пластини потрібно зробити назустріч руху диска (тобто в протилежну сторону до напрямку колової швидкості диска). Такі пластини під час руху диска будуть захоплювати продукт, який подається на диск та краще розпиляти його по сушильній камері. За рахунок такої конструкції ефективність роботи розпилювальної сушарки збільшиться.

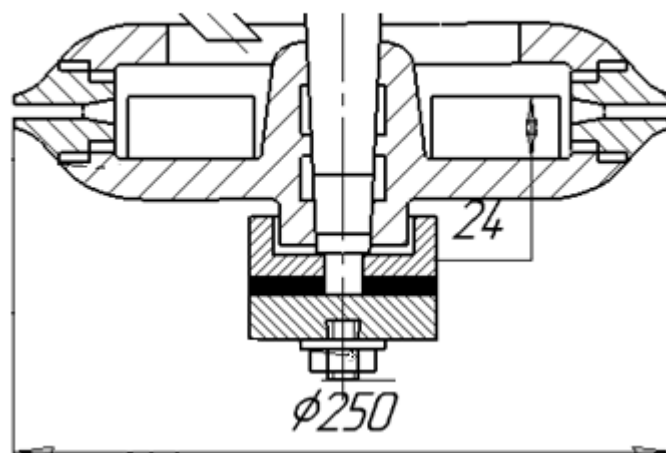


Рис. 4.3. Модернізований розпилювальний диск

## 5 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Основна характеристика розпилювальних сушильних комплексів – кількість вологи, що випарюється в 1 м<sup>3</sup> сушильної камери за 1 годину, тобто напруження об'єму сушарки по волозі А. Розрахунок передбачає визначення продуктивності установки по вологому і висушеному матеріалу та кількості випаруваної вологи. Визначають основні параметри повітря за заданих умов сушіння. Спрощений розрахунок сушильної камери розпилювальної сушарки виконують на підставі експериментально отриманих значень напруження об'єму сушарки по волозі А, що залежить від властивостей матеріалу, який висушується та умов сушіння.

### Дані для розрахунку:

Висушений матеріал – кров.

Конструкція сушарки - ГБО.

Спосіб розпилення - дисковий.

$t_1 = 140^\circ\text{C}$  – температура повітря

$G_1 = 430$  кг/год - продуктивність сушарки по сирому матеріалу

За (2 ст. 216) :  $\omega_1 = 84\%$  - початкова вологість крові,  $\omega_2 = 5\%$  - кінцева вологість крові

$W = 360$  кг/год. - кількість видаленої вологи

$A = 4,2$  кг/(м<sup>3</sup> год.)

$D_k = 4,7$  м – діаметр башти

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Розрахункова частина</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/21</b>

### 5.1 Розрахунок продуктивності сушарки по сировині і висушеному матеріалу

Продуктивність сушарки і кількість вологи, що видаляється, визначається з рівняння матеріального балансу сухих речовин.

Маса волого продукту завантаженого в сушарку:

$$G_1 = G_2 + W, \text{ кг}$$

$G_2$  – маса продукту після сушіння, кг;

$W$  – кількість випареної вологи, кг.

Відношення маси продукту до і після сушіння розраховують за формулою:

$$G_2 = G_1 \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2}$$

$\omega_1, \omega_2$  - відповідно вологість крові до і після сушіння, %.

$$G_2 = 430 \frac{100 - 84}{100 - 5} = 72 \text{ кг/год}$$

Кількість видаленої вологи:

$$W = G_1 - G_2, \text{ кг}$$

$$W = 430 - 72 = 358 \text{ кг/год}$$

### 5.2 Визначення основних параметрів вологого повітря

Для підтримання визначеного режиму сушіння потрібно знати основні параметри вологого повітря: температуру, відносну вологість  $\varphi$ , питомий вологовміст  $x$ , ентальпія  $I$ .

Температуру і відносну вологість повітря задають або визначають як середні значення за кліматичними таблицями районів. Питомий вологовміст повітря розраховується за формулою:

$$x = 0,622 \frac{\varphi p_H}{B - \varphi p_H}$$

0,622 – відношення мольних мас водяної пари і повітря;

$p_H$  - тиск насиченої пари за певної температури повітря, Па;

$B$  – барометричний тиск рекомендовано приймати  $B=745 \text{ мм.рт.ст.}=99,1 \text{ кПа}$ .

За (2, ст. 321): для  $t_0=19,3\text{ }^\circ\text{C}$  – температура повітря поступаю чого на підігрів, тиск  $p_{H0} = 1,95\text{ кПа}$ ; для  $t_1=140\text{ }^\circ\text{C}$  – температура після калорифера при вході в сушарку, тиск  $p_{H1} = 361,36\text{ кПа}$ ; для  $t_2=70\text{ }^\circ\text{C}$  – температура на виході з апарату, тиск  $p_{H2} = 31,10\text{ кПа}$ .

Вологість повітря:

Відносна вологість повітря в м. Київ (3, таб. 6):

Самого холодного місяця  $\varphi_x = 83\%$ , самого теплого місяця  $\varphi_T = 55\%$

для розрахунку приймаємо середню відносну вологість повітря:

$$\varphi_0 = 0,5(\varphi_x + \varphi_T) = 0,5(83 + 55) = 69\%.$$

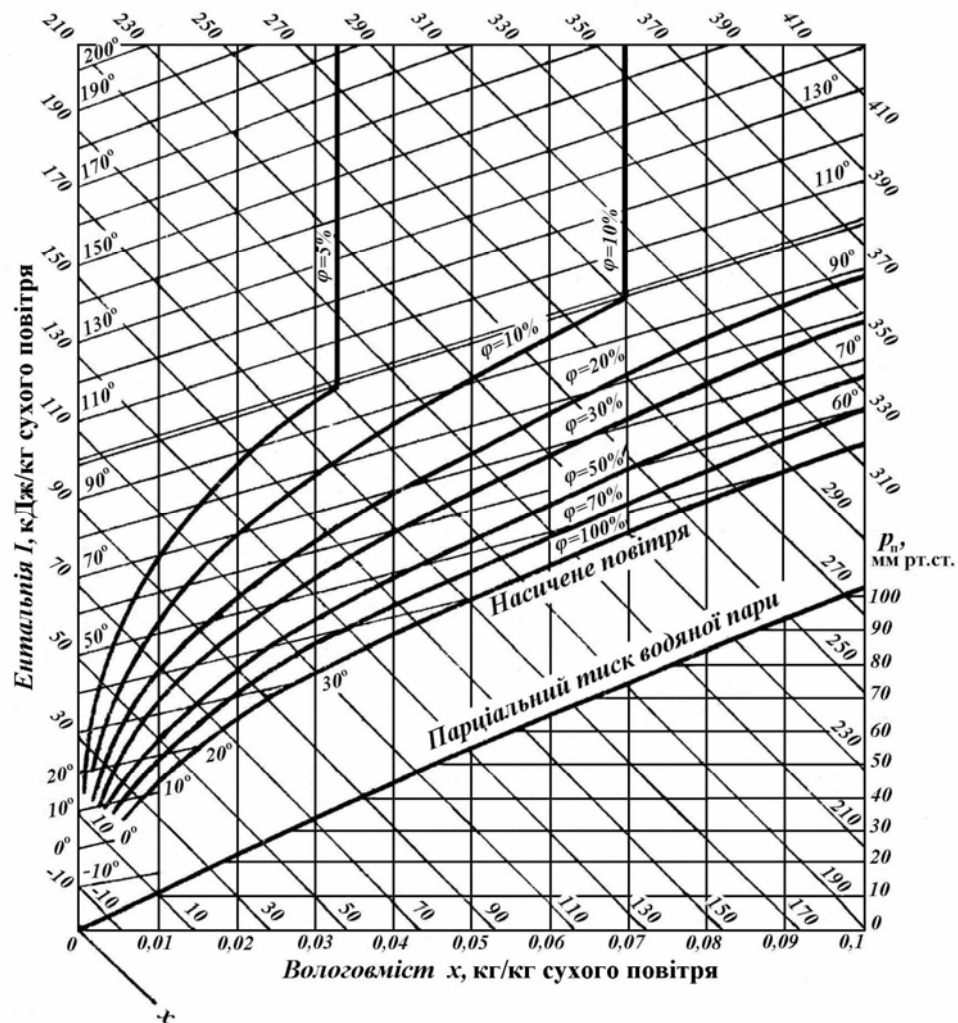
$$t_0 = 19,3\text{ }^\circ\text{C};$$

$$x_0 = 0,622 \frac{0,69 \cdot 1,95 \cdot 10^3}{99,1 \cdot 10^3 - 0,69 \cdot 1,95 \cdot 10^3} = 0,0085 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \text{ с. п.}$$

$$x_2 = 0,622 \frac{0,17 \cdot 31,10 \cdot 10^3}{99,1 \cdot 10^3 - 0,17 \cdot 31,10 \cdot 10^3} = 0,0350 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \text{ с. п.}$$

$$x_0 = x_1 = 0,0085 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \text{ с. п.}$$

Стан повітря в області відносної вологості  $\varphi < 100\%$  однозначно визначається будь-якими двома параметрами (єнтальпією, вологовмістом, температурою або відотною вологістю) на перетині ліній, що відповідають сталим значенням цих параметрів.

Рис. 5.1. Діаграма  $I - x$  вологого повітря

### 6.3 Розрахунок витрати повітря в сушарці

У процесі сушіння повітря поглинає з висушуваного матеріалу вологу і виходить із сушильної камери. При цьому вологовміст повітря збільшується від початкового  $x_0=x_1$  до стану  $x_2$ . Маса абсолютно сухого повітря за достатньої герметичності сушильної камери практично залишається незмінною. Тому з рівняння матеріального балансу вологи можна розрахувати витрати абсолютно сухого повітря  $L$  у сушарці:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1}$$

$$L = \frac{358}{0,0350 - 0,0085} = 13509 \text{ кг/год}$$

Питому витрату абсолютно сухого повітря  $l$ , тобто кількість повітря в кг, витрачену на випаровування 1 кг вологи, розраховують за формулою:

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1}{x_2 - x_1}$$

$$l = \frac{1}{0,0350 - 0,0085} = 37,73 \text{ кг/год}$$

$v_{\text{п}}$  - питомий об'єм вологого повітря, що припадає на 1 кг абсолютно сухого повітря, м<sup>3</sup>/кг

$$v_{\text{п}} = \frac{R_{\text{п}} \cdot T}{B - \varphi p_{\text{н}}}$$

$$v_{\text{п}} = \frac{287 \cdot 291}{99100 \cdot 0,69 \cdot 2064} = 0,86 \text{ м}^3/\text{год}$$

$R_{\text{п}}$  - газова стала, Дж/(кг·К) для повітря  $R_{\text{п}} = 287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .

$T$  – абсолютна температура повітря, К.

Знаючи об'ємну витрату повітря, можна визначити швидкість повітря в сушильній камері, що характеризує режим сушіння і втрати теплоти в навколишнє середовище, а також розрахувати і вибрати вентилятор. Тому об'ємну витрату повітря визначають за параметрами, що характеризують його на вході в вентилятор, сушильну камеру і на виході з неї.

#### 5.4 Тепловий розрахунок

Розглянемо тепловий баланс реальної сушильної камери.

Подача тепла.

Теплота, що вноситься:

- повітрям і вологою, яка присутня в ньому, а також вологим матеріалом;
- устаткуванням, що вводиться в сушарку і транспортні засоби;
- додатково в камеру сушарки від нагрівальних елементів.

Витрата тепла.

Тепло, що виходить:

- з повітрям;
- з висушуваним матеріалом;

- транспортними засобами;

- втрати в навколишнє середовище. Складемо рівняння теплового балансу реального процесу сушіння:

$$LI_1 + G_1 C_1 \theta_1 = LI_2 + G_2 C_2 \theta_2 + \theta_{\text{вит}} = L(I_2 - I_1) = G_1 C_1 \theta_1 - G_2 C_2 \theta_2 - \theta_{\text{вит}}$$

$C$  – питома теплоємність матеріалу, кДж/(кгК) для крові  $C=3,88$  кДж/(кгК);

$\theta_{\text{вит}}$  - втрати в навколишнє середовище. Для знаходження цих втрат тепла визначаємо ентальпія повітря.

Ентальпію вологого повітря визначають як суму ентальпій сухого повітря і водяної пари, що припадає на 1 кг сухого повітря:

$$I = c_{\text{с.п}} t + x i_{\text{п}}$$

$$I_0 = 1,004 \cdot 19,3 + 0,0085 \cdot 2484,75 = 40,49 \text{ кДж/кг}$$

$$I_2 = 1,004 \cdot 70 + 0,0350 \cdot 2461,94 = 156,44 \text{ кДж/кг}$$

$$I_1 = C_{\text{сп}} \cdot t_1 = 1,004 \cdot 140 = 140,56 \text{ кДж/кг}$$

$c_{\text{с.п}}$  - середня питома теплоємність сухого повітря кДж/(кг·К) ( при  $t < 200$  °С  $c_{\text{с.п}} = 1,004$  кДж/(кг·К) );

$t$  - температура вологого повітря, °С;

$x$  - питомий вологовміст повітря, кг/кг с.п;

$i_{\text{п}}$  - питома ентальпія перегрітої пари кДж/кг.

З достатнім для практики ступенем точності  $i_{\text{п}}$  розраховують за формулою:

$$i_{\text{п}} = r_0 + c_{\text{п}} t$$

$r_0$  – питома теплота пароутворення води, кДж/кг (при  $t_0 = 19,3$  °С  $r_0 = 2449,2$  кДж/кг)

$c_{\text{п}}$  - середня питома теплоємність водяної пари, кДж/(кг·К).  $c_{\text{п}} = 1,842$  кДж/(кг·К).

$$i_{\text{п}0} = 2449,2 + 1,842 \cdot 19,3 = 2484,75 \text{ кДж/кг}$$

$$i_{\text{п}2} = 2333,0 + 1,842 \cdot 70 = 2461,94 \text{ кДж/кг}$$

$$L(I_2 - I_1) = \theta_{\text{вит}}$$

Праву і ліву частину цього рівняння віднесемо до 1 кг випареної вологи в сушарці води:

$$\frac{L}{W} (I_2 - I_1) = \frac{\sum \theta_{\text{вирт}}}{W}, \quad l(I_2 - I_1) = \Delta$$

$\Delta$  - кількість теплоти, що вноситься в камеру сушарки, чи витрачається нею, Дж на 1 кг випареної вологи. Причому величина  $\Delta$  може бути додатною чи від'ємною в залежності від значення складових теплового балансу. Для знаходження  $\Delta$  необхідно знати втрати теплоти в навколишнє середовище, що можливо після розрахунку теплової ізоляції.

### 5.5 Розрахунок основних робочих елементів

Визначивши габаритні розміри сушильної башти і вибравши конструкцію огороження ( як ізоляційний матеріал найчастіше використовують скловолокно), виконують тепловий розрахунок; знаходять поправку для реального сушильного процесу  $\Delta, q_{\text{тр}}=0$ ; будують реальний процес сушіння у  $I$ - $x$  діаграмі; визначають питомі й повні витрати теплоти, абсолютно сухого повітря й об'ємну витрату повітря  $V$ .

До основних параметрів сушильної башти відносяться діаметр краплі, на які розпилюється речовина, радіус факелу розпилення та швидкість витання частинок.

Швидкість повітря в сушильній башті, м/с:

$$v = \frac{V}{3600 \frac{\pi}{4} D_{\kappa}^2}$$

Питомі витрати теплоти в навколишнє середовище розраховують за відомої швидкості повітря в сушильній башті, яку приблизно можна визначити, побудувавши теоретичний сушильний процес, за умови, що параметри повітря на виході із сушильної камери невідомі.

Початкова швидкість польоту краплі, її діаметр і радіус факела розпилювання визначаються конструкцією розпилювального пристрою. У разі дискового розпилювання  $v_{\text{п}}$  може дорівнювати коловій швидкості диска, яка у сучасних апаратах досягає 200 м/с.

Мінімальна колова швидкість диска має бути не менше як 50 м/с. зазвичай вона становить 130...150 м/с, а діаметр диска 270...320 мм. Частота його обертання коливається в межах 6000...45000 хв<sup>-1</sup>. Вибравши колову швидкість і розміри диска, знаходять його частоту обертання і розраховують привід.

Діаметр краплі можна визначити за допомогою емпіричних формул, до яких входять основні визначальні параметри. Для дискового розпилювання:

$$d = 98.5 \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_M^{\Pi} R_D g}}$$

$n$  - частота обертання диска, хв<sup>-1</sup>;

$\rho_M^{\Pi}$  - початкова густина матеріалу, кг/м<sup>3</sup>;

$R_D$  - радіус диска, м.

Діаметр крапель, який розраховують за попередньою формулою, відповідає розміру найбільших крапель. В.Д. Андреев рекомендує таку формулу:

$$d = \frac{0.0425}{\sqrt[3]{\rho_M^{\Pi} \omega^2}}$$

Середній діаметр крапель становить 5...100 мкм.

Приймаємо  $\rho_M^{\Pi} = 1030 \text{ кг/м}^3$ ,  $\omega = 200 \text{ м/с}$

$$d = \frac{0.0425}{\sqrt[3]{1044,4 \cdot 200^2}} = 122 \text{ мкм}$$

Згідно даних поверхневий натяг сироватки крові ВРХ  $\sigma = 0,568 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}$ .

Зазвичай діаметр диску 270 – 320 мм. Прийmemo  $D_d = 300 \text{ мм}$ . Частота обертання диску коливається у межах 6000 – 45000 об./хв

Знайдемо частоту обертання диска, радіус диска приймаємо  $R = 0,15 \text{ м}$

$$n = \frac{30\omega_n}{\pi R} = \frac{30 \cdot 200}{3,14 \cdot 0,15} = 12739 \text{ хв}^{-1}$$

$$d = 98.5 \frac{1}{n} d = 98.5 \cdot \frac{1}{12739} \sqrt{\frac{0,568 \cdot 10^{-5}}{1044,4 \cdot 0,15 \cdot 9,81}} = 0,5 \text{ мкм}$$

Середній діаметр крапель у сушарках при дисковому розпилюванні існує у межах 5 – 100 мкм, тому прийємо  $d = 25$  мкм. Визначивши діаметр краплі можна розрахувати радіус факелу розпилу за формулою:

$$R_{\phi} = \frac{21.7d\rho_{\text{м}}^{\text{ср}}}{c\rho_{\text{п}}} \lg \frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{к}}}$$

$d$  - діаметр краплі, м;

$\rho_{\text{м}}^{\text{ср}}$  - середня густина матеріалу, що розпилюється,  $\text{кг/м}^3$ ;

$$\rho_{\text{м}}^{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{м}}^{\text{н}} + \rho_{\text{м}}^{\text{к}}}{2}$$

$\rho_{\text{м}}^{\text{н}}, \rho_{\text{м}}^{\text{к}}$  - густина матеріалу відповідно на початку і в кінці процесу

$c = 1,3$  – коефіцієнт,

$\rho_{\text{п}}$  - густина повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{п}} = 0,827$   $\text{кг/м}^3$

$v_{\text{п}}$  - початкова швидкість польоту краплі, м/с;

$v_{\text{к}}$  - кінцева швидкість польоту краплі м/с (рекомендується  $v_{\text{к}} = 0,4$  м/с).

$$R_{\phi} = \frac{21,7 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot 1072,2}{1,3 \cdot 0,827} \lg \frac{200}{0,4} = 1,45 \text{ м}$$

Швидкість повітря в сушарках з висхідним потоком має бути меншою за швидкість витання частинок:  $v < v_{\text{вит}}$ . значення  $v_{\text{вит}}$  орієнтовно можна визначити за законом Стокса:

$$v_{\text{вит}} = \frac{gd^2(\rho_{\text{м}}^{\text{к}} - \rho_{\text{п}})}{18\mu_{\text{п}}}$$

$$v_{\text{вит}} = \frac{9,81 \cdot 0,000122^2 \cdot (1100 - 0,827)}{18 \cdot 2,35 \cdot 10^{-5}} = 0,379 \text{ м/с}$$

$g$  - прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;

$d$  - діаметр частинки, м;

$\rho_{\text{м}}^{\text{к}}$  - кінцева густина висушеного матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_{\text{п}}$  - густина повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\mu_{\text{п}}$  - в'язкість повітря, Пас.

Конструктивний розрахунок розпилювальних пристроїв зазвичай зводиться до визначення форми і розміру отворів у дисках.

### 5.6 Розрахунок основних розмірів сушильної башти

Основна характеристика розпилювальних сушарок – кількість вологи, що випарюється в 1 м<sup>3</sup> сушильної камери за 1 годину, тобто напруження об'єму сушарки по волозі А.

$$A = \frac{W}{V_k}$$

На основі експериментально отриманих значень маємо, що при температурі сушильного агента  $t_1 = 140$  °С  $A = 3,2$  кг/м<sup>3</sup>год.

Об'єм сушильної башти:

$$V_k = \frac{W}{A}$$

$$V_k = \frac{358}{3,2} = 112 \text{ м}^3$$

Приймаємо  $V_{\text{кон}} = 36 \text{ м}^3$  і  $V_{\text{ц}} = 76 \text{ м}^3$ .

Об'єм башти також можна розрахувати, враховуючи кількість теплоти, що витрачається на нагрівання матеріалу і випаровування вологи:

$$V_k = \frac{Q_{\text{суш}}}{\alpha_v \cdot \Delta t_{\text{ср}}}$$

$\Delta t_{\text{ср}}$  - середня різниця температур повітря і матеріалу, що висушується, на вході в сушильну камеру і виході з неї.

$\alpha_v$  – об'ємний коефіцієнт теплообміну Вт/(м<sup>3</sup>К)

Об'ємний коефіцієнт теплообміну  $\alpha_v$  пов'язаний з коефіцієнтом тепловіддачі  $a$ , віднесеним до одиниці поверхні випаровування, рівнянням:

$$\alpha_v = a \frac{f}{V_k}$$

$a$  - коефіцієнт тепловіддачі Вт/(м<sup>3</sup>К);

$f$  - сумарна поверхня частинок, що перебувають у завислому стані в сушильній камері, м<sup>2</sup>.

Отже, об'ємний коефіцієнт теплообміну можна визначити за відомих  $a$  і  $V_k$ . об'єм сушильної башти у процесі сушіння харчових продуктів доцільно розраховувати з використанням дослідного значення А.

Попередньо приймаємо габаритні розміри сушильної башти для  $W = 400 \text{ кг/год}$ ,

$$V_k = 98 \text{ м}^3,$$

$$D_k = 5,0 \text{ м}, H_k = 5,0 \text{ м. за табл. 9.3 [ст. 255, 1]}$$

Габаритні розміри сушильної башти визначають із співвідношення:

$$k = \frac{H_k}{D_k}$$

$H_k$  - висота, м;

$D_k$  - діаметр, м;

$$D_k = \sqrt[3]{\frac{4 V_k}{\pi k}}$$

$$D_k = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 112}{3,14 \cdot 1,0}} = 5,21 \text{ м}$$

Для сушильних апаратів з дисковим розпилювачем, у яких факел розпилення перебуває у горизонтальній площині,  $k = 0,8 \dots 1,0$ . При цьому відстань від верхнього перекриття до рівня диска беруть такою, що дорівнює  $1,0 \dots 1,5 \text{ м}$ . Необхідний діаметр сушильної башти визначають з питомої й об'ємної витрат повітря, що розраховують за формулами, за відомих параметрів повітря на вході в сушильну камеру і виході з неї.

Переріз сушильної башти,  $\text{м}^2$ :

$$F_k = \frac{V}{3600v}$$

$$F_k = \frac{11617}{3600 \cdot 0,24} = 13,44 \text{ м}^2$$

$v$  - задана швидкість повітря в сушильній башті, м/с, приймаємо  $0,25 \text{ м/с}$ .

Швидкість повітря орієнтовно можна визначити за емпіричною формулою:

$$v = 0,0127 \sqrt{W}$$

$$v = 0,0127 \cdot \sqrt{358} = 0,24 \text{ м/с}$$

$W$  - кількість випаруваної вологи, кг/год.

Тоді діаметр башти:

$$D_k = \sqrt{\frac{4F_k}{\pi}}$$

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 13,44}{\pi}} = 4,13 \text{ м}^2$$

Повинна виконуватися умова:

$$0,8 R_k \leq D_k \leq 3,5 R_k ;$$

Надійна робота сушильної башти, без відкладень продукту на стінках, забезпечується за умови, що  $R_\phi$  орієнтовно становить 0,8 радіуса камери. Як правило  $D_k = (2,8 \dots 3,5)R_\phi = 3,5 \cdot 1,45 = 5,07\text{м}$ . Визначивши діаметр сушильної башти, розраховують її висоту:

Приймаємо внутрішній діаметр сушильної башти  $D_k = 5 \text{ м}$ ., товщину стінок обичайок приймаємо  $\delta=8 \text{ мм}$ . Визначивши діаметр сушильної башти, розраховують висоту. Об'єм сушильної башти складається з циліндричної і конічної частин.

$$V_{\text{ц}} = V_k - V_{\text{кон}}$$

Об'єм конічної частини:

$$V_k = \frac{1}{3} \pi H_{\text{кон}} (R_k^2 + r_{\text{кон}}^2 + R_k r_{\text{кон}})$$

$H_{\text{кон}}$  - висота конуса, м;

$R_k$  - радіус камери, м; 2,5м

$r_{\text{кон}}$  - найменший радіус конуса, м. 0,8 м.

$$V_k = \frac{1}{3} 3,14 \cdot 2 \cdot (2,5^2 + 0,8^2 + 2,5 \cdot 0,8) = 18,60 \text{ м}^3$$

Об'єм циліндричної частини сушильної башти:

$$V_{\text{ц}} = V_k - V_{\text{кон}}$$

$$H_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{\frac{\pi}{4} D_{\text{ц}}^2}$$

$$H_{\text{ц}} = \frac{76}{\frac{3,14}{4} 5^2} = 3,8 \text{ м}$$

Загальна висота башти:

$$H_k = H_{\text{ц}} + H_{\text{кон}} = 3,8 + 2 = 5,8 \text{ м}$$

### 5.7 Розрахунок теплової ізоляції

Знайдемо витрати теплоти в навколишнє середовище:

$$Q_{\text{втр}} = 3,6kF\Delta t_{\text{ср}}$$

$k$  – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$F$  - поверхня апарату, м<sup>2</sup>;

$\Delta t_{\text{ср}}$  - середня різниця температур, °С.

$$\Delta t_{\text{ср}} = t_{\text{ср}} - t_{\text{п}}$$

$t_{\text{ср}}$  - середня температура повітря в сушильній камері;

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{140^\circ + 70^\circ}{2} = 105^\circ$$

$t_1, t_2$  – відповідно температура на вході і на виході з сушарки;

$t_{\text{п}}$  - температура зовнішнього повітря;

$$\Delta t_{\text{ср}} = 105 - 19,3 = 85,7^\circ\text{С}$$

Коефіцієнт теплопередачі розраховується за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$\alpha_1$  – коефіцієнт тепловіддачі від повітря до внутрішньої стінки башти, Вт/(м К);

$\delta_i$  - товщина окремих слоїв огороження башти, м;

$\lambda_i$  - коефіцієнт теплопровідності відповідного шару ізоляції, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$\alpha_2$  – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні башти до оточуючого середовища, Вт/(м К);

Коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha_1$  визначаємо з врахуванням примусової природної конвекції  $\alpha_1 = A(\alpha_1' + \alpha_2'')$

$A$  – коефіцієнт руху повітря,  $A = 1,2...3$ . Коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha'_1$  для примусової конвекції визначають з критеріальних рівнянь. Критерій Рейнольдса:

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{vD_k}{\nu}$$

$\nu = 0,24$  м/с – швидкість руху повітря у башті;

$D_k$  - діаметр башти, м;

$\nu$  - коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря м<sup>2</sup>/с. При  $t_1 = 140^\circ\text{C}$   $\nu = 28,45 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

$$Re = \frac{0,24 \cdot 5}{28,45 \cdot 10^{-6}} = 42179$$

При  $Re < 10^5$  критерій Нусельта  $Nu = 0,66 \cdot Re^{0,5}$

$$Nu = 0,66 \cdot 42179^{0,5} = 135$$

$$Nu = \frac{\lambda_i D_k}{\lambda}$$

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності повітря, при  $t_1 = 140^\circ\text{C}$   $\lambda = 3,326 \cdot 10^{-2}$  Вт/(м<sup>2</sup>К);

$$\lambda_i = \frac{Nu\lambda}{D_k} = \frac{135 \cdot 3,326 \cdot 10^{-2}}{5} = 0,89 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі при природній конвекції для вертикальних стінок. Критерій Грасгофа

$$Gr = \frac{gh_k^3}{\nu^2} \left( \frac{T_{cp} - T_{cpв}}{T_{cp}} \right)$$

$h_k^3$  - висота сушарки, м;

$T_{cp}$  - абсолютна середня температура повітря, К;  $T_{cp} = 273 + t_{cp}$

$T_{cpв}$  – абсолютна середня температура стінки, орієнтовно приймається на  $5...15^\circ$  нижче середньої температури.

$$T_{cp} = 273 + t_{cp} = 273 + 105 = 378 \text{ К}$$

$$T_{cpв} = 373 \text{ К}$$

$$t = t_{cp} + \frac{t_{cpв}}{2} = 105 + \frac{100}{2} = 102,5^\circ\text{C}$$

При  $t = 105^{\circ}\text{C}$   $\nu = 23,78 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 6,2^3}{(23,78 \cdot 10^{-6})^2} \cdot \left( \frac{378 - 373}{373} \right) = 5,5 \cdot 10^{10}$$

$Pr = 0,722$  - критерій Прантля

$$(Gr \cdot Pr) = 5,5 \cdot 10^{10} \cdot 0,722 = 4 \cdot 10^{10}$$

При  $(Gr \cdot Pr) > 10^9$

$$Nu = 0,15(Gr \cdot Pr)^{0,33} = 0,15(4 \cdot 10^{10})^{0,33} = 473$$

$$Nu = \frac{\alpha_1'' \cdot D_k}{\lambda} = \alpha_1'' = \frac{Nu \cdot \lambda}{D_k}$$

$$\lambda = 3,07 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

$$\alpha_1'' = \frac{473 \cdot 3,07 \cdot 10^{-2}}{5} = 3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Коефіцієнт тепловіддачі

$$\alpha_1 = (\alpha_1' + \alpha_1'') = (0,8 + 3)3 = 11,4 \text{ Вт}/(\text{м К})$$

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні башти  $\alpha_2$  знайдемо за формулою:

$$\alpha_2 = 9,74 + 0,07(t_{\text{стн}} - t_{\text{н}})$$

$t_{\text{стн}} = 40^{\circ}\text{C}$  - температура зовнішньої стінки;

$t_{\text{н}} = 19,3^{\circ}\text{C}$  - температура повітря;

$$\alpha_2 = 9,74 + 0,07(40 - 19,3) = 11,28 \text{ Вт}/(\text{м К})$$

Визначимо товщину шару ізоляції

$$\delta = \frac{\lambda(t_1 - t_{\text{ст}})}{9,88(t_{\text{ст}} - t_{\text{п}})}$$

$t_1 = 105^{\circ}\text{C}$  - середня температура в апараті;

$t_{\text{ст}} = 40^{\circ}\text{C}$  - температура зовнішньої стінки;

$t_{\text{п}} = 19,3^{\circ}\text{C}$  - температура повітря.

Приймаємо матеріал ізоляції – скловата.  $\lambda = 0,076 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$

$$\delta = \frac{0,076(105 - 40)}{9,88(40 - 19,3)} = 23 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

В результаті проектування маємо стінка сушильної башти з нержавіючої сталі

$\delta = 8 \text{ мм}$ ,  $\lambda = 17,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ , шар ізоляції зі скловати  $\delta = 23 \text{ мм}$ ,  $\lambda =$

0,076 Вт/(м<sup>2</sup>К). Зовнішній шар з листового алюмінію  $\delta = 1$  мм,  $\lambda = 203,5$  Вт/(м<sup>2</sup>К),

Розраховуємо коефіцієнт теплопередачі:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{11,4} + \frac{8 \cdot 10^{-3}}{17,5} + \frac{23 \cdot 10^{-3}}{0,076} + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{203,5} + \frac{1}{11,28}} = 2,6 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

Знайдемо загальну площу поверхні апарату:

$$F = F_{\text{ц}} + F_{\text{кон}} + F_{\text{ст}}$$

$F_{\text{ц}}$  - площа циліндричної частини башти, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{кон}}$  - площа конічної частини башти, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{ст}}$  - площа стелі башти, м<sup>2</sup>;

$$F_{\text{ц}} = 2\pi R_k H_{\text{ц}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 3 = 47 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{кон}} = \pi(R_k + r_{\text{кон}}) \cdot (\sqrt{H_{\text{кон}}^2 + (R_k - r_{\text{кон}})^2})$$

$$F_{\text{кон}} = 3,14(2,5 + 0,8) \cdot (\sqrt{3,2^2 + (2,5 - 0,8)^2}) = 38 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ст}} = \pi R_k^2 = 3,14 \cdot 2,5^2 = 20 \text{ м}^2$$

$$F = 47 + 38 + 20 = 105 \text{ м}^2$$

Втрати теплоти в навколишнє середовище

$$Q_{\text{втр}} = 3,6KF\Delta t_{\text{ср}} = 3,6 \cdot 2,6 \cdot 105 \cdot 87 = 85,5 \text{ кДж/кг}$$

Знайдемо величину загальних втрат теплоти  $\Delta$

$$\Delta = \frac{(G_1 C_1 \theta_1 - G_2 C_2 \theta_2 - \theta_{\text{втр}})}{W}$$

$C_1, C_2$  - відповідно теплоємність вологого і сухого матеріалу, кДж/(кгК).

$$\Delta = \frac{(480 \cdot 4,3 \cdot 40 - 200 \cdot 1,8 \cdot 60 - 85,5)}{360} = 140,3 \text{ кДж/(кгК)}.$$

### 5.8 Техніко-економічні показники апарата

В якості показника ефективності знайдемо енергетичний ККД сушильної башти:

$$\eta_{\text{ен}} = \frac{r(d_2 - d_1)}{c_p(t_1 - t_0) \cdot 1000}$$

$r$  - питома теплота пароутворення при середній температурі матеріалу  $\theta = 50^\circ\text{C}$ ,  $r = 2280$  кДж/год

$$\eta_{\text{ен}} = \frac{2280(35,1 - 0)}{1,022(140 - 19,3) \cdot 1000} = 64\%$$

Втрати сухого повітря на одиницю продукції, що оброблюється в апараті:

$$B = \frac{L}{G_1} = \frac{11382}{480} = 23,7 \frac{\text{кг. с. п}}{\text{кг. в. р.}}$$

Напруження сушарки по волозі

$$A = \frac{W}{V_k} = \frac{360}{112} = 3,2 \text{ кг}/(\text{м}^3 \text{ год})$$

### 5.9 Розрахунок калорифера

В сушильних комплексах харчової промисловості для нагрівання повітря паром встановлюють пластинчаті калорифери марки КФ.

Основною величиною, по якій вибирають калориферну установку є необхідна поверхня нагріву.

$$F = Q_{\text{кал}}/3,6 \cdot k \cdot \Delta t_{\text{ср}},$$

$Q_{\text{кал}}$  – кількість теплоти, яка віддається повітря, кДж/год

$\Delta t_{\text{ср}}$  – середня для всієї поверхні різниця температур теплоносія і повітря,  $^\circ\text{C}$

$k$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/( $\text{м}^2 \cdot \text{K}$ )

Для пластинчатих калориферів:

$k = 1,162 \cdot (2 + 7 \sqrt{v_k})$ , де  $v$  – швидкість руху повітря в калорифері, м/с

Приймаємо  $v = 10$  м/с

$$k = 1,162 \cdot (2 + 7 \sqrt{10}) = 28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$$

Тиск пари приймаємо:

$$P_{\text{п}} = 8,08 \text{ атм} = 8,08 \cdot 10^5 \text{ Па} = 808 \text{ мПа}$$

$$Q = L(I - I_0)$$

$L$  – втрати сухого повітря в сушильній камері,  $L = 2554,2$  кг/год =  $0,7$  кг/с

$$Q = 0,7 \cdot (167 - 45,45) \cdot 10^3 = 85000 \text{ Вт}$$

$$\Delta t_6 = 200 - 20 = 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

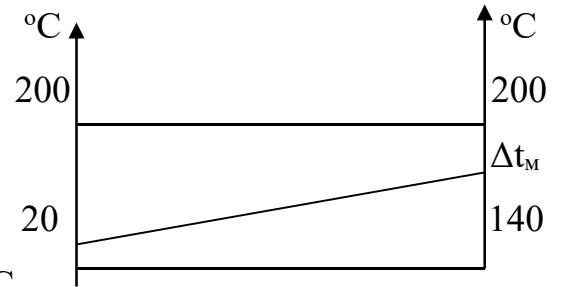
$$\Delta t_M = 200 - 140 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_6 / \Delta t_M = 180 / 60 = 3 > 2$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = (\Delta t_6 - \Delta t_M) / \ln (\Delta t_6 / \Delta t_M)$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = (180 - 60) / \ln (180 / 60) = 109,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$F = 85000 / (3,6 \cdot 28 \cdot 109,2) = 7,7 \text{ м}^2$$



### 5.10 Розрахунок вентилятора

В сушильних комплексах використовуються осьові і центробіжні вентилятори. Тиск, який створюється вентилятором складається із швидкісного перепадів тисків і статичного опору.

$$\Delta P_{\text{п}} = \Delta P_{\text{ск}} + P_{\text{ст}}$$

Швидкість перепаду тисків  $\Delta P_{\text{ск}} = \rho \cdot v^2 / 2$ , де

$v$  – швидкість повітря в сушильній башні, м/с;  $v = 0,1$  м/с

$\rho$  – густина повітря при температурі сушки, кг/м<sup>3</sup>,

$$\rho = 0,883 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta P_{\text{ск}} = 0,883 \cdot (0,1)^2 / 2 = 0,0045 \text{ Па}$$

Втрата тиску, яка обумовлена опором сушильної установки являє собою суму наступних елементів.

$$\Delta P_{\text{ст.}} = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м}} + \Delta P_{\text{с}} + \Delta P_{\text{кал.}}, \text{ де}$$

$\Delta P_{\text{тр}}$  – опір тертя повітря об стінки трубопроводів, Па

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda \cdot (l/d) \cdot (\rho \cdot v^2 / 2) = 0,1 \cdot 4 / 0,12 \cdot 0,0045 = 0,0148833 \text{ Па}$$

$\Delta P_{\text{м}}$  - опір, обумовлений сумою місцевих опорів, Па

$$\Delta P_{\text{м}} = \Sigma (\rho \cdot v^2 / 2) = \Sigma \Delta P_{\text{сп.}}, \text{ де}$$

$\Sigma$  - сума коефіцієнтів

$$\Delta P_{\text{м}} = 5,5 \cdot 0,0045 = 0,025 \text{ Па}$$

$\Delta P_{\text{с}}$  – опір сушильної башти обумовлений опором, який утворює матеріал, що утворюється при проходженні через нього повітря, і конструктивними особливостями камери.

$$\Delta P_c = 900 \text{ Па}$$

$\Delta P_{\text{кал}}$  – опір калорифера

$$\Delta P_{\text{кал}} = 0,55 \cdot v_k^2 = 0,55 \cdot 10^2 = 55 \text{ Па}$$

Потужність, яка використовується вентилятором:

$$N = V \cdot \Delta P_{\text{п}} / (3600 \cdot 1000 \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{п}}), \text{ де}$$

$\eta_v$  - ККД вентилятора,  $\eta_v = 0,5 \dots 0,7$

$\eta_{\text{п}}$  – ККД передачі,  $\eta_{\text{п}} = 0,95$

$$N = 2324 \cdot 955 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,6 \cdot 0,96) = 1,07 \text{ кВт}$$

### 5.11 Розрахунок циклона

Діаметр циклона визначаємо по умовній швидкості повітря, що відноситься до повного поперечного перерізу циліндричної частини циклона:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega_{\text{ц}}}}$$

Визначаємо густину повітря  $\rho_r$  при температурі  $t=60$  °С :

$$\rho_r = 1,293 \frac{T_0}{T} = 1,293 \frac{273}{333,15} = 1,06 \text{ кг/м}^3.$$

Умовно приймаємо  $\Delta p/\rho=700$  Па, тоді:

$$\omega_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p/\rho}{\xi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 700}{160}} = 2,95 \text{ м/с}$$

$$D = \sqrt{\frac{4,753}{0,785 \cdot 2,95 \cdot 1,06}} = 1,39 \text{ м.}$$

Приймаємо  $D = 1,4$ м. Гідравлічний опір циклона:

$$\Delta p_{\text{ц}} = \xi \cdot \frac{\rho_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{ц}}^2}{2} = 160 \cdot \frac{1,03 \cdot 2,95^2}{2} = 717,09 \text{ Па}$$

Таблиця 5.1

*Геометричні розміри циклона*

Назва	Познач.	Розмір, мм
Внутрішній діаметр вихлопної труби	d	826
Ширина вхідного патрубку в циклоні (внутрішній розмір)	b	280
Довжина вхідного патрубку	l	840
Висота встановлення фланця	h <sub>фл</sub>	140
Кут нахилу кришки і вхідного патрубку	α	15°
Висота вхідного патрубку	a	924
Висота циліндричної частини циклона	H <sub>ц</sub>	3164
Висота конічної частини циклона	H <sub>к</sub>	2800
Загальна висота циклона	H	6664

Визначаємо мінімальний необхідний час перебування частинок матеріалу в циклоні

$$\tau_{\text{мин}} = L / \omega_{\text{ос}},$$

L – довжина шляху, що проходить потік повітря в циклоні, м; приймаємо кількість обертів потоку повітря в циклоні рівну двум периметрам діаметральної частини циклона  $L = 2\pi D$ .

$$L = 2 \cdot \pi \cdot 1,4 = 8,79 \text{ м.}$$

$\omega_{\text{ос}}$  – швидкість осадження частинки в полі відцентрових сил, м/с.

$$\omega_{\text{ос}} = \frac{d^2 (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{с}}) v_{\text{окр}}^2}{9\mu D},$$

$v_{\text{окр}}$  – колова швидкість повітря в циклоні, м/с, приймаємо, що вона рівна швидкості на вході в циклон.

Швидкість на вхідному патрубку:

$$v_{\text{вх}} = \frac{V}{b \cdot h_{\text{вх}}}$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{273 + C}{T_{\text{cp}} + C} \cdot \left( \frac{T_{\text{cp}}}{273} \right)^{3/2}$$

$$\mu = 17.6 \cdot 10^{-6} \frac{273 + 124}{333,15 + 124} \left( \frac{333,15}{273} \right)^{3/2} = 2,03 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

$$v_{\text{вх}} = \frac{4,753}{0,28 \cdot 0,84} = 20,21 \text{ м/с}.$$

$$\omega_{\text{ос}} = \frac{(10 \cdot 10^{-6})^2 (1014 - 1,06) \cdot 20,21^2}{9 \cdot 2,03 \cdot 10^{-5} \cdot 1,4} = 0,16 \text{ м/с}$$

$$\tau_{\text{мин}} = L / \omega_{\text{ос}} = 8,79 / 0,16 = 54,94 \text{ с}.$$

## 6 ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

В м'ясопереробній промисловості необхідним є ретельний підбір матеріалів для виготовлення деталей та апаратів. Вимогою є допуск матеріалу до харчових продуктів. В тих вузлах, де не відбувається контакту обладнання з продуктом можна користуватись загальними правилами підбору конструкційних матеріалів.

Розвиток м'ясопереробної промисловості, направлений на скорочення ручної праці, збільшення виробництва якісно нового асортименту харчових продуктів, пред'являються підвищені вимоги до матеріалів, що використовуються у конструкціях сучасних машин і апаратів підприємств харчової промисловості.

Специфіка виробництва м'ясної продукції вимагає застосування міцних та надійних металів та інших матеріалів, що працюють в умовах високих тисків, температур, глибокого вакууму, агресивних середовищ.

Специфічні умови м'ясопереробних підприємств: підвищена вологість, висока чи низька температура, безпосередній контакт з харчовими продуктами та агресивними середовищами, абразивна дія деяких продуктів, пред'являють особливі вимоги до вибору матеріалів для харчового обладнання.

Матеріали, що застосовуються в харчовому машинобудуванні, повинні відповідати загальним вимогам, які пред'являються до матеріалів, що знаходяться в контакті з харчовими продуктами. Матеріали не повинні містити шкідливих для здоров'я людини елементів чи вступати в реакцію хімічної взаємодії з продуктами, руйнуватися під дією харчових середовищ, миючих та дезінфікуючих засобів і мастильних матеріалів.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Разробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Вибір конструкційних матеріалів</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

Однією з основних вимог до матеріалів, що застосовуються у харчовому машинобудуванні являється їх висока корозійна стійкість.

Галузевими стандартами встановлені обмеження на марки та асортимент матеріалів, які застосовуються у харчовому машинобудуванні, що сприяє підвищенню рівня уніфікації та технологічності харчових машин та апаратів.

При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з харчовим середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я та його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при довгій дії на матеріал реальних харчових середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини; технологічні властивості пересування, лиття, зварювання та ін.; економічну доцільність.

Для виготовлення корпусу сушарки застосуємо Ст. 3, тому, що дана сталь має відносно невелику вартість, досить легко піддається обробці і витримує підвищені температури. Для деталей з конструкційної сталі характерні мала чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях. В результаті проектування маємо: стінка сушильної башти з нержавіючої сталі, шар ізоляції зі скловати, а облицювання з листового алюмінію. Сталь марки Ст. 3 використовується для розрахункових металевих конструкцій, що підлягають зварюванню у вигляді сортового, фасадного та листового прокату: балки, форми, обичайки, днища, корпуса судів та апаратів, що працюють під тиском; не відповідальні осі, шестерні, втулки, вкладиші, важелі, гайки, шайби та інші мало відповідні деталі, що не підлягають терміновій обробці.

## 7 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### 1. Розрахунок припусків штампованої заготовки

Розрахунок загального припуску штампованої заготовки проведемо по найточнішому розміру  $\varnothing 45k6$ .

#### Припуск на чистове шліфування

$$2Z_{4\min} = 2 \cdot (R_{z3} + D_3 + \sqrt{T_{\text{пр}3}^2 + \varepsilon_{y4}^2}),$$

де  $R_{z3}$ ,  $D_3$ ,  $T_{\text{пр}3}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому шліфуванні;

$\varepsilon_{y4}$  – похибка установавання деталі під час чистового шліфування.

За таблицею 8 [6, с.29]  $R_{z3}=10$  мкм,  $D_3=20$  мкм.

Під час оброблення деталі в центрах  $T_{\text{пр}3}=0$ ;  $\varepsilon_{y4}=0$ .

Тоді

$$2Z_{4\min} = 2 \cdot (10 + 20) = 60 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4\max} = 2 \cdot Z_{4\min} + T_3 - T_4,$$

де  $T_3$  – допуск при чорновому шліфуванні,  $T_3=IT8=46$  мкм

$T_4$  – допуск при чистовому шліфуванні,  $T_4=IT6=19$  мкм

$$2Z_{4\max} = 60 + 46 - 19 = 87 \text{ мкм}$$

#### Припуск на чорнове шліфування

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа		
Власник документа	Розробник документа <i>Іванов І.О.</i>	Технологія ВИГОТОВЛЕННЯ деталі	<i>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</i>			
	Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i>		Інд. змін	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш <i>1/13</i>

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (R_{z2} + D_2 + \sqrt{T_{np2}^2 + \varepsilon_{y3}^2}),$$

де  $R_{z2}$ ,  $D_2$ ,  $T_{np2}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при напівчистовому точінні;

$\varepsilon_{y3}$  – похибка установлення при чорновому шліфуванні.

За таблицею 8 [6, с.29]  $R_{z2} = 25$  мкм,  $D_2 = 25$  мкм.

При обробленні в центрах  $T_{np2} = 0$  і  $\varepsilon_{y3} = 0$ .

Тоді :

$$2Z_{4\min} = 2 \cdot (25 + 25) = 100 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3\max} = 2 \cdot Z_{3\min} + T_2 - T_3,$$

де  $T_2$  – допуск розміру при напівчистовому точінні,  $T_2 = IT11 = 190$  мкм

$$2Z_{3\max} = 100 + 190 - 46 = 244 \text{ мкм}$$

Припуск на напівчистове точіння

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{np1}^2 + \varepsilon_{y2}^2}),$$

де  $R_{z1}$ ,  $D_1$ ,  $T_{np1}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

$\varepsilon_{y2}$  – похибка установлення при напівчистовому точінні

За таблицею 8 [6, с.29]  $R_{z1} = 50$  мкм,  $D_1 = 50$  мкм.

При установленні деталі в поводковий патрон з центром  $T_{np1} = 100$  мкм і  $\varepsilon_{y2} = 100$  мкм.

Тоді маємо:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 341 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\max} = 2 \cdot Z_{4\min} + T_1 - T_2,$$

де  $T_1$  – допуск розміру при чорновому точінні,  $T_1 = IT13 = 460 \text{ мкм}$

$$2Z_{2\max} = 2 \cdot 341 + 460 - 190 = 952 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{\text{пр}0}^2 + \varepsilon_{y1}^2}),$$

де  $R_{z0}$ ,  $D_0$ ,  $T_{\text{пр}0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки;

$\varepsilon_{y1}$  – похибка установлення при чорновому точінні.

За таблицею 6 [6, с.28] для штапованих поковок масою від 40 до 100 кг,  $R_{z0} = 350 \text{ мкм}$ ,  $D_0 = 350 \text{ мкм}$ .

За таблицею 7 [6, с.28]  $T_{\text{пр}0} = 1,2 \text{ мм}$ .

При установленні деталі в поводковий патрон з центром  $\varepsilon_{y1} = 100 \text{ мкм}$ .

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (350 + 350 + \sqrt{120^2 + 100^2}) = 1712 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = 73,5 + 172 + 646,5 + 1712 = 2606 \text{ мкм}$$

Приймаємо  $2Z_{\text{сум}} = 3 \text{ мм}$ .

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}},$$

де  $M_{\text{дет}}$ ,  $M_{\text{заг}}$  – маса відповідно деталі та заготовки.

$$K_m = \frac{13750}{15480} = 0,88$$

## 6.2. Поопераційний розрахунок режимів різання і нормування часу

### Токарна операція

Для токарної обробки приймаємо універсальний токарно-гвинторізний верстат 16К20.

#### ПЕРЕХІД 30.1

Точити пов.1  $\varnothing 30$ , витримавши  $L=40$  мм

Для торцювання поверхні приймаємо різець прохідний упорний із пластиною з твердого сплаву Т15К6, з геометричними параметрами ріжучої частини:  $\varphi = 0^\circ$ ;  $r = 1$  мм; розміри - В х Н х L = 16 х 20 х 140 мм.

Вибираємо глибину різання. Припуск на обробку точимо за один прохід.

Глибина різання  $t = z = 1$  мм.

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3,$$

$L_0 = D_{зас} = 40$  мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2$  мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = 0$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$  мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 40 + 2 + 1 + 2 = 45 \text{ мм.}$$

Вибір режиму різання:

По обраній глибині різання  $t = 1$  мм приймаємо подачу  $s = 0,5$  мм/об

Визначення швидкості різання і частоти обертання шпинделя.

Розрахункова швидкість різання:

$$v_p = \frac{C_v}{T^m + t^x + S^y},$$

де  $T = 100$  хв. – стійкість різця

Підставивши прийняті значення, одержимо:

$$V_p = \frac{26}{100^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 77,95 \text{ м/хв}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 77,95}{3,14 \cdot 12,5} = 1985 \text{ об/хв}$$

По паспортним даним підбираємо  $n_d = 2000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 12,5 \cdot 2000}{1000} = 78,5 \text{ м/хв}$$

Основний час виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_p \cdot S} = \frac{26}{2000 \cdot 0,5} = 0,026 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3$$

де  $t_1 = 0,4$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного точіння зі зняттям пробної стружки на верстатах з висотою центрів до 125 мм при автоматичній подачі.

$t_2=0$  хв –допоміжний час на зміну частоти обертання шпінделя і подачі

$t_3=0,05$ –допоміжний час на поворот верхньої частини супорта

Тоді

$$t_d = 0,4 + 0 + 0,05 = 0,45 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum t_{oi} = 0,22 + 0,026 = 0,246 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_d = 2t_y + \sum 2t\Delta_i = 2 \cdot 0,39 + 0,5 \cdot 0,45 = 1,73 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 0,246 + 1,73 = 1,97 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця ,перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{III} = \frac{2,5 + 0,4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{6,5 \cdot 1,96}{100} = 0,13 \text{ хв}$$

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{III} = 1,97 + 0,13 = 2,1 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n}$$

$$T_{ПЗ} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв}$$

$n$  - кількість деталей у партії.

Якщо виходити з річної програми 1000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 100 шт, то

$$T_k = 2,09 + \frac{24}{100} = 2,3 \text{ хв}$$

Норма виробітку за 1 год становить

$$N = \frac{60}{T_k} = 27 \text{ деталей/год}$$

### Різьбонарізна операція

#### ПЕРЕХІД 60.1

Нарізати різьбу М14-6Н в 1 отворі.

Припуск на оброблення  $t = 0,4 \text{ мм}$

Вибираємо подачу  $s = p = 0,8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання при нарізанні різьби мітчиком рівна

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{64,8 \cdot D^{1,2}}{T^{0,9} \cdot S^{0,5}} \cdot K_v$$

Стійкість різця  $T = 90 \text{ хв.}$

$K_v$  – поправочний коефіцієнт

$$K_v = K_{MG} \cdot K_{IG} \cdot K_{TG}$$

$K_{MG}$  і  $K_{IG}$  – коефіцієнти, що враховують оброблюваний та інструментальний матеріали,  $K_{TG}$  – коефіцієнт, що враховує точність нарізання різьби.

$$K_v = 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,56$$

$$v = \frac{64,8 \cdot 14^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 0,56 = 5,1 \text{ м/хв}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_M} = \frac{1000 \cdot 5,1}{3,14 \cdot 5} = 324,8$$

Приймаємо  $n_B = 250$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$v_D = \frac{\pi \cdot d_M \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 250}{1000} = 10,99 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – глибина нарізання,  $l = 7$  мм;

$l_1$  – величина на підведення мітчика,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2 + l_3$  – додаток на врізання і перебіг мітчика,  $l_2 + l_3 = 5S = 4$  мм.

$$L = 7 + 2 + 4 = 13$$

$$t_{03} = \frac{13}{0,8 \cdot 250} = 0,065 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід  $t_{\Delta 3} = 0,14$  хв.

$$t_{\Delta 3} = 0,065 \cdot 2 = 0,13 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_O = 0,065 + 0,13 = 0,195 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_D = t_y + t\Delta$$

$t_y$  – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі,  $t_y = 0,34$  хв.

Тоді

$$T_D = 0,34 + 0,13 = 0,47 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{OP} = T_0 + T_D = 0,195 + 0,47 = 0,242 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{ПП}$$

Час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 1,5\%$   $T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{ПП} = 6\%$   $T_{оп}$ .

$$T_{шт} = 0,242 + (0,015 + 0,06) \cdot 0,242 = 0,5372 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{ПЗ} = T_{ПЗ1} + T_{ПЗ2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{ПЗ1} = 10$  хв, час на налагодження установки деталі у пристрої вручну  $T_{ПЗ2} = 5$  хв.

$$T_{ПЗ} = 10 + 5 = 15 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі, виходячи з річної програми 3000 шт., що виконується 10 разів по 300 шт.

$$T_k = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 0,5372 + \frac{15}{100} = 0,6872 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{0,6872} = 80 \text{ деталей/год}$$

### 6.3. Технологічний маршрут виготовлення вала

№оп. пер.	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
<b>10.0</b>	<b><u>Заготівельна</u></b>	
10.1	Виготовити заготовку методом штампування	Сталь 40X ГОСТ4543-71
<b>20.0</b>	<b><u>Фрезерно-центрувальна</u></b> УЗЗ	Верстат горизонтально-фрезерний 6Г83, пристрій для кріплення
20.1	Фрезерувати поверхню1 вала до розмірів L =728мм	Фреза торцюва, Р6М5, ГОСТ 9304-59 D=40 мм, z=14
20.2	Центрувати пов.1	Центрувальне свердло Ø2,5; Р6М5; ЩЦ1
20.3	Фрезерувати поверхню2 вала до розмірів L =725мм	Фреза торцюва, Р6М5, ГОСТ 9304-59 D=40 мм, z=14
20.4	Центрувати пов.2	Центрувальне свердло Ø2,5; Р6М5; ЩЦ1
<b>30.0</b>	<b><u>Токарна</u></b> УЗЗ	Токарно-гвинторізний станок 16К20, 3-х кулачковий патрон, люнет, центра.

30.1	Точити пов.1 $\varnothing 20$ мм на L=40мм	Різець прохідний прямий правий 16x20x140, $\alpha=80^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=90^\circ$ , Т15К6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I
30.2	Точити канавки на $\varnothing 18$ b=2 мм, пов. 2	Різець канавковий , Т15К6, b=4мм, $\varphi=950$ , $\varphi_1=950$ ,ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
30.3	Точити пов.3 з $\varnothing 46$ мм до $\varnothing 20$ по твірній конуса на L= 115 мм	Різець прохідний прямий правий 16x20x140, $\alpha=80^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=90^\circ$ , Т15К6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I
30.4	Точити пов.4 $\varnothing 46,3$ на L=120	Різець прохідний прямий правий 16x20x140, $\alpha=80^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=90^\circ$ , Т15К6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I
30.5	Точити канавки на $\varnothing 44$ b=2 мм, пов. 5	Різець канавковий , Т15К6, b=4мм, $\varphi=950$ , $\varphi_1=950$ ,ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
30.6	Точити пов.6 $\varnothing 50$ на L=300мм	Різець прохідний упорний правий,Т15К6, $\varphi=900$ , $\gamma=120$ , $\alpha=80$ ; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
30.7	Торцювати пов.7 z=1.5мм	Різець прохідний відігнутий правий,Т15К6, $\varphi=450$ , $\gamma=100$ , $\alpha=80$ ; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
30.8	Точити пов.8 $\varnothing 44$ на L=2мм	Різець прохідний упорний правий,Т15К6, $\varphi=900$ , $\gamma=120$ , $\alpha=80$ ; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
30.9	Зняти фаску 2x45°, пов.7, 9	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\alpha=8^\circ$ ;ВхНхL=16x25x140, ШЦ1
30.10	Нарізати різьбу пов. 1 М36 на l=50	Різець різбовий,Т15К6, $\beta=600$ , $\alpha=30$ ,ВхНхL=16x25x140, ШЦ1,різбовий калібр
<b>40.0</b>	<b>Токарна</b>  У33	Токарно-гвинторізний станок 16К20,  3-х кулачковий патрон, люнет, центра
40.1	Точити пов.1 $\varnothing 20$ мм на L=15мм	Різець прохідний прямий правий 16x20x140, $\alpha=80^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=90^\circ$ ,

		T15K6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I
40.2	Торцювати пов.2 витримавши $\varnothing 46,3$	Різець прохідний відігнутий лівий 16x20x140, $\varphi = 45^\circ$ , T15K6 ГОСТ 10043-62 ШЦ-1
40.3	Точити пов.3 $\varnothing 46,3$ L=20мм	Різець прохідний прямий правий 16x20x140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ$ , T15K6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I
40.4	Точити канавки на $\varnothing 44$ b=2 мм, пов. 4	Різець канавковий , T15K6, b=4мм, $\varphi=950$ , $\varphi 1=950$ ,VxHxL=16x25x140, ШЦ1
40.5	Точити пов.5 $\varnothing 50$ мм на L=45мм	Різець прохідний прямий правий 16x20x140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ$ , T15K6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I
40.6	Торцювати пов.6 витримавши $\varnothing 80$ мм	Різець прохідний відігнутий лівий 16x20x140, $\varphi = 45^\circ$ , T15K6 ГОСТ 10043-62 ШЦ-1
40.7	Точити пов.7 $\varnothing 80$ на L=70мм	Різець канавковий , T15K6, b=4мм, $\varphi=950$ , $\varphi 1=950$ ,VxHxL=16x25x140, ШЦ1
40.8	Точити пов.7 $\varnothing 80$ на L=70мм	Різець канавковий , T15K6, b=4мм, $\varphi=950$ , $\varphi 1=950$ ,VxHxL=16x25x140, ШЦ1
40.9	Точити пов.7 L=80мм	Різець для нарізання червяка ,T15K6, $\beta=40^\circ, \alpha=3^\circ$ , VxHxL=16x25x140, червячний калібр
40.10	Точити пов.7 L=80мм	Різець для нарізання червяка ,T15K6, $\beta=40^\circ, \alpha=3^\circ$ , VxHxL=16x25x140, червячний калібр
40.11	Зняти фаску 2x45°, пов.1,3	Різець прохідний відігнутий правий, T15K6, $\varphi=45^\circ, \gamma=10^\circ, \alpha=8^\circ$ ;VxHxL=16x25x140, ШЦ1
<b>50.0</b>	<b>Термічна</b>  УЗЗ	Установка термопіч

50.1	Гартувати HRC 50...52	
<b>60.0</b>	<b><u>Шліфувальна</u></b> УЗЗ	Круглошліфувальний верстат 3A110В Центри, поводок
<b>60.1</b>	Шліфувати начорно $\varnothing 46f7$ пов. 1,2	Круг ПП 250×25×32 14AF40-50 C2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба 46f7
60.2	Шліфувати начисто $\varnothing 46k6$ пов. 1,2	Круг 1 250×25×32 14A F40-50 C2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба 46k6
<b>70.0</b>	<b><u>Контрольна</u></b> УЗЗ	Стіл контролера

## 8 ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ, РЕМОНТУ

### 8.1 Загальні вимоги до монтажу сушильного комплексу

Монтаж обладнання сушильних комплексів повинен здійснюватися за участю шеф-майстра заводу-виробника. Сушильний комплекс, поставляється на монтаж блоками.

Фундаменти і опорні металоконструкції слід приймати в монтаж у відповідності з вимогами глав.

При установці апаратів на залізобетонні фундаменти або цегляну кладку в якості опорних елементів для їх вивірення застосовують регульовальні гвинти або жорсткі бетонні опори, виконані на фундаменті. Висотні відмітки жорстких опор повинні відповідати проектним позначкам опорних поверхонь встановленого обладнання.

При установці і вивірки апаратів на металевих конструкціях в якості опорних елементів застосовують регульовальні гвинти. Після закінчення вивірки в утворені між опорами апаратів і металоконструкцією зазори укладають близько кріпильних болтів плоскі металеві підкладки (товщиною, рівною розмірам зазорів) і сполучають їх з металоконструкцією електрозварюванням.

Для фактичних показників вивірки і складання механізмів допускаються наступні відхилення від проектних (при відсутності вказівок в технічній документації виробника): за розташуванням осей на плані 10 мм; за висотної позначки 10 мм; за вертикальності осі апарату 0,3 % висоти, але не більш як 35 мм; за горизонтальності опорної плити 1 мм на діаметр фланця розпилюючого механізму; по співвісності в плані розпилюючого механізму і головки газоходу 15 мм; за вертикальності осі веденого вала (для сушарок з скребковим пристроєм) 0,3 мм на 1 м; за величиною великого і

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/13</b>

малого діаметрів конічної частини корпусу 3 мм; не площинність опори під конічну частину корпусу 5 мм на довжині 3 мм; за горизонтальності опори 15 мм на діаметр; за горизонтальності зварного стику між конічної і циліндричної частинами корпусу 15 мм його діаметр; по співвісності вихлопної труби і корпусу сушарки 5 мм; за перпендикулярності ділянок газоходу 5 мм на діаметр; по співвісності газоходу і його зовнішнього циліндра 2 мм; по співвісності зібраного газоходу і корпусу сушарки 5 мм.

В залежності від наявних на монтажному майданчику вантажопідйомних машин, наявності близько фундаментів майданчиків для їх установки, ступеня будівельної готовності будівель та інших факторів можна застосовувати два способи монтажу сушильних комплексів, що надходять в монтаж вузлами: перший - монтаж з попередніми укрупненням вузлів у блоки на складальній майданчику; другий - монтаж з поставляються заводом-виробником вузлів безпосередньо на фундаменті.

## **8.2 Монтаж сушильних комплексів з попереднім укріпленням вузлів у блоки на складальному майданчику**

Приблизний перелік укрупнених блоків: дах; конічна частина корпусу з опорою і конусом; циліндрична частина корпусу з майданчиком обслуговування; газохід.

Дах слід збирати на болтах, після чого зварювати каркас і стики облицювання. Для зручності зварювання допускається кантування даху і укладання на шпали. До монтажу даху на ній закріплюють ізоляцію і накривають настилом згідно з проектом. Допускається використання готової кришки в якості стенду для подальшого складання конічної і циліндричної частин корпусу.

Поставляються заводом-виробником щити конічної частини корпусу спочатку з'єднують болтами і перевіряють величини великого і малого діаметрів. Конічну частину доцільно збирати в перевернутому положенні - великим діаметром вниз. У процесі складання щити необхідно закріплювати,

щоб уникнути перекидання. Малий конус встановлюють на зібрану конічну частину корпусу і закріплюють болтами, після чого збирають і приварюють до конічної частини опору. По закінченні складання та вивірення опори зварюють каркас і стики облицювання щитів конічної частини і малого конуса.

Зварену конічну частину корпусу встановлюють на фундамент і вивіряють в проектному положенні. При цьому необхідно забезпечити: необхідну величину зазору між фундаментом і опорою, розташування конічної частини в плані в відповідності з проектом і горизонтальність стику з циліндричною частиною. Положення конічної частини в процесі вивірки регулюють гвинтами в опорі.

Зазор між фундаментом і опорою і колодязі з фундаментними болтами заповнюють бетонною сумішшю. Після досягнення бетоном міцності не менше 70 % проектною вивертають регулювальні гвинти і затягують гайки фундаментних болтів.

При кріпленні теплоізоляції до випробування корпусу в ізоляції в місцях зварних стиків залишають інтервали шириною не менше 200 мм.

У закріплену на фундаменті конічну частину корпусу заводять трубу виходу теплоносія, встановлюють в проектне положення (перевіряючи її співвісність з корпусом) і приварюють.

Якщо циліндрична частина корпусу складається з двох половин (верхньої та нижньої), допускається попереднє укрупнення її з щитів цілком або по половинкам, в залежності від конкретних умов на місці монтажу. При сприятливих умовах циліндричну частину збирають на майданчику укрупнювальної збірки цілком, закріплюють кільцеву майданчик, двері, люки та ін., зміцнюють теплоізоляцію, закривають її захисними листами згідно з проектом, після чого встановлюють змонтовану конічну частину, раніше встановлену на фундамент, перевіряють вертикальність і спочатку закріплюють болтами, а потім зварюванням.

При укрупнювальному складанні газоходу необхідно забезпечити перпендикулярність коліна до прямого ділянки і співвісність зовнішнього

циліндра і газоходу. Зібраний газохід заводять в корпус сушарки зверху (через камеру) і приварюють до корпусу з дотриманням їх співвісності. Допускається складання і монтаж газоходу безпосередньо в корпусі сушарки - спочатку його нижній частині, потім верхній і зовнішнього циліндра. Для зручності виконання робіт дозволяється демонтувати один з щитів циліндричної частини корпусу.

Зібрану дах укладають на місце і закріплюють болтами, а потім остаточно зварюють стики каркаса і облицювання.

Стійку розпилюючого механізму вивіряють на співвісність з газоходом і корпусом сушарки і горизонтальність опорної поверхні під розпилюючий механізм. Регулювання три вивірки виробляють гвинтами.

Стик між вивантаженням і обичайкою повинен бути ущільнений прокладкою.

### **8.3 Монтаж безпосередньо на фундаменті або на підставі сушильних комплексів, що поставляються заводом-виробником вузлів**

Опору збирають на фундаменті секторами на віджимних регулювальних гвинтах і вивіряють: точність її установки в проектне положення (перевіряючи зазор між нею і фундаментом), розташування в плані і по висоті, площинність і горизонтальність.

Вивірену опору зварюють і підливають бетонною сумішшю. Безпосередньо перед підливкою повинна бути проведена контрольна перевірка стану опори.

Монтаж конічної частини корпусу починають з викладення малого конуса на середині фундаменту на тимчасовій шпальній клітці і його закріплення. Висота шпальної клітці повинна забезпечити розташування конуса на проектній висотній відмітці. Встановлюють щити конічної частини корпусу на малий конус і на опору. До опори або щитів повинні бути попередньо приварені косинки.

Зібрану і вивірену конічну частину остаточно приварюють до опори.

Після закінчення монтажу конічної частини корпусу встановлюють трубу виходу теплоносія і нижню частину газоходу. Вивірену нижню частину

газоходу закріплюють тимчасовими розтяжками і електрозварюванням; остаточну її зварку виконують після монтажу циліндричної частини корпусу та контрольної перевірки їх співвісності.

В процесі монтажу циліндричної частини корпусу щити нижнього і верхнього ярусів до остаточної зварювання необхідно закріплювати болтами і розчалками. По закінченні складання циліндричної частини необхідно перевірити її вертикальності.

Після закінчення складання циліндричної частини корпусу закінчують монтаж газоходу, починаючи з внутрішнього циліндра. Після приварки встановлюють і приварюють зовнішній циліндр, голівку і козирки. По закінченні монтажу газоходу збирають дах і закріплюють у проектному положенні болтами.

Після збірки корпусу сушарки перевіряють його геометричні розміри і положення на фундаменті, потім зварюють всі стики у відповідності з кресленнями та перевіряють їх щільність.

#### **8.4 Експлуатація сушильних комплексів**

Електродвигуни, пускова апаратура повинні бути заземленими, а складові заземлених пристроїв повинні бути перевірені. Сушильні комплекси повинні бути завжди бути справними. Під час роботи сушильного комплексу необхідно слідкувати за позначками приладів, і в випадку відхилення параметрів процесу від заданих величин, швидко прийняти наступні заходи:

- контролювати роботу розпилювального механізму;
- контролювати тиск пари;
- слідкувати за температурою - повітря, що виходить з калорифера; температурою крові, що поступаю на сушку;
- слідкувати за виходом сухого продукту.

Потрібно періодично відкривати вентилі на вільних лініях конденсатовідвідників.

Всі трубопроводи повинні бути герметично сполученими. Чищення і огляд башти допускається після припинення роботи всього комплексу і при температурі  $t < 30$  °С, а обслуговуючий персонал повинен бути залучений спецодягом і взуттям.

В середині башти дозволено використовувати переносні електричні лампи з напругою не більше 12 В.

Під час роботи сушарки слідкують за протіканням процесу через оглядове вікно.

Усунення несправностей дозволено тільки при повному зупиненні роботи всього комплексу.

Таблиця 8.1

**Перелік характерних несправностей і способи їх усунення**

№	Несправність	Причина	Спосіб усунення			
1	Розпилення крові відбувається незадовільно.	Погана робота насосу подачі крові на форсунки чи диск.  Засмітився трубопровід для подачі крові. Частота обертів диску недостатня, а подача крові велика.	Відремонтувати насос і налагодити подачу крові під тиском 5 МПа – для цільної крові та 10 МПа – для згущеної. Розібрати і почистити трубопровід. Зменшити подачу крові на розпилювальний диск і збільшити частоту обертання диску (8000-10000 хв <sup>-1</sup> ).			
2	При запуску башти в роботу сушка проходить незадовільно	Подачу крові в башту і її сушка почалися без попереднього підігріву башти.	До пуску крові і початку сушки башту необхідно підігріти гарячим повітрям на протязі 30-40 хв.			
3	Сушка крові проходить незадовільно	Недостатня кількість і температура повітря, що надходить у башту. Значна кількість повітря, що поступає в башту, губиться через нещільності в сполучних каналах, підсмоктування холодного повітря.	Перевірити температуру повітря, збільшити тиск пари на калорифер і частоту обертів вентилятора. Оглянути всі сполучні канали і усунути нещільності.			
19-96.ДП.861.00.000 ПЗ			Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркш 6

		Повітря, що поступає в башту, роз приділяється нерівномірно по всьому перерізу башти, спостерігаються протитоки і мертві зони.	Поставити направляючі козирки, налагодити рівномірне розподілення і рух повітря по всьому перерізу башти
4	Відпрацьоване повітря на виході містить значну кількість пилу	Погано працює фільтр, внаслідок того, що порвалися рукава фільтра. Не працює струшуючий механізм і рукава засмітилися. Велика швидкість руху повітря через рукава.	Замінити порвані рукава фільтра. Відремонтувати струшуючий механізм.
5	На стінки башти налипають вологі не висушені частинки крові	В башті кров сушиться неправильно, велика подача крові при недостатній подачі повітря і малій температурі.	Відремонтувати режими сушки крові в башті. Привести до відповідності подачу крові і повітря.
6	Висушена кров не вивантажується з башти	Не працює вивантажувальний механізм. Спрацювали щітки для знімання висушеної крові. Засмітився отвір вивантажувальний.	Перевірити роботу вентиляторів і відремонтувати їх. Оглянути і прочистити шибери і повітропроводи. Збільшити частоту обертання турбінки вентилятора на 20 %.
7	Температура повітря, поступаючого в башту, недостатня	Недостатній тиск пари в калорифері для підігріву поступаючого повітря. Сполучні канали для повітря не ізолювані, поверхня нагріву калориферів не відповідає паспортним даним.	Підвищити тиск пари в калорифері.  Ізолювати канали для повітря. Перевірити поверхню нагріву нагрівачів.

### 8.5 Ремонт сушильних комплексів

При ремонті розпилювальних сушарок зношені підшипники вала вентилятора замінюють. Після складання проводять центрування валів електродвигуна і вентилятора та його перевірку. Повітропроводи при необхідності розбирають по ділянкам, виправляють, замінюють прокладки і збирають. При зборці ізольованих повітропроводів необхідно забезпечити цілісність ізоляції.

При ремонті калорифера його від'єднують. Зовні пластини і трубки калорифера обдувають стиснутим повітрям, а при сильному забрудненню промиваються розчином кальцієвеної соди. Секції піддають гідравлічному навантаженню. Кінці трубок, що мають нещільності зварюють. Внутрішню поверхню трубок промивають в залежності від складу накипу концентрованим лужним розчином або соляною кислотою, або кислотою освітленою сироваткою. Після складання системи калорифера опресовують парою при робочому тиску.

Паророзподільний колектор при ремонті знімають від трубопроводів, встановлюють на них заглушки і знімають всі вентилялі. При необхідності клапани і гнізда проточують і протирають. Конденсатовідвідники знімають, ремонтують і встановлюють на місце. При необхідності ремонтують вентилялі.

В залежності від конструкції сушарок інші елементи розбирають, ремонтують способами, що описані в інструкціях заводу-виробника. Після ремонту і складання всіх елементів сушарки проводять механічне і технологічне випробування, фарбування і ввід в експлуатацію.

Розпилювальна сушарка відноситься до 4 групи по тривалості ремонтного циклу.

Структура ремонтних циклів і тривалість міжремонтних періодів таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

**Структура ремонтних циклів і тривалість міжремонтних періодів**

Розряд ремонтних циклів	Структура ремонтного циклу	Період між відповідними видами ремонту в місяцях			
		К	С	П	О
4	К-О-О-О-О-П <sub>1</sub> -О-О-О-О- О-С-О-О-О-О-П <sub>2</sub> -О-О-О- О-О-К	1	1	2	16

Таблиця 8.3

**Норми часу на виконання робіт**

Роботи	Норми часу на одну ремонтну одиницю			
	Огляд	Поточний	Середній	Капітальний
Слюсарні	0,75	4,0	16,0	23,0
Станочні	0,1	2,0	7,0	10,0
Інші	-	0,1	0,5	2,0
Всього	0,85	6,1	23,5	35,0

1. Трудомісткість ремонтного циклу.

$$T_{p.c.} = R \cdot (35 + 23.5 \sum C + 6.1 \sum П + 0.8 \sum O)$$

$$T_{p.c.} = 27.5 \cdot (35 + 23.5 \cdot 1 + 6.1 \cdot 2 + 0.8 \cdot 16)$$

$$T_{p.c.} = 2296.25 \text{ люд. год}$$

$R$  – категорія ремонтної складності.

2. Тривалість в місяцях міжремонтних періодів.

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum П + 1} = \frac{20}{1 + 2 + 1} = 5 \text{ міс.}$$

$P_{pc}$  – ремонтний цикл.

3. Тривалість між оглядових періодів.

$$P_{mo} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum П + \sum O + 1} = \frac{20}{1 + 2 + 16 + 1} = 1 \text{ міс.}$$

4. Необхідна кількість робочої сили.

$$Ч_{\text{мо}} = \frac{\sum R}{D} \text{ люд./змін}$$

$Ч_{\text{мо}}$  - число явочних робітників, необхідне для забезпечення міжремонтного обслуговування в зміну;

$\sum R$  - сума ремонтних одиниць обслуговуючого обладнання;

$D$  - норма міжремонтного обслуговування в умовних ремонтних одиницях на одного робітника в зміну.

Для обладнання з категорією складності ремонту  $R > 5$   $D = 300$ , ( з табл. 1.3. ст. 13 [2])

$$Ч_{\text{мо}} = \frac{27.5}{300} = 0.09 \text{ люд./змін}$$

5. Загальна річна кількість ремонтних одиниць при капітальних, середніх, поточних ремонтах і оглядах.

$$\sum R_c = R \cdot \sum C = 27.5 \cdot 1 = 27.5$$

$$\sum R_{\Pi} = R \cdot \sum \Pi = 27.5 \cdot 2 = 55$$

$$\sum R_0 = R \cdot \sum O = 27.5 \cdot 16 = 440$$

Розрахунок потрібної кількості робітників для виконання планових ремонтів і оглядів виконують на підставі річного плану ремонту обладнання за формулою:

$$Ч_p = \frac{(T_{pc} \sum R_c + T_{p\pi} \sum R_{\Pi} + T_{p0} \sum R_0) \cdot K_H}{\Phi}$$

$Ч_p$  - необхідна середньорічна кількість явочних робітників;

$T_{pc}$ ,  $T_{p\pi}$ ,  $T_{p0}$  - норми трудомісткості на одну ремонтну одиницю для середнього, поточного ремонту і огляду в люд.год.

$\sum R_c$ ,  $\sum R_{\Pi}$ ,  $\sum R_0$  - загальна річна кількість ремонтних одиниць при середніх, поточних ремонтах і оглядів;

$K_H$  - коефіцієнт використання норми часу, досягнутий в попередньому році

$\Phi$  - ефективний річний фонд часу робітника в годину.

$$Ч_p = \frac{(23.5 \cdot 1 + 6.1 \cdot 1 + 0.85 \cdot 10) \cdot 0.9}{2000} = 0.017$$

6. Простій обладнання при ремонті обчислюється з моменту зупинки до моменту приймання його з ремонту по акту. Тривалість ремонту обладнання в змінах визначається по формулі:

$$A = \frac{T_p \cdot R \cdot K_H}{B \cdot T_C \cdot C}$$

$$A_0 = \frac{0.85 \cdot 27.5 \cdot 0.9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 1.34 \text{ зміни}$$

$$A_{II} = \frac{6.1 \cdot 27.5 \cdot 0.9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 9.43 \text{ зміни}$$

$$A_C = \frac{23.5 \cdot 27.5 \cdot 0.9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 36.35 \text{ зміни}$$

$$A_K = \frac{35.0 \cdot 27.5 \cdot 0.9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 54.14 \text{ зміни}$$

$T_p$  - норма трудомісткості на ремонт однієї умовної одиниці ремонтної складності;

$R$  – категорія ремонтної складності;

$B$  – кількість ремонтних робітників, працюючих в одну зміну;

$T_C$  - тривалість зміни в годинах;

$C$  - змінність роботи на ремонті даного обладнання;

$K_H$  - коефіцієнт виконання норм часу.

7. Тривалість простою обладнання в ремонті в змінах:

$$A = \frac{24 \cdot P_p \cdot R}{T_c}$$

$$A_0 = \frac{24 \cdot 0.05 \cdot 27.5}{8} = 4.12 \text{ зміни};$$

$$A_{II} = \frac{24 \cdot 0.015 \cdot 27.5}{8} = 1.23 \text{ зміни};$$

$$A_C = \frac{24 \cdot 0.42 \cdot 27.5}{8} = 34.65 \text{ зміни};$$

$$A_K = \frac{24 \cdot 0.8 \cdot 27.5}{8} = 66.00 \text{ зміни};$$

8. Витрати праці на ремонтні і профілактичні роботи

$$P = a \cdot R$$

Слюсарні:

$$\text{Огляд } P_{co} = a \cdot R \cdot n = 0.75 \cdot 27.5 \cdot 10 = 206 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$n$  - кількість одиничних робіт.

Поточний

$$P_{cП} = 4.0 \cdot 27.5 = 110 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Середній

$$P_{cc} = 16.0 \cdot 27.5 = 440 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$\sum P_c = 756 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Станочні:

Огляд

$$P_{cto} = a \cdot R \cdot n = 0.1 \cdot 27.5 \cdot 10 = 27.5 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Поточний

$$P_{ctП} = 2.0 \cdot 27.5 = 55 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Середній

$$P_{ctC} = 7.0 \cdot 27.5 = 192.5 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$\sum P_{cc} = 275 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Інші:

Поточний

$$P_i = 0.1 \cdot 27.5 = 2.75 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Середній

$$P_i = 0.5 \cdot 27.5 = 13.75 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

9. Витрати праці

$$O = 0.85 \cdot 27.5 = 23.3 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$П = 6.1 \cdot 27.5 = 167.7 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$C = 23.5 \cdot 27.5 = 646.2 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$K = 35 \cdot 27.5 = 962.5 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

10. Витрати праці на рік

$$P_{заг} = O \cdot 10 + П + C = 23.3 \cdot 10 + 167.7 + 646.2 = 1046.90 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

11. Трудомісткість інших видів робіт:

$$P_{ін} = P_{заг} - \left( \sum P_c + \sum P_{ст} \right) = 1046.9 - (756 + 275) \\ = 15.9 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Таблиця 8.4

Назва обладнання	Змінність роботи обладнання	Категорія складності ремонту	Ремонт розрядного циклу	Тривалість		
				Ремонтний	Міжремонтний період	Між оглядовий період
Розпилювальна сушарка	1	27.5	4	20	5	1

Таблиця 8.5

Види ремонтних і профілактичних робіт та їх трудомісткість по місяцям, год											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
О/	С/	О/	О/	О/	О/	О/	О/	П <sub>2</sub> /	О/	О/	О/
23.3	646,6	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	167.7	23.3	23.3	23.3

Таблиця 8.6

Загальна трудомісткість робіт, год			
Всього	Слюсарні	Станочні	Інші
1046.9	756	275	15.9

## 9 ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ

Кров, що отримується при забої всіх видів худоби, являється цінною сировиною для вироблення харчової, лікувальної і технічної продукції. Кількість крові, що отримується при забої тварин, складає від 3 до 4,3 % від живої ваги їх. З крові тварин виробляють харчовий (світлий) і технічний альбумін, кров'яну муку, консервовану кров, гематоген і інші лікувальні препарати.

Основними технологічними процесами переробки крові є: збір, дефібрування, сепарація крові, подрібнення згустків, коагуляція крові, пресування коагуляту, обезводнення крові, подрібнення, просіювання сухої крові і упаковка її. Кров у край чутлива до повітря, температури, тиску, швидко згортається та ін. Тому умови і самі процеси переробки крові специфічні.

Знекровлення і збір крові можуть здійснюватися у відкриту або закриту систему. Відкриті апарати прості по пристрою і обслуговуванню, але із-за прямого контакту крові з повітрям, а також із-за можливого вільного стоку її по шкурі не забезпечують здобуття стерильної крові. Крім того, необхідність частого очищення і миття приймальних резервуарів і жолобів приводить до додаткового забруднення і обводнення крові, унаслідок чого вологоутримання її збільшується, збільшуються також витрати тепла і пари в процесах теплового обезводнення крові.

Знекровлення і збирання крові в закриту систему (знекровлення під вакуумом) гарантує здобуття стерильних умов збору, повніший збір крові і збереження вихідної кількості води, що приводить до меншої витрати тепла на обезводнення крові.

Цехи по переробці крові на сучасних середніх і великих м'ясокомбінатах є найбільш механізованими. Проте знекровлення і збір крові на більшості

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Разробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Опис блоку управління</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/6</b>

підприємств все ще виконуються вручну і по відкритій системі.

На сучасних м'ясокомбінатах основним процесом переробки крові, що отримується при забої худоби, є обезводнення її. Видалення вологи здійснюється по одно- або двоступеневому способі. У першому випадку кров піддають висушуванню, в другому — вакуум випаровуванню і сушці, або коагуляції і подальшій сушці.

Одноступінчате обезводнення простіше в здійсненні, вимагає менше устаткування, але в цьому випадку необхідна значна витрата тепла. Двоступеневе обезводнення складніше в здійсненні, вимагає більше устаткування, але енергії при цій системі обезводнення витрачається значно менше, ніж при одноступінчатій системі. Основною статтею витрати при обезводненні крові є вартість пари.

Способи і методи обезводнення крові відомі давно, проте немає розрахунку рентабельності вживання їх залежно від призначення готової продукції, потужності виробництва, наявності технічної бази та ін.

При виробленні світлого альбуміну з крові виділяють світлу сироватку. Найкращі результати виділення сироватки отримують при сепарації. Частина крові, що отримується при забої худоби, направляють в ковбасне виробництво, на виготовлення гематогену, кровозамінників та ін. Проте ще не знайдені раціональніші способи використання крові як біологічно коштовного продукту. На підприємствах малої і середньої потужності велика частина крові прямує на вироблення кров'яної муки.

При переробці крові істотне значення має сушка. Строге дотримання необхідного режиму і постійної продуктивності сушарок впливає на собівартість і якість продукції. В літературі запропоновані різні схеми регулювання роботи розпилювальних сушарок, але вони складні і не забезпечують надійної роботи цих установок, а в простих схемах (наприклад, з ув'язкою температури воза-духу, що покидає сушарку, з кількістю сирової продукції, що подається на те, що розпиляло) не можна врахувати всіх можливих відхилень від прийнятого режиму по окремих параметрах процесу.

Схема контролю і автоматичного регулювання всіх основних параметрів сушарки показана на рис. 9.1.

Датчик 1 з термобалонем 2, що замірює температуру повітря, що покидає сушарку, пов'язані з виконавчим механізмом регулюючого клапана 3, встановленого на трубі 4 для подачі крові на розпилувальний диск 5. Температура повітря по ходу його руху через фільтр 6, калорифер 7 і в зоні розпилувальної сушарки 8 заміряється термометрами 9, 10 і 11, сполученими з автоматичним електронним мостом 12 типу ЕМВ-21.

Температура повітря в установках 13 для фільтрації відпрацьованого повітря вимірюється термометрами опору 14 і 15 з автоматичним мостом 16 марки ЕМВ-21. Вологість повітря, що покидає сушильну башту і фільтр 13, заміряється психрометрами-психрографами 17 і 18 типа ТГ-420 з двома термобалонами.

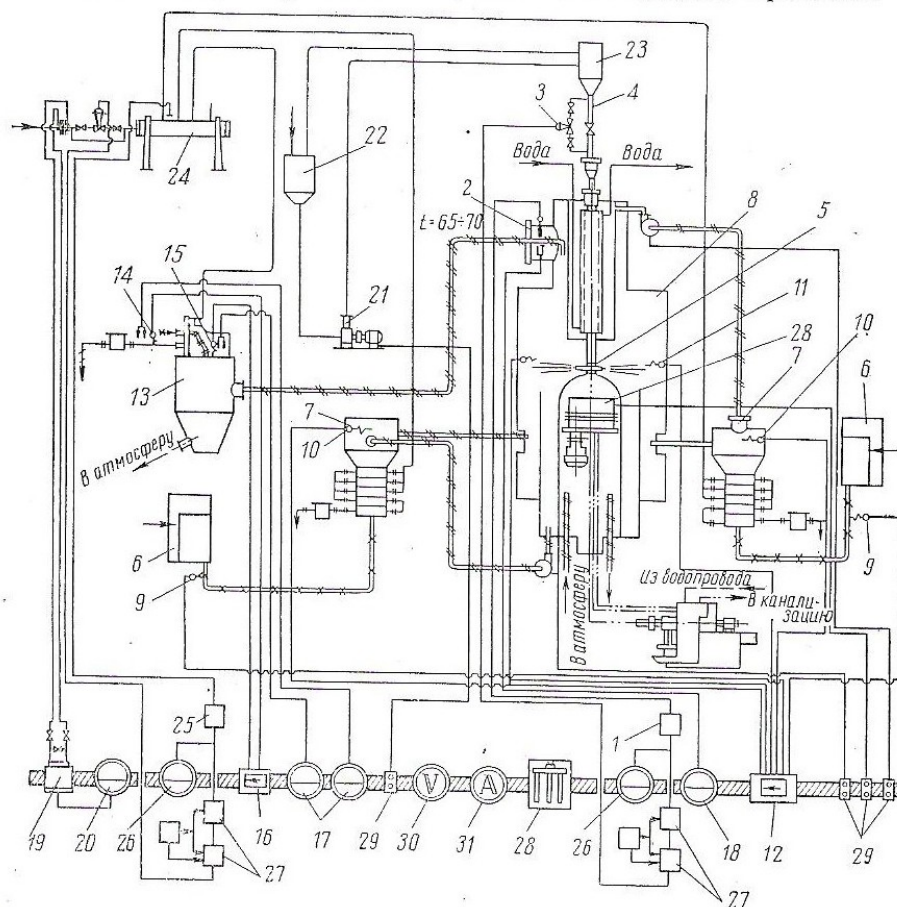


Рис. 9.1 Схема контролю і автоматичного регулювання роботи сушарки з дисковим розпилуванням

Витрата пари на процес контролюється параметром 19 типа ДСЧ-90 з електронним вторинним приладом 20 типа ЕПД.

Крім розглянутого, установка включає наступне устаткування: відцентровий насос 21, що подає кров з приймального бака 22 в напірний 23; паровий колектор 24, датчик 25 з блоком 26 і вторинним приладом 27, рубильник 28, магнітний пускач 29, вольтметр 30 і амперметр 31. Для живлення схеми управління необхідне стиснуте повітря тиском 120 кн/м<sup>2</sup>.

З розглянутих схем переробки крові видно наступне: якщо досить повно механізовані і автоматизовані процеси переробки крові на крупних виробництвах, то все ще остаточно не вирішені питання зменшення витрати

тепла на обезводнення і автоматизацію всіх процесів переробки крові на підприємствах середньої і малої потужності, не вирішені питання механізації процесу збору крові; не вирішений комплекс питань, що стосуються обезводнення крові на дрібних виробництвах; не вирішені питання раціональнішого використання крові як кошовної біологічної речовини.

Система управління роботою розпилювальної сушарки включає: автоматичний контроль і регулювання температури гарячого повітря, яке надходить в сушарку, та тиску в апараті; місцеве і дистанційне управління електродвигунами; контрольну і аварійну сигналізацію при відключенні параметрів від номінальних значень.

Для подачі повітря з калорифера використовується магнітний пускач, марки 11BG 0601A (поз. КМ3). Для реєстрації температури повітря, яке надходить у сушарку, на місці встановлено місцевий термометр реєстрації ТУ (поз. Зв), а на щиті встановлено перетворювач з регулятором температури повітря, що надходить у апарат, марки КСМ-2 (поз. 3б). Для індикації і реєстрації тиску, з яким подається повітря у апарат, на місці встановлено датчик тиску, Z-серії (поз. 6б). При досягненні мінімального або максимального рівня тиску загоряється світлове табло (поз. НЛ8) та спрацьовує звуковий сигналізатор НА.

За допомогою магнітного пускача марки 11BG 0601A (поз. KM2) запускається електродвигун витяжного вентилятора, призначеного для відведення відпрацьованого повітря (про початок його роботи сигналізує світлове табло (поз. HL2)).

За допомогою магнітного пускача марки 11BG 0601A (поз. KM1) запускається електродвигун насоса подачі рідини. Про початок його роботи сигналізує загоряння світлового табло (поз. HL1). Тиск з яким подається рідина відслідковується, реєструється та регулюється за допомогою датчика тиску Z-серії (поз. 1a). Рівень тиску зафіксований датчиком відображається світловим табло (поз. HL3).

Універсальні перемикачі (поз. SA1, SA3) даної технологічної лінії, застосовуються в якості команд, апаратів для ручного дистанційного управління електромагнітними вентилями і для перемикання силових ланцюгів електродвигунів (дистанційне та автоматичне).

Кнопки управління (поз. SB1 і... SB8) служать для управління силовими ланцюгами електродвигунів. Комутація виникає при натисканні на кнопку пуск, при цьому по ланцюгу катушки контактора магнітного пускача піде напруга і якор притягнеться до осердя.

Апаратура сигналізації в даній технологічній схемі дана сигнальними лампами і світловими табло( поз HL1... HL8).

У відповідності з кольором лінз ламп (зелений, жовтий та червоний) розрізняють відповідно робочу, попереджувальну і аварійну сигналізацію. Можливість світлового табло декілька ширше. На склі табло може бути напис, який чітко виділяється при його вмиканні.

Таблиця 9.1

## Специфікація на прилади та засоби автоматизації

№ п/п	Параметр, середовище, місце відбору сигналу	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика засобів автоматизації	Тип, марка	Завод виробник	Кількість
5б; 4б	Рівень	За місцем	Сигналізатор рівня з датчиком – електродом	ЕРСУ-3	м. Рязань, 3-д Теплоприлад	2
3в	Температура	За місцем	PSA-02.02.03.06.12 HEXTCM100M уніфікований сигналізатор 4-20мА	4-20мА	М. Київ, PRO MSAT	1
3б	Температура	На щиті	Автоматичний вимірювальний міст Вихід сигнал. 4-20мА КЛ.Г.0,5	КСМ-2	М. Львів, Львівприлад	4
1а; 2а; 6б	Тиск	За місцем	Датчик тиску Siemens PZ –серії Вих. сигнал 4-20мА	Z-серія	М. Київ, Siemens	3
6а	Тиск	На щиті	Автоматичний вимірювальний міст Вихід сигнал. 4-20мА КЛ.Г.0,5	КСМ-2	М. Львів, Львівприлад	2
КМ 1..3		На місці	Магнітний пускач	11BG0601 А		3

## 10 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

### Вступ

Правовою основою законодавства щодо охорони праці є Конституція України, Закони України: “Про охорону праці” (із доповненнями та змінами затвердженими Верховною Радою України і введені Указом Президента України 21 листопада 2002 року №229-IV; вступив в силу 17 грудня 2002 року), “Про охорону здоров’я”, “Про пожежну безпеку”, “Про використання ядерної енергії та радіаційний захист”, “Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення”, а також Кодекс законів про працю України (КЗпП).

Згідно закону, усі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню від нещасних випадків і професійних захворювань власником або органом, що ним уповноважений. Страхування здійснюються в порядку і мовами, що визначаються законодавством і колективним договором (угодою, трудовим договором).

### 10.1 Аналіз основних шкідливих і небезпечних факторів

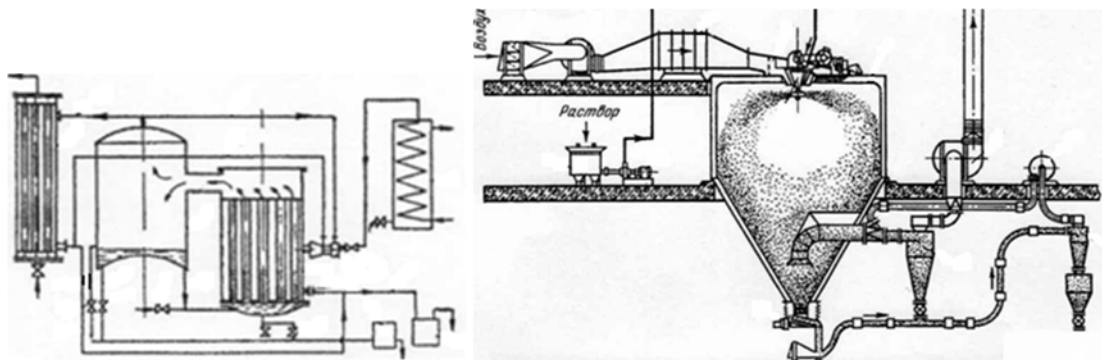


Рис. 10.1. Схема лінія для переробки крові

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа			
Власник документа	Розробник документа <i>Іванов І.О.</i>	Заходи щодо охорони праці, екології	<i>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</i>				
	Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i>		Інд. змін	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш <i>1/7</i>	

В м'ясопереробному виробництві основними шкідливими виробничими факторами є:

- фізичні (рухомі частини машин, шум, вібрація, запиленість, вологість, електричний струм, освітлення).
- хімічні (токсичної і дратівливої дії)
- психологічні (перенавантаження, монотонність праці).

У відділенні переробки крові одним з небезпечних виробничих факторів є посудини під тиском. Захист працюючих від цього фактора здійснюється такими заходами та засобами: конструкція посудин має бути надійною, забезпечувати безпеку при експлуатації, можливість внутрішнього огляду, очищення та ремонту. Зварні шви повинні бути тільки стиковими і доступними для контролю виготовленні, монтажу і експлуатації посудини. Також на працюючих впливають висока температура та підвищення метеорологічних умов здійснюється за допомогою систем вентиляції приміщень, а також автоматизованої системи підтримки мікроклімату в цехах.

### **Мікроклімат**

Головними чинниками, що визначають мікроклімат у робочій зоні виробничого середовища виступають температура та вологість повітря, його рухомість, теплове випромінення.

Більшість виробничих відділень і приміщень головного виробничого корпусу характеризується виділенням пари при одночасному виділенні в частині приміщення тепла від технологічних апаратів, електродвигунів та інших джерел.

Гігієнічне нормування мікроклімату здійснюється по ГОСТ 121005-76, де встановлюється оптимальні та допустимі параметри температури  $t = 18-20$  °С, відносної вологості  $\phi = 40-60$  % та швидкості потоку повітря  $V = 0,2$  м/с.

В залежності від характеру і кількості виробничих шкідливостей в усіх відділеннях, цехах і приміщеннях встановлено загально-обмінну, припливно-втяжну вентиляцію з механічним і змішаним збудженням.

Для підтримки нормальних параметрів мікроклімату в жировому відділенні використовуються кондиціонери.

### **Загазованість**

При повітряних потоках газу та пара розповсюджуються разом з повітрям на великі відстані і можуть забруднювати зони приміщень і призвести до раптового отруєння людей.

Для боротьби з загазованістю використовуються газові горілки котрі спалюють шкідливі газу.

### **Освітлення**

Для забезпечення нормальних умов праці та зниження травматизму велике значення має освітлення у виробничих приміщеннях застосовується штучне, природне, змішане.

Штучне освітлення здійснюється за допомогою освітлювальної апаратури типу «Універсал». Мережа промислового освітлення виконана кабелем марки АЦ+Г прокладений на тросах і скобах.

Природне освітлення здійснюється бічні віконні прорізи, визначення площі являється розрахунком природного освітлення. З часом природне освітлення знижується внаслідок забруднення і

запиленості скла віконних проїомів до 65...75 % від початкових норм. Велике значення для природного освітлення має частота та характер фарбування стін та стелі. Необхідно два – чотири рази на рік очищати скло від забруднення та виконувати умови по кольоровому оформленні приміщень.

### **Шум і вібрація**

В жировому цеху має місце підвищена вібрація при роботі обладнання, тому для зменшення дії цього фактора необхідно дотримуватися наступних засобів захисту: своєчасно проводити чищення та балансування обладнання обладнання, що здійснює швидкообертові рухи.

Встановлювати приводи і обладнання на вібраційні опори (амортизатори) для погашення вібрації.

Для захисту робітників від впливу шкідливих шумів в якості індивідуальних засобів захисту необхідно застосовувати навушники.

### Шум

Останнім часом спостерігається тенденція до постійного збільшення шуму на виробництві внаслідок зростання потужностей технологічного обладнання.

Допустимі норми шуму для підприємства згідно ГОСТ 12.1.003 – В 3.ССБТ. Шум «Общие требования безопасности» подано в таблиці 10.1

Таблиця 10.1

Професія	Рівень звукового тиску, дБ в активних смугах з середньо геометричними смугами									Рівень звуку і еквівалентні
	103	99	92	86	83	80	78	76	74	
Оператор дискової										80

### Вібрація

Зменшення вібрації на робочих місцях досягається: послабленням вібрації в джерелі її утворення технологічними і експлуатаційними рішеннями; штучним збільшенням втрат енергії в системі (вібропоглинання); зниженням інтенсивності вібрацій на шляху їх поширення (віброізоляція); застосування засобів індивідуального захисту.

Гасіння вібрацій в джерелі їх утворення досягається усуненням неврівноважених мас (статичне і динамічне балансування).

### Механічна загроза

Загроза удару механічного характеру створює випадковий контакт рухомих елементів приводу, або обертовим барабаном.

З метою усунення цієї загрози застосовуються наступні заходи:

- всі елементи живлення і рухомі частини приводу закриті щитами, що прикріплені болтами до конструкції рами.

- під час руху барабана, ручка кришки завантажувального отвору може нанести травму обслуговуючому персоналу. В зв'язку з цим завантажувальний отвір має бути захищений кришкою, або кожухом.

### **Електробезпека**

Під електробезпекою розумію систему організаційних та механічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного струму, електричної дуги. Приміщення з підвищеною небезпекою.

Широке застосування електроприладів у виробничому процесі створює небезпеку ураження людини електричним струмом.

Для попередження травм отриманих електричним струмом у відділенні передбачається заземлення всіх металевих частин силових і освітлювальних установок, що формально не знаходяться під напругою, але які можуть потрапити під неї у випадку пошкодження ізоляції.

Щити управління і електрообладнання заземлені з використанням нульових сил, живильних кабелів і труб силових джерел електроенергії, в зв'язку з тим, що в цеху велика вологість і струмопровідна підлога.

Контроль огляд і перевірку стану електропроводу, електродвигунів, пускових пристроїв і заземлення проводять спеціально підготовлені люди.

При обслуговування електроустановок велике значення має такий вид захисних заходів як попереджувальні типу: «Стій!», «Висока напруга!», «Не вмикати!», які мають місце на підприємстві, що дозволяють забезпечити нормальну роботу людей.

При проведенні ремонтних робіт на електрообладнанні необхідно користуватись гумовими ковбиками, роботи виконуються інструментом з ізоляційними рукоятками.

## **Біологічна загроза**

Елементи, які під час експлуатації обладнання, безпосередньо контактують з продуктом слід виготовляти з кислотостійких сталей.

Після закінчення роботи потрібно ретельно промивати барабани і місце контакту продукту з обладнанням, безінфекційними розчинами після чого промити чистою водою.

## **Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання**

На м'ясокомбінаті при розташуванні технологічного обладнання необхідно дотримуватися певних вимог:

відстань між частинами, що виступають де не передбачено рух людей має бути не меншою 0,5м;

відстань між частинами, що виступають, де передбачено прохід людей. Має бути не менше 0,8м.

В процесі передбачена ширина проїздів для механізованих засобів  $\geq 2$ м.

Обладнання встановлюється так щоб не закривати світлових вікон. Для запобігання ковзання та падіння робітників передбачені решітки.

При роботі обладнання необхідно дотримуватися таких засобів безпеки:

обслуговування, ремонт та наладка машин здійснюється лише після повного вимкнення машини. І особами що мають відповідний дозвіл.

роботи по ремонту обладнання проводяться лише при перевірці і вимкненій напрузі.

робітники не мають права залишати без нагляду увімкнену машину.

## **Пожежна безпека**

При проектуванні будівель і споруд підприємств харчових технологій, слід виконувати вимоги діючих нормативних документів. В цілях забезпечення пожежно-вибухової безпеки в приміщеннях відділення переробки крові передбачені наступні заходи:

забезпечення вільних проїздів і евакуаційних виходів;

забезпечення всіх ділянок виробництва первинними засобами захисту від пожеж. Які розміщуються на щитах на висоті 1,5 м від підлоги при вході в цех, та ящиком з піском об'ємом 0,5 м<sup>3</sup>;

застосування будівельних конструкцій з регламентованими межами вогнестійкості та горючості;

застосування засобів індивідуального і колективного захисту людей;

внутрішнє пожежогасіння забезпечується пожежними кранами діаметром 50 мм.

Для гасіння невеликих очагів пожежі використовують порошкові вогнегасники, а для гасіння електроустановок використовують вогнегасники ОУ-5.

Головний засіб гасіння пожежі є вода на підприємстві, і дві ємкості для запасу води на 1000 л.

Вибір засобів пожежогасіння повинен здійснюватись на основі врахування властивостей вибухонебезпечних речовин, що присутні у виробництві, умов протікання процесу горіння.

### **Висновки**

Забезпечення працівників правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями. Контроль за відповідність нормативним актам про охорону праці машин механізмів, технологічних процесів, устаткування.

Забезпечення працівників колективними та індивідуальними засобами захисту від шкідливих та небезпечних факторів виробництва, лікувально-профілактичним харчуванням, миючими засобами, санітарно-побутовими приміщеннями.

Рекомендується принцип матеріального заохочення працівників, які сумлінно ставляться до виконання виробничих обов'язків і беруть активну участь у підвищенні безпеки та поліпшення умов праці.

## ВИСНОВКИ

Розвиток м'ясопереробної промисловості в Україні ставить перед конструкторами завдання по розробленню нового та модернізації застарілого обладнання, до якого поставлені наступні вимоги: технологічність при виготовленні, стандартизація, уніфікація, простота обслуговування, надійність, естетичність, висока ступінь механізації та автоматизації, зниження енерговитрат та металоємності.

В даному дипломному проекті проведена модернізація розпилювального сушильного апарату для крові ГБО продуктивністю по вологому матеріалу 430 кг/год., а саме модернізація конструкції розпилювального диску.

Від ефективності роботи диска залежить продуктивність самої сушарки. Тому нами запропоновано модернізація розпилювального диску. Ми пропонуємо на внутрішню поверхню тарілчастого диска додати 4 пластини певної висоти. Пластини будуть встановлені під прямим кутом одна до одної. Ми пропонуємо зробити ці пластини не прямими а заокругленими. Впадину даної пластини потрібно зробити на зустріч руху диску (тобто в протилежну сторону до напрямку колової швидкості диска). Такі пластини під час руху диска будуть захоплювати продукт, який подається на диск та краще розпиляти його по сушильній камері.

Завдяки даній модернізації збільшується ефективність роботи розпилювальної сушарки.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Висновки</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## Список використаної літератури

1. Івашов В.И., Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности, Колос, 2001.-552с.
2. Мирончук В.Г., Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання харчових виробництв –К.:НУХТ, 2007-118с.
3. Гальперин Д.М., Горбатов В.М., Монтаж, наладка, експлуатація и ремонт оборудования, « Пищевая Запольський А.К., Основи екології «Вища школа» - К, 2001р.
4. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання : курс лекцій для студентів спец. «Обладнання переробних і харчових виробництв» спеціалізації «Обладнання виробництва з перероблення м'яса» денної та заочної форм навчання. Ч. 1. Монтаж технологічного обладнання / І.Г. Бабанов, В.М. Таран, С.Д. Беседа, О.І. Бабанова. — К. : НУХТ, 2010. — 118 с.
5. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання : курс лекцій для студентів за напрямом підготовки 6.050503 "Машинобудування" спеціальності "Обладнання переробних і харчових виробництв" денної та заочної форм навчання. Ч. 3: Експлуатація технологічного обладнання / І.Г. Бабанов, В.М. Таран, С.Д. Беседа, О.І. Бабанова; Нац. ун-т харч. технол. — К.: НУХТ, 2012. - 119 с.
6. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник / М. М. Клименко, Л. Г. Віннікова, І. Г. Береза та ін.; За ред. М. М. Клименка. – К.: Вища освіта, 2006. – 640с.: іл..
7. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник/ А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. - К.:Аграрна освіта, 2001. - 224с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i> <i>Іванов І.О.</i>	<b>Список використаної літератури</b>	<b>19-96.ДП.861.00.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

8. Технологічне обладнання галузі : конспект лекцій / В.М. Таран, Г.К. Бабанов, І.Г. Бабанов, С.Д. Беседа. – К.: НУХТ, 2008. – 133 с.

## ДОДАТКИ



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть.	Примітка																													
				<u>Документація</u>																															
A1			19-96.ДП.861.03.100 СК	Складальне креслення	1																														
				<u>Складальні одиниці</u>																															
		1	19-96.ДП.861.03.101	Муфта																															
				<u>Покупні вироби</u>	1																														
		2	19-96.ДП.861.03.102	Електродвигун	1																														
		3	19-96.ДП.861.03.103	Розпилювальний диск	1																														
				<u>Деталі</u>																															
		4	19-96.ДП.861.03.104	Дистанційне кільце	1																														
		5	19-96.ДП.861.03.105	Кришка підшипника	1																														
		6	19-96.ДП.861.03.106	Трубка для мастила	1																														
		7	19-96.ДП.861.03.107	Зубчасте колесо	1																														
		8	19-96.ДП.861.03.108	Шестерня	1																														
		9	19-96.ДП.861.03.109	Корпус	1																														
		10	19-96.ДП.861.03.110	Кришка підшипника скрізна	1																														
		11	19-96.ДП.861.03.111	Плита	1																														
		12	19-96.ДП.861.03.112	Трубка для змащення підшипників	1																														
		13	19-96.ДП.861.03.113	Швелер	2																														
		14	19-96.ДП.861.03.114	Трубка для подачі продукту	1																														
		15	19-96.ДП.861.03.115	Трубка для змащення підшипників	1																														
		16	19-96.ДП.861.03.116	Трубка для змащення підшипників	1																														
		17	19-96.ДП.861.03.117	Вал ведений	1																														
		18	19-96.ДП.861.03.118	Стакан	1																														
		19	19-96.ДП.861.03.119	Втулка	1																														
		20	19-96.ДП.861.03.120	Ведучий вал	1																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;">Відповідальна організація <i>НУХТ</i></td> <td style="width:25%;">Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i></td> <td style="width:25%;">Розробник документа <i>Іванов І.О.</i></td> <td style="width:25%;">Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i></td> <td colspan="3" style="text-align: right;"><i>Масштаб</i></td> </tr> <tr> <td colspan="2" rowspan="3" style="vertical-align: middle; text-align: center;"><i>НУХТ 30Х-5-1</i></td> <td colspan="2">Вид документа <i>Специфікація</i></td> <td colspan="3">Статус документа</td> </tr> <tr> <td colspan="2" rowspan="2" style="vertical-align: middle; text-align: center;"><i>Привод розпилювального диску</i></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><i>19-96.ДП.861.03.100</i></td> </tr> <tr> <td style="width:15%;">Інд. змін.</td> <td style="width:15%;">Дата видання</td> <td style="width:15%;">Мова</td> <td style="width:15%;">Аркуш</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><i>Укра</i></td> <td style="text-align: center;"><i>1/3</i></td> </tr> </table>							Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i>	Розробник документа <i>Іванов І.О.</i>	Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i>	<i>Масштаб</i>			<i>НУХТ 30Х-5-1</i>		Вид документа <i>Специфікація</i>		Статус документа			<i>Привод розпилювального диску</i>		<i>19-96.ДП.861.03.100</i>			Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш					<i>Укра</i>	<i>1/3</i>
Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i>	Розробник документа <i>Іванов І.О.</i>	Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i>	<i>Масштаб</i>																															
<i>НУХТ 30Х-5-1</i>		Вид документа <i>Специфікація</i>		Статус документа																															
		<i>Привод розпилювального диску</i>		<i>19-96.ДП.861.03.100</i>																															
				Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш																												
				<i>Укра</i>	<i>1/3</i>																														

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка		
		21	19-96.ДП.86.103.121	Дистанційне кільце	1			
		22	19-96.ДП.86.103.122	Пробка	1			
		23	19-96.ДП.86.103.123	Прижимна кришка	1			
				<u>Стандартні вироби</u>				
		24		Підшипник 208 ГОСТ 8338-75	1			
		25		Підшипник 7308 ГОСТ 333-79	2			
		26		Підшипник 7308 ГОСТ 333-79	2			
		27		Підшипник 209 ГОСТ 8338-75	1			
		28		Шпилька М10 х 1,25 х 50 ГОСТ 9150-81	4			
		29		Шпилька М14 х 1,25 х 86 ГОСТ 9150-81	4			
		30		Шпилька М10 х 1,25 х 54 ГОСТ 9150-81	4			
		31		Болт М20 х 2 х 80 ГОСТ 7798-70	4			
		32		Болт М10 х 1,5 х 24 ГОСТ 7798-70	1			
		33		Болт М10 х 1,5 х 24 ГОСТ 7798-70	1			
		34		Болт М20 х 2 х 80 ГОСТ 7798-70	4			
		35		Болт М10 х 1,25 х 34 ГОСТ 7798-70	4			
		36		Гайка М20 ГОСТ 5915-70	4			
		37		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	1			
		38		Гайка М20 ГОСТ 5915-70	4			
		39		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	4			
		40		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	4			
19-96.ДП.86.103.100					Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
							Укра	2/3

