

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий Інженерно-технічний
інститут ім.акад. І.С. Гулого**

**Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проектування**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Блаженко С.І. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Мирончук В.Г. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування» _____
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Модернізація прямотечійно-плівкового випарного апарату ТВП
шляхом удосконалення конструкції

Виконав: здобувач IV курсу, групи Зарічанський Богдан Леонідович
(прізвище та ініціали)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма «Обладнання переробних і харчових виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Мирончук В.Г.

“ ___ ” _____ 20__ року

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

Зарічанський Богдан Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація прямотечійно-плівкового випарного апарату ТВП шляхом удосконалення конструкції

керівник проекту (роботи) Олішевський Валентин Вікторович, доц., канд. тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2020 р. № 934-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, 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 використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші;

Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	30.09.2020	
2	<i>Вступ</i>	09.10.2020	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	16.10.2020	
4	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	23.10.2020	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	30.10.2020	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	13.11.2020	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	13.11.2020	
8	<i>Розрахункова частина</i>	20.11.2020	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	30.11.2020	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	11.12.2020	
11	<i>Опис системи управління</i>	18.12.2020	
12	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	18.12.2020	
13	<i>Висновки</i>	30.12.2020	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	15.01.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2021	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Зарічанський Б. Л.
(прізвище та ініціали)

Олішевський В.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті на тему «Модернізація прямотечійно-плівкового випарного апарату ТВП шляхом удосконалення конструкції» розглянуто питання конструктивного вдосконалення сокорозподільчого пристрою для рівномірності зрошення поверхні нагрівання

Конструкція модернізованих вузлів та деталей подано на 6 аркушах формату А1.

В розділах пояснювальної записки розкрито: порівняльна характеристика технологічного обладнання для видалення вологи з рідини; вимоги процесу випарювання до обладнання; будова та принцип роботи модернізованого плівкового випарного апарату; підбір конструктивних матеріалів; розрахункова частина; монтаж, ремонт та експлуатація обладнання; охорона праці; розробка системи управління; заходи з охорони праці; екологічні заходи.

Ключові слова: випарювання, сироп, продуктове відділення, обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	18-1999.ДП.07.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In the diploma project on the topic «Modernization of the direct-flow evaporating apparatus of TVP by improving the design» the question of constructive improvement of the juice distribution device for uniform irrigation of the heating surface is considered. The design of modernized units and parts is presented on 6 sheets of A1 format. The sections of the explanatory note disclose: comparative characteristics of technological equipment for removing moisture from the liquid; evaporation process requirements for equipment; structure and principle of operation of the modernized film evaporator; selection of structural materials; settlement part; installation, repair and operation of equipment; Occupational Health; management system development; labor protection measures; environmental measures.

Key words: evaporation, syrup, food department, equipment.

ЗМІСТ

	Вступ.....
1	Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....
2	Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.....
3	Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....
4	Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.
5	Вибір конструкційних матеріалів.....
6	Розрахункова частина.....
7	Технологічний маршрут виготовлення деталі.....
8	Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.....
9	Опис системи управління.....
10	Заходи щодо охорони праці, екології.....
	Висновки.....
	Список використаної літератури.....
	Специфікація.....

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	18-1999.ДП.07.000 ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Міранчук В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA
					<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Цукрова промисловість – одна з основних галузей харчової промисловості. При цьому передбачається значно збільшити виробництво цукру з цукрового буряка, а також за рахунок нарощуваних виробничих потужностей, зменшивши термін переробки буряка до ста діб.

Вітчизняна цукрова промисловість повинна розвиватись в наступних напрямках: застосування нових більш ефективних передових технологій, які підвищують вихід цукру і покращують його якість (наприклад застосування глибокої хімічної очистки соків); інтенсифікація виробничих процесів і скорочення часу виробничого циклу; використання високоефективних машин і апаратів безперервної дії; автоматизація виробничих процесів; скорочення витрат палива.

У порівнянні з випарними апаратами типу Роберта, концентрування соків має ряд переваг в плівкових випарних апаратах. По-перше, в плівковому апараті відсутня гідростатична температурна депресія, яка швидко зростає в області вакууму. По-друге, час знаходження розчину в декілька разів менше, незважаючи на присутність рециркуляції частини соку, або сиропу. Цей фактор важливий в області підвищених температур при експлуатації випарного апарата.

Істотною перевагою плівкових випарних апаратів є те, що зі зростанням концентрації інтенсивність тепловіддачі повільно падає, а в апаратах з природною циркуляцією - стрімке погіршення інтенсивності теплообміну.

Метою даного проекту є модернізація існуючої прямотечійно-плівкового випарного апарату ТВП шляхом удосконалення конструкції.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	18-1999.ДП.07.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1	

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Класифікація випарних апаратів

Випарні апарати класифікують за наступними технологічними та конструктивними ознаками:

1. За принципом дії: апарати періодичної і безперервної дії.
2. За видом використовуваного теплоносія: апарати з паровим, газовим, рідинним або електричним обігріванням.
3. За способом організації руху і режиму циркуляції розчину, що випаровується, розрізняють:
 - апарати з неорганізованою природною циркуляцією;
 - апарати з організованою природною циркуляцією;
 - апарати із примусовою (вимушеною) циркуляцією;
 - апарати без циркуляції розчину та плівкового типу.
4. За кратністю циркуляції:
 - з однократною і багаторазовою циркуляцією розчину.
5. За конструктивною схемою з'єднання сепаратора і гріючої камери:
 - апарати зі співвісним (блоковим) розміщенням;
 - апарати із винесеною гріючою камерою;
 - апарати із винесеною циркуляційною трубою.
6. За орієнтацією поверхні нагрівання: на апарати з вертикальним, горизонтальним і похилим розташуванням гріючої камери.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	18-1999.ДП.07.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/22	

7. За способом підведення тепла до розчину розрізняють апарати поверхневого типу (з фіксованою поверхнею теплопередачі) і апарати контактного типу, у яких тепло до розчину підводиться у результаті контакту гарячого теплоносія (газу) з розчином.

В цукровій промисловості очищений сік II сатурації повинен згущуватись до концентрації густого сиропу. При цьому вміст сухих речовин в ньому збільшується з 14...16 до 65...70 %. Процес згущування соку здійснюється у випарних установках, що складаються з окремих корпусів (випарних апаратів). Такі установки дозволяють витратити на згущування соку 40...50 % пара до маси буряка за рахунок багатократного використання тепла (якщо б випаровування проводилось в одному апараті, то на випаровування 1 кг води довелося б затрачувати біля 1 кг гріючої пари, тобто витратити на згущування соку 90...100 % пара до маси буряка).

Випарні установки, що застосовуються на цукрових заводах, можна класифікувати по наступних ознаках.

1. За станом вторинної пари в останньому корпусі:

а) випарні установки, що працюють при тиску пари вище атмосферного;

б) випарні установки, що працюють при тиску пари нижче атмосферного (залишковий тиск 0,0242...0,0174 і 0,0775...0,0705 МПа).

2. По числу корпусів:

а) трьохкорпусні установки з концентратором;

б) чотирьохкорпусні установки з концентратором;

в) чотирьохкорпусні установки з 0 корпусом;

г) п'ятикорпусні установки.

До випарних установок пред'являються наступні вимоги:

а) проводити випаровування при максимальній кількості передаваного

тепла через поверхню нагріву окремих апаратів випарної установки, а для цього необхідно вести випаровування при допустимих значеннях корисної різниці температур, ваговій нарузі поверхні нагріву і термічному опорі;

б) згущувати розчин в установках до встановлених концентрацій;

в) розчин в перший корпус випарної установки повинен поступати з температурою кипіння;

г) забезпечення надійного видалення з окремих корпусів випарної установки аміачних газів і конденсату пари;

д) відбір екстрапари з окремих корпусів повинен забезпечити підігрів проміжних продуктів цукрового виробництва до необхідних температур.

До випарних апаратів незалежно від їх конструкції пред'являються наступні вимоги: максимальна інтенсивність теплообміну; мінімальні температурні втрати; мінімальна питома витрата металу на одиницю поверхні нагріву; простота конструкції, зручність експлуатації і ремонту; можливість розміщення в одному апараті великої поверхні нагріву; хороший розподіл гріючої пари в міжтрубному просторі парової камери; безперервне і надійне видалення утворюється в паровій камері конденсату; надійне уловлювання крапель продукту, що відносяться вторинною парою; повне видалення аміачних газів, що знижують коефіцієнт теплопередачі з боку пари, що конденсується; можливість у разі потреби забезпечити чищення поверхні нагріву, не припиняючи роботи випарної установки.

Одержаний після згущування соку сироп поступає на уварювання, тобто на додаткове випаровування води. При цьому виходить так званий утфель. Процес ведеться у вакуум-апаратах періодичної і безперервної дії. Оптимальна конструкція вакуум-апарата ще не визначена, і цим пояснюється різноманіття конструктивних форм вакуум-апаратів.

Випарні установки і випарні апарати

Центральне місце в тепловій схемі бурякоцукрового заводу по значенню виконуваних функцій, складнощі і вартості займає випарна установка, що складається з окремих випарних апаратів (корпусів).

Сік поступає в I корпус, а потім послідовно переходить в подальші корпуси; з концентратора видаляється згущений сироп.

Свіжа пара поступає тільки в I корпус випарної установки. II корпус обігривається соковою парою I корпусу, III - соковою парою II корпусу і т.д.

З останнього корпусу сокова пара поступає на конденсатор.

Для багатократного використання тепла на випарній установці необхідно, щоб температура кипіння соку знижувалась від I корпусу до останнього, що забезпечується різним тиском в надсоковому просторі апаратів. Кожний корпус випарної установки представляє собою самостійну ступінь випаровування.

Число ступенів випарної установки слід вибрати на підставі техніко-економічного розрахунку, в якому враховуються складові як капітальних витрат, так і експлуатаційних витрат. Збільшення числа ступенів випарної установки приводить, з одного боку, до зменшення витрати гріючої пари, що спричиняє за собою зменшення експлуатаційних витрат, з другого боку - до збільшення сумарної поверхні нагріву випарних апаратів, що приводить до збільшення капітальних витрат.

На вибір числа ступенів також істотний вплив має температурний режим випарної установки. Річ у тому, що температура кипіння соку в I корпусі випарної установки (щоб уникнути розкладання цукру) повинна бути не більше 125...126 °С, а в останньому корпусі - не менше 60 °С (обумовлюється межами розрідження в конденсаторі). Отже, загальна різниця температур складає 65...66 °С. Якщо цю різницю температур розподілити між великою кількістю ступенів випарної установки, то корисна різниця температур в кожному корпусі буде невеликою і ефект роботи

кожного корпусу буде малий (особливо це відноситься до останнього корпусу, в якому випаровується густий сироп). Враховуючи, що корисна різниця температур в кожному корпусі повинна бути не менше 6...8 °С, установка для випаровування під розрідженням повинна мати не більше п'яти, а під тиском - не більше три корпусів.

Чотирьокорпусна випарна установка з концентратором (рис.1.1.), що працює при тиску пари нижче атмосферного (0,0775...0,0705 МПа),

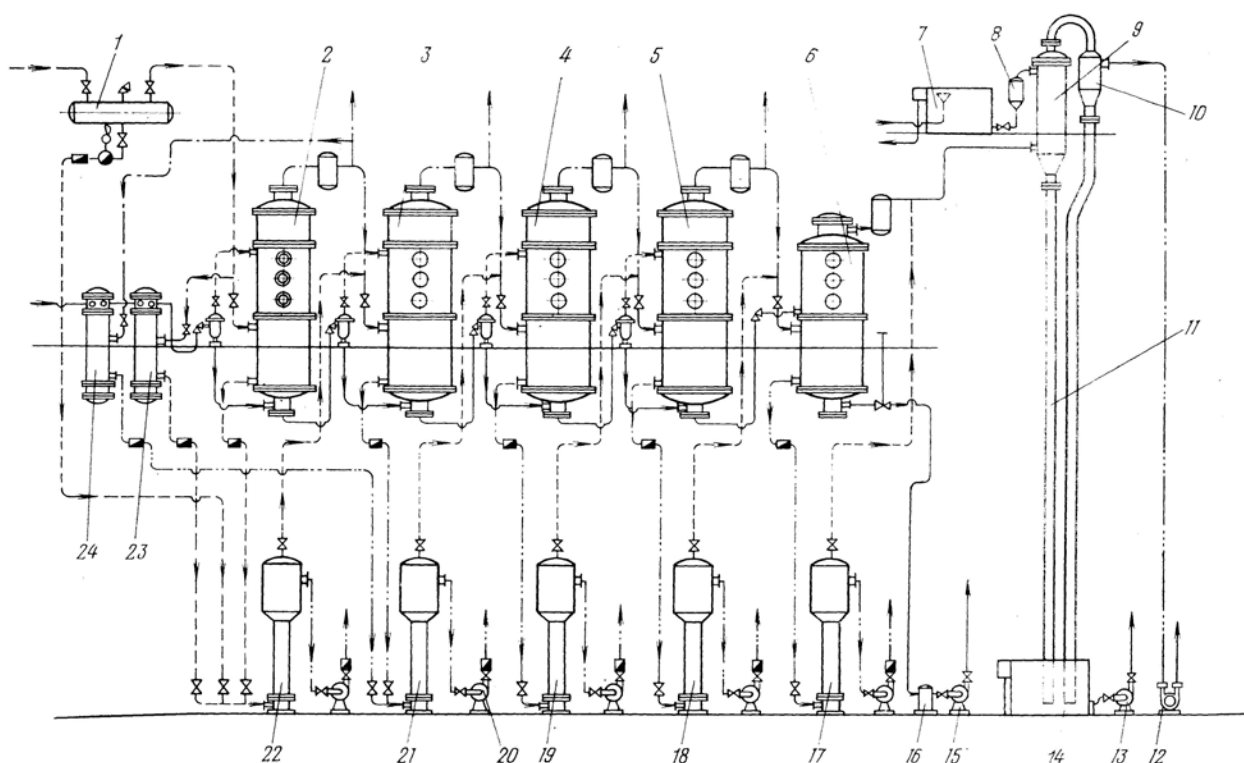


Рис.1.1. Схема чотирьохкорпусної випарної установки з концентратором:

1-збірка ретурного пари; 2, 3, 4, 5 - випарні апарати; 6 - концентратор; 7-збірка холодної води; 8 - зрівняльна судина; 9 - конденсатор; 10, 16- пастки; 11 - труба барометрична; 12 - насос повітряний; 13 - насос барометричної води; 14 - збірка барометричної води; 15 - насос густого сиропу; 17, 18, 19, 21, 22 - гідроколонки; 20- насос; 23 - друга група підігрівачів; 24 - перша група підігрівачів

відрізняється підвищеною стійкістю в експлуатації і високою тепловою економічністю завдяки великій кратності використання її вторинної пари. Ця випарна установка в даний час є типовою.

З випарних апаратів в цукровій промисловості знайшли широке розповсюдження апарати з трубчастою поверхнею нагріву і паровим обігрівом, в яких відбувається природна багатократна циркуляція випаровуваного продукту (апарати типів ВАГ, ЦИНС і ВЦ). Окрім апаратів з багатократною циркуляцією соку застосовуються прямоточно-плівкові випарні апарати.

Будь-який випарний апарат складається з теплообмінника - гріючої камери, об'єму, в якому відбувається виділення з розчину вторинної пари - парового простору, або, як його ще називають, надсокового простору і пристрої для відділення крапель, що відносяться вторинною парою - сепаратора.

Одним із самих давніх і використовуваних дотепер є випарний апарат з убудованою гріючою камерою і розміщеною в ній центральною циркуляційною трубою (рис. 1.2 а).

Гріюча камера 1 складається із корпусу і пучка вертикальних кип'ятильних труб діаметром 25,2, 38,2 або 57,3 мм і довжиною 2000-4000 мм, закріплених у трубних решітках. По центру камери розміщена циркуляційна труба 4, площа поперечного перерізу якої становить більше половини площі загального поперечного перерізу кип'ятильних трубок. Циркуляційна труба виготовляється зі стандартних труб діаметром 150...1200 мм. Над гріючою камерою змонтована сепараційна камера 2, призначена для відділення вторинної пари від киплячого розчину, а також для відділення крапель і бризок розчину із сокової пари, що відводиться. Бризковідділювач 3 виконується у вигляді камери інерційного типу або у вигляді краплевідділювача циклонного типу.

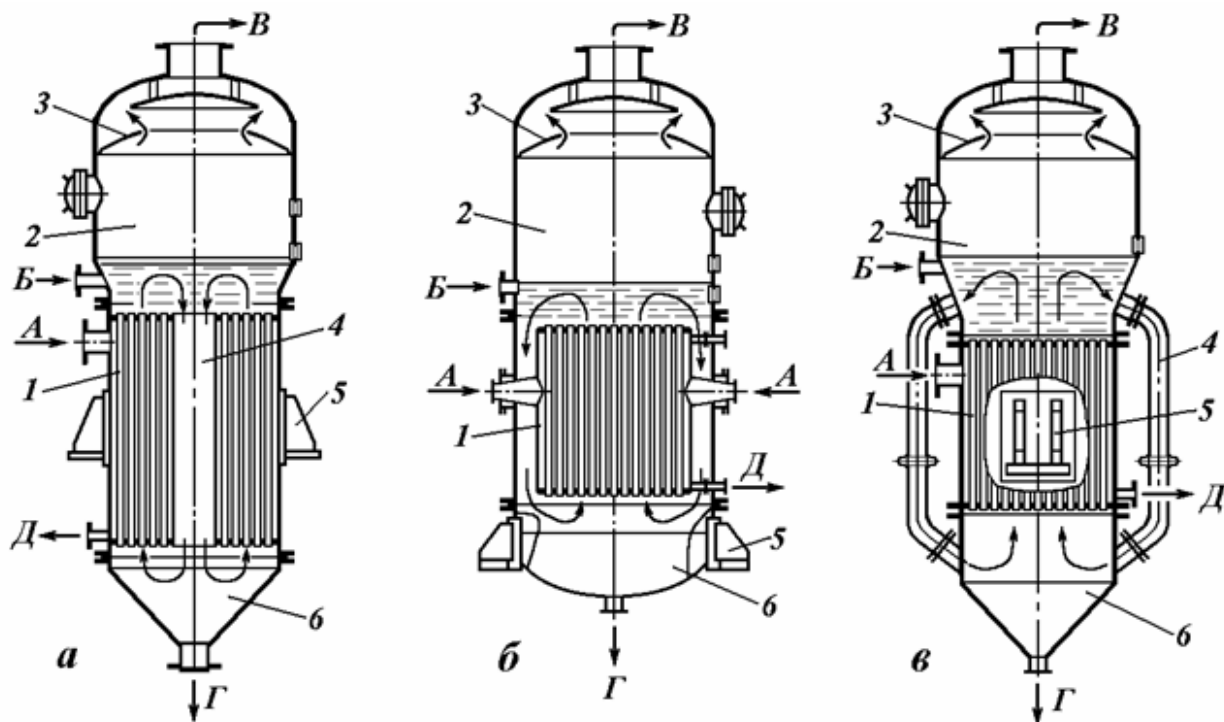


Рис. 1.2. Конструктивні схеми випарних апаратів із природною циркуляцією розчину і співвісно вбудованою гріючою камерою:

а - із центральною циркуляційною трубою; **б** - із підвісною гріючою камерою; **в** - із винесеними циркуляційними трубами; (потоки: **А** - подача гріючої пари; **Б** - подача вихідного розчину; **В** - відведення вторинної пари; **Г** - відведення випареного розчину; **Д** - вихід конденсату; 1 - гріюча камера; 2 - сепаратор; 3 - бризковідділювач; 4 - циркуляційна труба; 5 - лапа-опора; 6 - днище

Гріюча пара подається в міжтрубний простір гріючої камери та конденсується в ній, під впливом виділеної теплоти конденсації розчин, що перебуває в трубках, нагрівається та закипає, парорідинна емульсія, яка утворилася в трубках, піднімається вгору і надходить у нижню розчинну частину сепараційної камери.

Після відділення сокової пари і підвищення концентрації розчину густина його трохи збільшується, що сприяє опусканню розчину по центральній циркуляційній трубці в простір під нижню трубну решітку. При

нагріванні розчину в трубках за рахунок піднімальної сили відбувається втягування його в кип'ятільні труби.

Таким чином, виникає природна циркуляція розчину в напрямку від кип'ятільних труб до центральної труби вгорі апарата і по центральній трубці зверху вниз, а потім знизу від центра апарата до кип'ятільних труб та по кип'ятільних трубках знизу вгору.

В апаратах великої продуктивності встановлюють кілька циркуляційних труб (від 2 до 6) і розміщують їх по периферії гріючої камери. Кратність циркуляції розчину (відношення об'ємної витрати розчину через перетин кип'ятільних труб до об'ємної витрати вихідного розчину) в апаратах із природною циркуляцією становить 20...30, для підвищення кратності циркуляції в центральній опускній трубці може бути вмонтована пропелерна мішалка.

Для збільшення кратності циркуляції розчину і підвищення коефіцієнта теплопередачі від гріючої пари до киплячого розчину були створені випарні апарати з підвісною гріючою камерою (див. рис. 1.2, б), розміщеної у центрі апарата з кільцевим зазором між корпусом і зовнішньою стінкою гріючої камери. Поперечний перетин кільцевого простору звичайно близький до загального перетину кип'ятільних труб. Циркуляція розчину в таких апаратах збільшується як у результаті зменшення теплоприпливу від стінок гріючої камери, так і за рахунок додаткового охолодження розчину в кільцевому просторі, при цьому збільшується різниця густин розчину в кільцевому перетині та у гріючих трубках. Напрямок циркуляції розчину в таких апаратах відбувається від центра апарата до периферії. Гріюча камера у таких апаратах може вийматися для чищення та ремонту.

Ще більша кратність циркуляції розчину досягається в апаратах із природною циркуляцією і винесеними циркуляційними трубками, що взагалі не обігріваються (див. рис. 1.2 в). У таких апаратах підвищується швидкість руху розчину в кип'ятільних трубках до 1,5 м/с, що помітно збільшує

інтенсивність випаровування води, кратність циркуляції розчину підвищується до 50...80. Звичайно число циркуляційних труб становить 2...4, сумарний перетин циркуляційних труб близький до загальної площі поперечного перетину кип'ятильних труб.

Конструкції деяких типів сучасних випарних апаратів із природною циркуляцією розчину наведені на рис. 1.3, 1.4.

Особливостями апаратів із природною циркуляцією розчину є застосування гріючих камер з довгими кип'ятильними трубками (від 3000 до 7000 мм), збільшення швидкості руху парорідинної емульсії в кип'ятильних трубках до 1,5 м/с, застосування винесеної зони кипіння розчину, використання камери солевідділення при випарюванні розчинів, що кристалізуються.

Випарний апарат з гріючою камерою 1, співвісно з'єднаною із сепараційною камерою 2 і винесеною циркуляційною трубою 5 (див. рис. 1.3 а) в основному застосовують для випарювання сольових розчинів, що не кристалізуються. Вихідний розчин подається в циркуляційну трубу 5, зміщується із циркулюючим розчином, опускається вниз та надходить у гріючі трубки. У верхній частині труб розчин закипає, сокова пара, що виділилась, відводиться через бризкоуловлювач 3, випарений розчин виводиться із сепаратора через патрубок Г.

Для посилення циркуляції розчину, зменшення можливості інкрустації труб над верхньою трубною решіткою встановлюють трубу закипання (див. рис. 1.3, б). Внаслідок високої кратності циркуляції концентрація випареного розчину і суміші вихідного розчину із циркулюючим майже не відрізняються, тому випарений розчин відводиться із нижньої частини сепаратора. В апаратах такого типу використовують трубки внутрішнім діаметром 21 та 32 мм, номінальна поверхня теплопередачі становить 250...630 м².

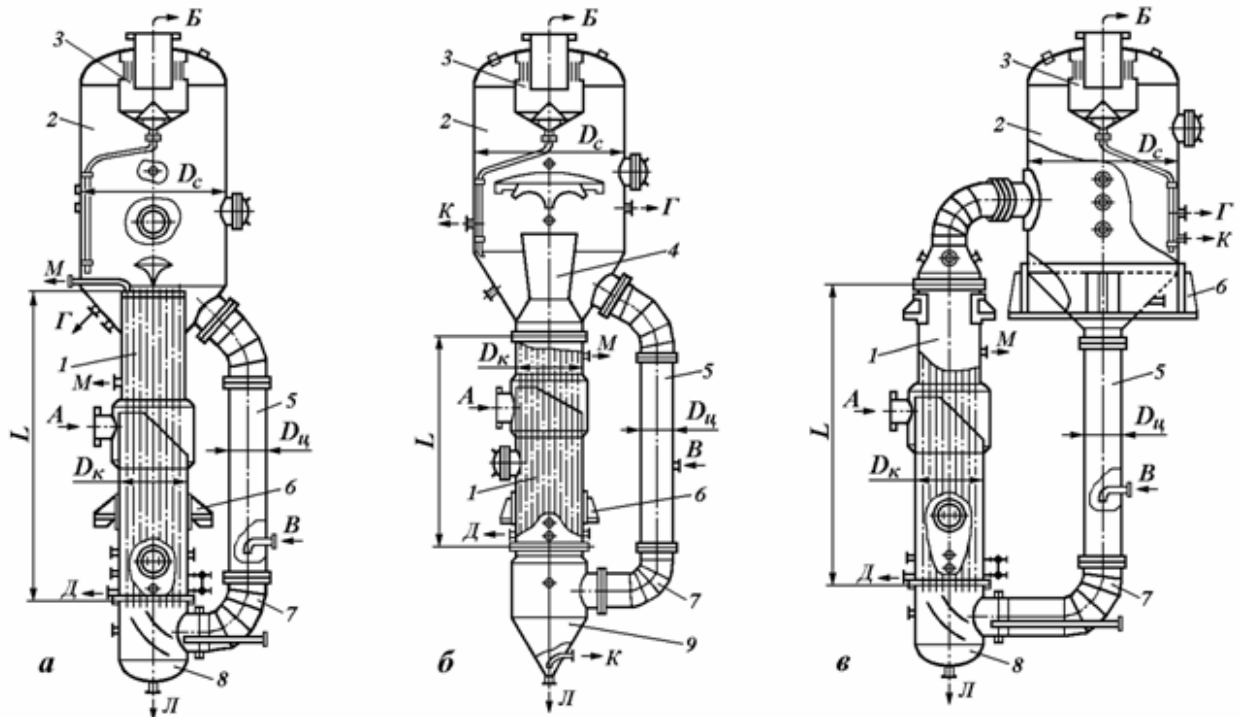


Рис. 1.3 - Сучасні конструкції випарних апаратів із природною циркуляцією розчину:

a - із співвісною гріючою камерою і кипінням розчину в трубах; *б* - із винесеною зоною кипіння і соковідділенням; *в* - із винесеною гріючою камерою. Потoki: *A* - вхід гріючої пари; *Б* - вихід вторинної пари; *В* - вхід розчину; *Г* - вихід випареного розчину; *Д* - вихід конденсату; *К* - відбирання проб; *Л* - зливання розчину; *М* - здування газів, що не конденсуються; *1* - гріюча камера; *2* - сепараційна камера; *3* - бризкоуловлювач; *4* - труба закипання; *5* - труба циркуляційна; *6* - опора; *7* - коліно; *8* - камера нижня поворотна; *9* - камера соковідділення

Випарні апарати з винесеною гріючою камерою і співвісно розташованою циркуляційною трубою (див. рис. 1.3, *в*) забезпечують високі експлуатаційні показники, крім того, гріючі камери тут більш доступні для чищення і ремонту. Тангенціальне введення парорідинної суміші в сепаратор полегшує відділення сокової пари від крапель розчину. Поверхня теплообміну гріючої камери у таких випарних апаратах становить 25...800 м².

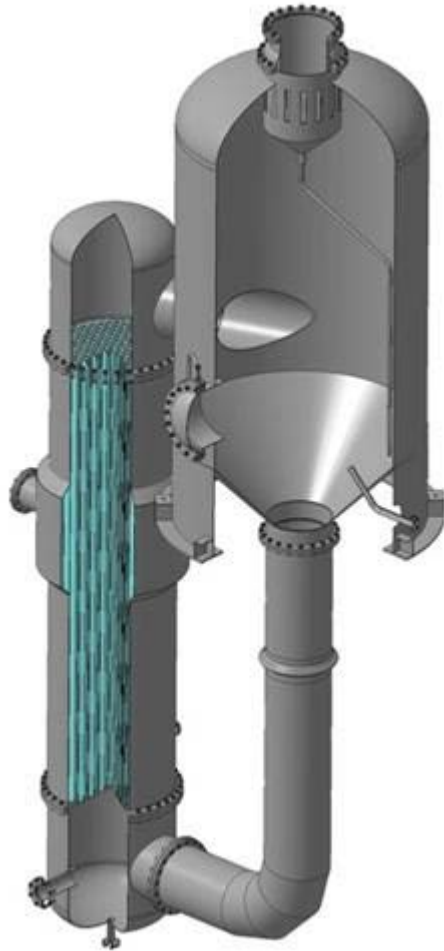


Рис. 1.4 - Випарний апарат з винесеною гріючою камерою та природною циркуляцією

Перспективними є випарні апарати із примусовою циркуляцією розчину. В основному такі апарати використовують при випарюванні в'язких розчинів та розчинів, що кристалізуються. Розчин, що випарюється, рухається в трубах гріючої камери з високою швидкістю (2-3 м/с), що забезпечує високі коефіцієнти тепловіддачі між стінкою і розчином (на рівні 2500...5000 Вт/(м²·К)), практично виключає інкрустацію і солевідкладення на внутрішній поверхні труб, дозволяє вести процес випарювання при меншій різниці температур між паром, що конденсується, і розчином (в інтервалі 5...7 С).

Для організації примусової циркуляції розчину використовують убудовані в апараті мішалки або винесені за межі апарата циркуляційні осьові насоси великої продуктивності (в інтервалі 600-9000 м³/г) з малим напором (3,5-6 м вод. ст.).

На рис.1.5 та рис.1.6 наведені деякі типи випарних апаратів із примусовою циркуляцією розчину.

В апаратах із примусовою циркуляцією розчину кратність циркуляції становить 150...250, внаслідок цього розчин у кип'ятільних трубках перегрівається всього на 3...5°C, закипання розчину в трубках не відбувається, тож у результаті паровміст розчину невеликий. Кипіння розчину відбувається у винесеній зоні, утвореній за рахунок установки труби закипання над гріючою камерою. Об'ємна напруга парового простору сепараційної камери в апаратах, що працюють при тиску 0,02...0,12 МПа, звичайно становить 3000...4000 м³/(м³·г), а при випарюванні концентрованих розчинів її зменшують до 1600 м³/(м³·г).

Основними недоліками таких випарних апаратів є додаткова витрата енергії на роботу циркуляційного насоса, а також додаткові витрати праці на обслуговування ущільнювальних сальників насосів, що працюють у тяжких умовах.

Випарний апарат із співвісно підвішеною гріючою камерою, винесеною трубою закипання та соковідділенням (рис. 1.5 а) використовують для випарювання розчинів, що можуть кристалізуватися, та він дозволяє частково просвітлити циркулюючу суспензію, відокремлюючи у конічній частині солевідділювача частину кристалів, що утворюються та циркулюють. Зменшення масової частки циркулюючих у розчині кристалів дозволяє знизити солевідкладення в нагрівальних трубках і збільшити міжпромивний пробіг апарата до 30 діб.

В апаратах із співвісною гріючою камерою і винесеною зоною кипіння (рис.1.5, а, б) встановлюють гріючі камери з поверхнею теплообміну

25-1250 м² і 25-3150 м² (для апаратів типу рис. 1.5, б) при довжині кип'ятильних труб в інтервалі 4-9 м.

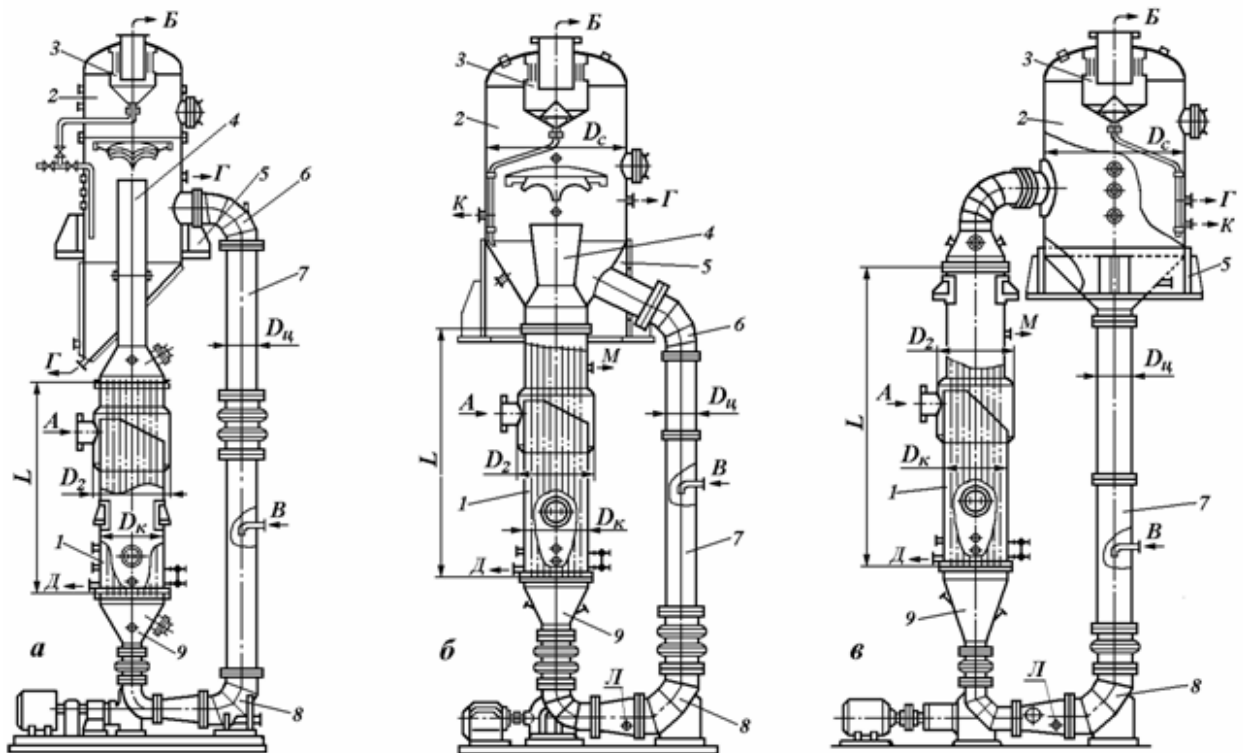


Рис. 1.5. Сучасні конструкції випарних апаратів із примусовою циркуляцією розчину:

а - тип III, виконання 1 - із співвісною гріючою камерою і соковідділенням; **б** - тип III, виконання 2 - із співвісною гріючою камерою і винесеною зоною кипіння; **в** - тип IV - із винесеною гріючою камерою і винесеною зоною кипіння. Потoki: **A** - подача гріючої пари; **B** - вихід вторинної пари; **B** - подача розчину; **G** - відведення розчину; **D** - вихід конденсату; **K** - відбирання проб; **L** - зливання розчину при спорожненні апарата; **M** - здування газів, що не конденсуються; 1 - гріюча камера; 2 - сепараційна камера; 3 - бризкоуловлювач; 4 - труба закипання; 5 - опора; 6 - коліно; 7 - труба циркуляційна; 8 - насос циркуляційний; 9 - камера нижня

Випарні апарати з винесеною гріючою камерою і винесеною зоною кипіння (див. рис. 1.5 в) зручні в експлуатації внаслідок більшої доступності гріючої камери для ремонту і очищення трубок. Крім того, при тангенціальному введенні розчину в сепараційну камеру відбуваються більш повне відділення сокової пари і зменшення бризковинесення в паровий простір. У таких апаратах застосовують гріючі камери з довжиною труб 4...7м і загальною поверхнею теплопередачі від 25 до 1250 м².

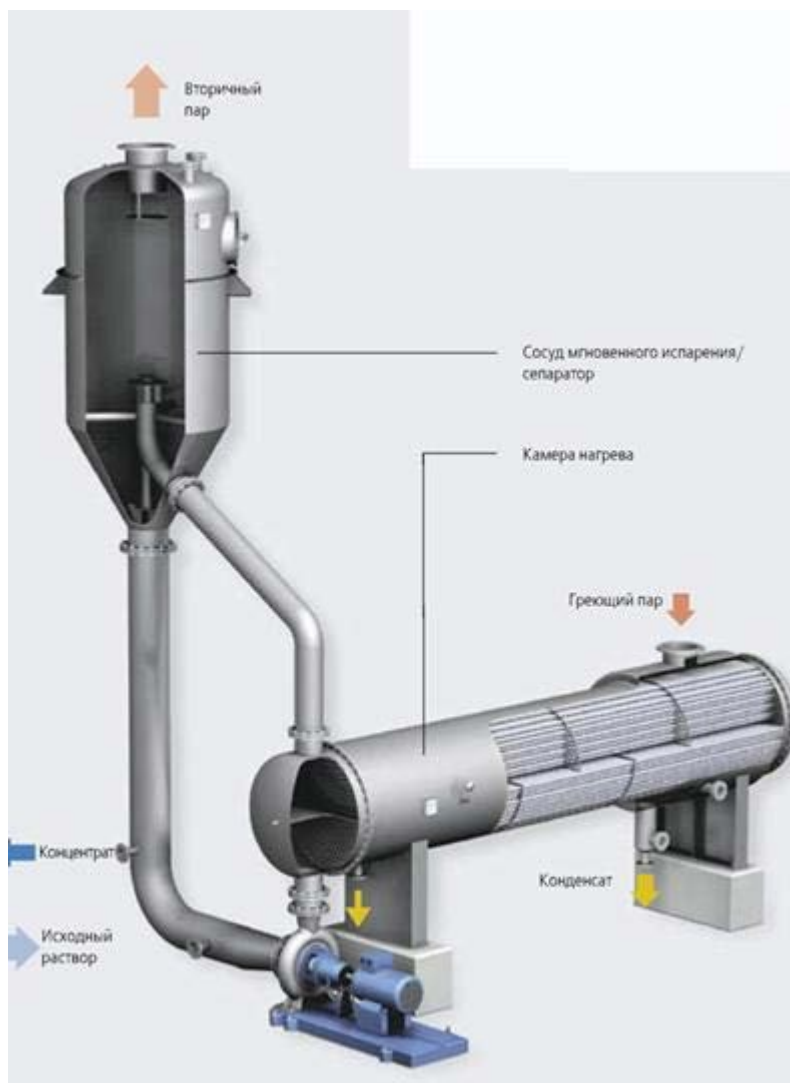


Рис. 1.6. Випарний апарат з винесеною гріючою камерою та примусовою циркуляцією

Об'ємна напруга парового простору сепараційної камери в апаратах, що працюють при тиску 0,02...0,12 МПа, звичайно становить 3000 - 4000

мЗ/(мЗ·г), а при випарюванні концентрованих розчинів її зменшують до 1600 мЗ/(мЗ·г). Основними недоліками таких випарних апаратів є додаткова витрата енергії на роботу циркуляційного насоса, а також додаткові витрати праці на обслуговування ущільнювальних сальників насосів, що працюють у тяжких умовах.

Плівкові прямоточні апарати

Інтенсифікація процесів випаровування пов'язана із скороченням часу теплової обробки випаровуваного розчину при певних температурних режимах і збереженням його якості. Найбільш перспективні в цьому відношенні тонкоплівкові випарні апарати, що дозволяють значно скоротити тривалість випаровування.

Плівковий прямоточний апарат системи МТІППа представлений на (рис. 1.7). Апарат складається з сокової, гріючої і сиропної камер. Гріюча камера є циліндровим корпусом 77, в трубні грати 14 і 21 якого увальцовані кип'ятильні трубки 4 завдовжки 7000 мм і діаметром 30/33 мм.

Пара в гріючу камеру підводиться через штуцера 5, розташовані по висоті камери на певній відстані. Конденсат відводиться за допомогою труб 3. Гази, що не конденсуються, віддаляються з верхньої частини парової камери.

Сокова камера призначена для прийому соку, розподіли його по кип'ятильних трубках і видалення з апарату вторинної пари.

Сік в камеру поступає по штуцеру 7, вторинна пара віддаляється через штуцер 13, а для розподілу соку по кип'ятильних трубках застосовується насадка 5. Насадка встановлюється у верхній частині кожної трубки. Під дією гідростатичного тиску стовпа рідини, що знаходиться в приймачі соку сокової камери, рідина поступає по спіральних канавках 23 кільцеві розподільники всередину кип'ятильних трубок. Спіральні канавки розподіляють сік по всьому периметру трубки у вигляді стійкої плівки, яка

під дією сили тяжкості стікає вниз.

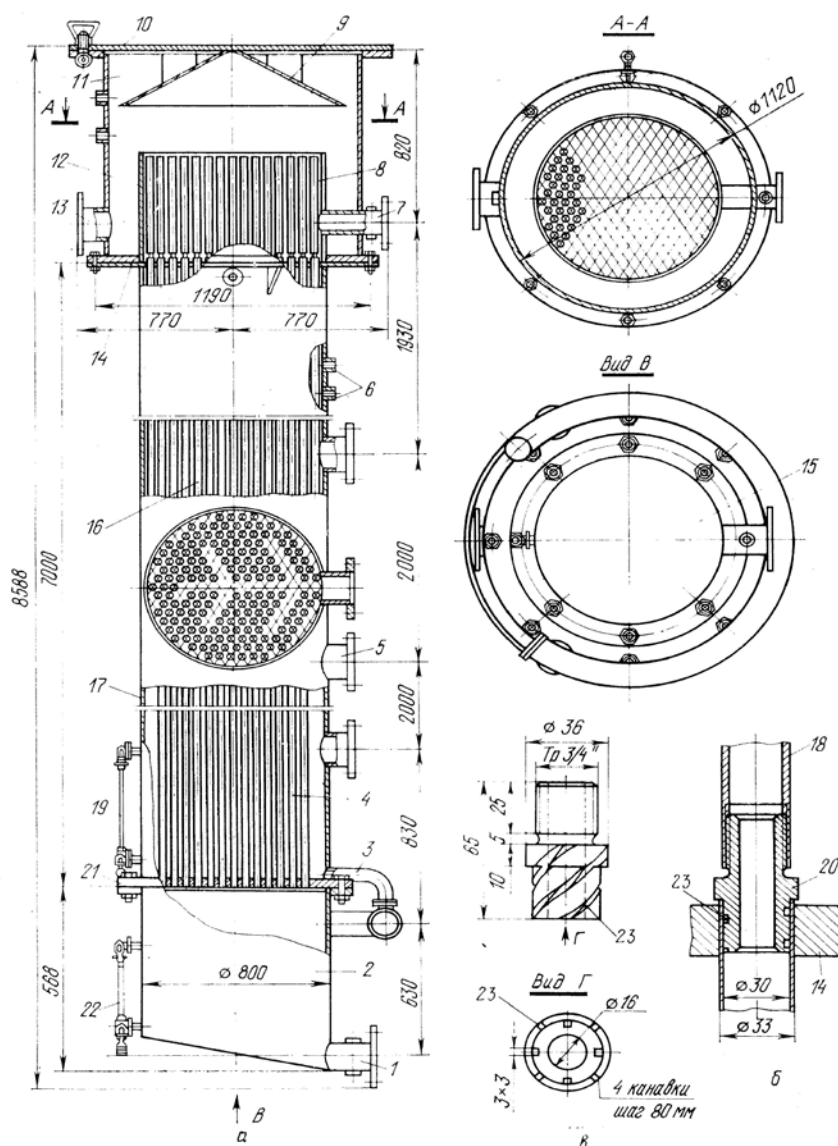


Рис. 1.7. Плівковий прямоточний апарат системи М Т І П П а.

a - загальний вид апарату; **б** - установка насадки; **в** - насадка; 1 - штуцер для відведення сиропу; 2 - камера сиропна; 3 - труба для відведення конденсату; 4 - трубки кип'ятильні; 5 - штуцера для підведення пари; 6 - штуцера для приладів; 7 - штуцер для підведення соку; 8 - насадка; 9 - відбійна парасолька; 10 - кришка; 11 - камера для соку; 12 - приймач соку; 13 - штуцер для відведення вторинної пари; 14, 21 - грати трубні; 15 - днище; 16 - камера грюоча; 17 - корпус; 18 - труба; 19, 22 - стекла вказівні; 20 - розподільник кільцевий; 23 - канавки.

Інтенсивність зрошування внутрішньої поверхні кип'ятильних трубок залежить від висоти шару рідини в приймачі соку сокової камери, кількості і розмірів канавок в кільцевому розподільнику і фізичних властивостей рідини. Таким чином, інтенсивність зрошування піддається регулюванню в широких межах, що дозволяє управляти процесом випаровування.

Процес випаровування відбувається в тонкій плівці завтовшки 2...3 мм. Пар, що утворюється в товщі плівки, прориває її і потрапляє в паровий потік кип'ятильної трубки. Пара з кип'ятильних трубок через трубки насадок поступає у верхню частину сокової камери, де зустрічається з відбійним щитком, міняє напрям і відводиться через штуцер 13 з апарату. Оскільки сокова пара проходить по центральній частині кип'ятильних трубок, де немає емульсії соку, то він не захоплює крапель соку, такі апарати не потребують великого надсокового простору. Проте відведення вторинної пари з верхньої частини паровідводних труб недоцільне, оскільки стікаюча по внутрішній поверхні плівка продукту випробовує опір вторинної пари. Коли підпір його стає рівним натиску, створюваному соком в камері, трубки зрошуються нерівномірно і спостерігається значне віднесення соку. Вказані явища виникають навіть при перепадах корисної різниці температур 2...3 °С.

На рис.1.8, *a* представлена схема плівкового прямоточного випарного апарату ВАПП, розробленого НВО «Цукор».

Принцип дії апарату полягає в наступному. Сік, підігрітий до температури кипіння, поступає в приймальну камеру 7, потім в трубки 6, де закипає, і разом з парою, що утворилася, рухається вгору. Пройшовши сепаруючий пристрій, де від соку відділяється пара, сік далі через розподільний пристрій 13 поступає в трубки 5 плівкової частини апарату і у вигляді тонкої плівки стікає по їх внутрішній поверхні.

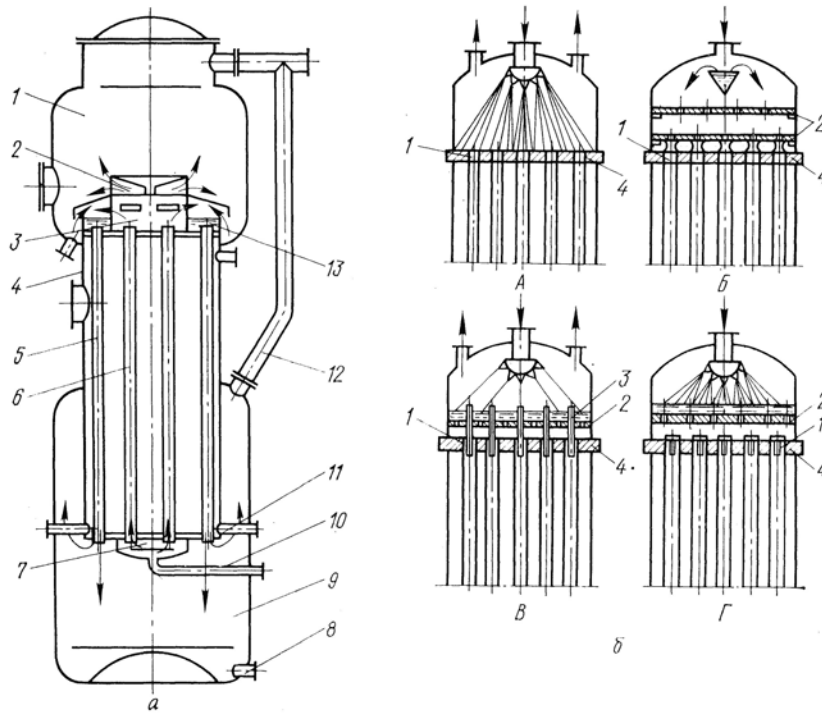


Рис. 1.8. Плівковий прямоточний випарний апарат В А П П:

а - схема апарату (1, 9 - верхній і нижній сепаратори вторинної пари; 2 – сепаруючий пристрій; 3 - надставка; 4 - гріюча камера; 5 - кип'ятильні трубки опускної плівкової частини; 6 - кип'ятильні трубки; 7 – приймальна камера; 8 - штуцер відведення згущуючого соку; 10 - труба підведення соку; 11 - труба відведення конденсату; 12 - система труб для видалення вторинної пари; 13 – розподільний пристрій; **б** - схеми зрошувальних пристроїв випарних апаратів; **А** - зрошування за принципом кільцевого водозливу; **Б** - кільцевий водозлив з розподільними дисками; **В** - кільцевий водозлив з розподільними дисками і циліндровими вставками; **Г** - зрошування за наявності стовпа рідини на розподільному диску і трубних ґратах (1- кільцевий водозлив; 2 - розподільні диски; 3 - циліндрові вставки; 4 - трубні ґрати).

Пара разом із згущеним соком, що утворилася, поступає в нижнього сепаратора 9. Вторинна пара але системі труб 12 з обох сепараторів відводиться в наступний корпус.

Випробування апарату даної конструкції показало, що апарат

відповідає технологічним і теплотехнічним вимогам, що пред'являються до випарних апаратів, і має кращі показники, ніж що досягаються в типових апаратах з природною циркуляцією. Час перебування соку в тонкоплівковому апараті значно менше ніж в типових. Апарат може ефективно працювати при малій корисній різниці температур. Відсутні втрати корисної різниці температур від гідростатичного тиску унаслідок вільного стікання плівки випаровуваного розчину. Малий об'єм соку, що знаходиться в апараті, набагато спрощує автоматизацію.

Експлуатація плівкових випарних апаратів в харчовій промисловості показала, що їх стійка робота залежить від рівномірності зрошування теплообмінної поверхні кип'ятильних трубок. На (рис. 1.8, б) представлені схеми зрошувальних пристроїв з кільцевим водозливом різної конфігурації.

Аналіз роботи зрошувальних пристроїв *A* і *B*, які застосовуються в апаратах закордонних конструкцій, показав, що ці пристрої не забезпечують рівномірного зрошування теплообмінної поверхні апаратів. В окремих випадках нерівномірність зрошування досягає 20...40 %.

Сепаруючі пристрої випарних апаратів

Для відділення крапель продукту від вторинної пари, що йде з випарного апарату, застосовуються сепаратори різних конструкцій. Різноманіття конструкцій пояснюється прагненням до досягнення можливо повної сепарації пари при мінімальних розмірах сепаратора і найпростішої конструкції його.

Сепаруючі пристрої встановлюються в паровому просторі випарних апаратів. Розміри надсокового простору апарату повинні забезпечувати достатньо повне відділення вторинної пари від крапельок упарюваного розчину, щоб уникнути втрат розчину, з одного боку, і забруднення конденсату подальшого корпусу - з іншого.

Основними чинниками зволоження вторинної пари є властивості випаровуваних розчинів (зокрема, їх поверхневе натягнення), висота

надсокового простору, величина дзеркала випаровування і робочий тиск, оскільки від них залежить швидкість вторинної пари.

Досліди показують, що при постійній висоті надсокового простору різке зволоження вторинної пари настає у момент досягнення деякої граничної паропродуктивності, віднесеної до одиниці об'єму надсокового простору і званої напругою надсокового простору.

Ті, що відірвалися від поверхні рідини краплі летять з різною початковою швидкістю. Великі краплі, що володіють великою масою, можуть за рахунок початкової кінетичної енергії піднятися відносно високо навіть в нерухомій парі, а дуже дрібні краплі втрачають свою енергію на вельми невеликому шляху. Рух крапель рідини за рахунок їх початкової кінетичної енергії є причиною віднесення при дуже малій нарузі надсокового простору, коли підйомною швидкістю пари можна нехтувати.

З підвищенням паропродуктивності апарату збільшуються підйомна швидкість пари і віднесення крапель рідини. Чим менше діаметр крапель і чим більша підйомна швидкість і щільність пари, тим більша висота підйому краплі за рахунок взаємодії парового потоку. Якщо швидкість пари на вході в сепаратора значно перевищує середню підйомну швидкість пари в надсоковому просторі апарату, то віднесення крапель вторинною парою зростає.

До всіх сепараторів, встановлених в надсоковому просторі апаратів, а також і за ним, пред'являються наступні вимоги:

1. Хороше видалення крапель продукту;
2. Малий гідравлічний опір, а отже, невеликі температурні втрати;
3. Хороше відведення відокремленої рідини;
4. Малі габарити, невелика витрата матеріалу і дешевизна конструкції.

Всіх існуючих сепараторів за принципом дії можна розділити на три основні типи: інерційні, поверхневі і відцентрові. Часто ці способи дії на парорідинну емульсію використовуються спільно при найрізноманітнішому

поєднанні.

На рис. 1.9 представлена модель сепаратора поверхневого типу. Пристрій сепаратора видно на малюнку. У просторі між перфорованими циліндрами 5 і 6 знаходяться кільця Рашіга - насадка.

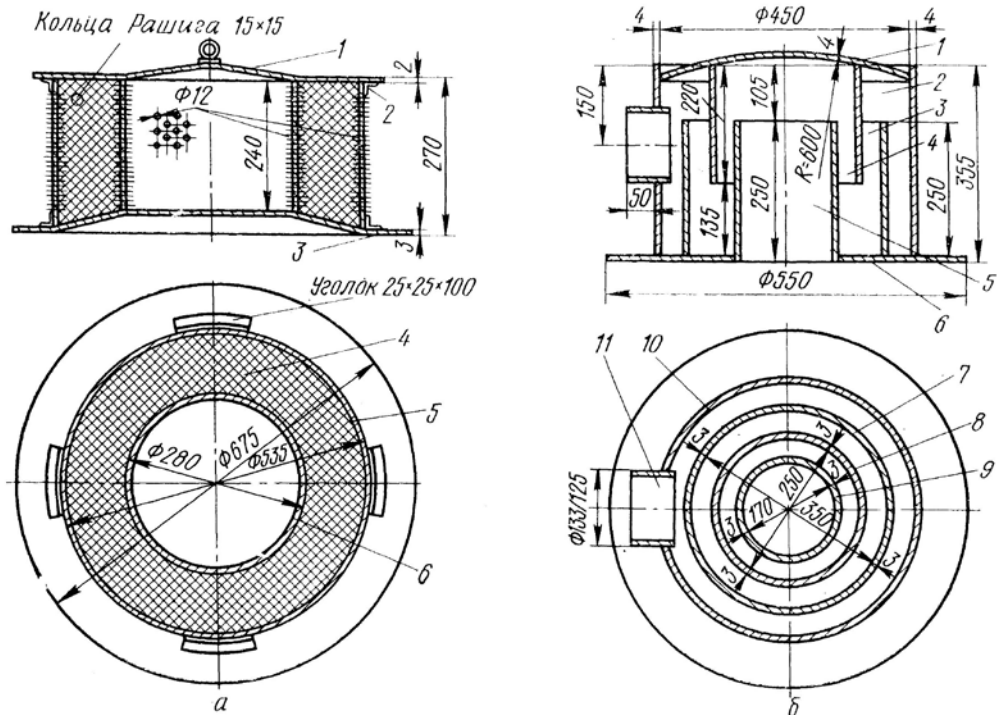


Рис. 1.9. Сепаруючі пристрої випарних апаратів.

а - модель сепаратора поверхневого типу (1 - кришка; 2 – кутник 3- диск; 4 - кільця Рашіга; 5, 6 - перфоровані циліндри); **б** - модель сепаратора інерційного типу (1 - кришка; 2, 3, 4 - кільцеві проходи; 5 - внутрішня порожнина; 6 - днище; 7, 8, 9 - обичайки; 10 - конус; 11- патрубок

Принцип дії сепаратора полягає в наступному. Вторинна пара над сокового простору апарату поступає в центральний простір сепаратора із швидкістю 1...2,5 м/с і потім через насадку іде з апарату. Під час проходження через насадку краплі прилипають до поверхні насадки і стікають з неї.

Розмір поверхні, на якій відбувається виділення рідини, повинен бути достатній для її прилипання. Величина поверхні залежить від вмісту крапель

рідини в парі, від в'язкості рідини і її поверхневого натягнення. Площу поверхні насадки необхідно брати з розрахунку $0,8 \dots 1,25 \text{ м}^2$ на 1000 м^3 проходячої пари в годину.

На рис. 1.5, б зображена модель сепаратора інерційного типу. В сепараторах цього типу напрям руху і швидкість вторинної пари раптово міняються. При вході пари в таких сепараторів швидкість його не повинна перевищувати середньої швидкості пари в надсоковому просторі апарату більш ніж в $10 \dots 12$ разів. При виході з апарату швидкість пари повинна знаходитися в межах $8 \dots 15 \text{ м/с}$.

Існують і інші конструкції сепараторів, наприклад комбіновані, в яких поєднується принцип роботи поверхневих і інерційних сепараторів.

Незалежно від конструкції сепаратори окрім забезпечення хорошого очищення пари повинні мати невеликий опір проходженню пари. Проте при виборі типу сепаратора це положення не завжди береться до уваги. Про роботу сепаратора судять в першу чергу по ефективності очищення вторинної пари від крапель випаровуваного розчину і не завжди беруть до уваги ту обставину, що підвищений опір сепаратора значно знижує корисну різницю температур на випарній станції. Сепаратори відцентрового типу застосовуються дуже рідко, оскільки мають за одних і тих же умов великий гідравлічний опір.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Бурякоцукрова галузь – історично стратегічно важлива галузь харчової промисловості України. Цукор є готовим продуктом цього агропромислового комплексу. Основними задачами галузі є: збільшення обсягів виробництва, впровадження нових сучасних технологій, механізація і автоматизація ручної праці, покращення якості готової продукції та підвищення екологічності обладнання.

Екологічний стан в Україні досить складний, сьогодні ці проблеми практично не вирішуються. Тому вирішення цих задач в харчовій промисловості і зокрема на цукрових заводах - є першим кроком для поліпшення екологічного стану. Задачею інженерів-конструкторів є створення такого нового обладнання, яке б при зменшених газо-, паро- та енерговитратах мало б мінімальні скиди та викиди речовин; застосовувати екологічно безпечні конструктивні матеріали.

Основним завданням при проектуванні технологічного обладнання для інженерів-конструкторів є забезпечення промисловості сучасним високотехнологічним обладнанням з високим енергоефективності.

Однопрохідні випарні апарати з гравітаційно-стікаючою плівкою відрізняються від своїх аналогів довжиною труб, по яких очищений сульфітований сік стікає донизу тонким шаром плівки, з якої випаровується вода, що сприяє покращенню техногічних показників сиропу.

У випарних апаратах плівкового типу за рахунок формування тонкого шару інтенсифікується процес видалення вологи, в результаті чого знижується його тривалість, що покращує техногічні показники сиропу, а саме знижується його кольоровість та підвищується вміст сухих речовин сиропу.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕО		18-1999.ДП.07.002 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Також, в однопрохідних випарних агрегатах передбачено повернення сиропу на додаткове випаровування, що значно збільшує вміст сухих речовин сиропу.

Тому, економічно доцільно збільшувати концентрацію сиропу після ВУ до 70...72% СР, оскільки кожний процент збільшення концентрації СР сиропу знижує витрати пари на 4,2 кг/т буряків.

Економічна ефективність від впровадження однопрохідних випарних апаратів підтверджується подальшими розрахунками, які наведені в розділі 11.

Модернізація прямотечійно-плівкового випарного апарату ТВП шляхом удосконалення конструкції дозволить інтенсифікувати процес видалення вологи, сприятиме покращенню роботи та енергоефективності цілого виробничого відділення, а отже, і всього цукрового заводу.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Одним із завдань цукрового виробництва є отримання високоякісного цукру в процесі кристалізації в вакуум-апаратах фільтрованого сульфатованого сиропу. В реальних умовах процес уварювання дифузійного соку залежить від багатьох впливових факторів, що мають як постійні, так і змінні характеристики. Для підвищення вмісту сухих речовин в продукті сік випаровують. Випаровування проводять з мінімальними витратами тепла та змінами соку.

Отримання дифузійного соку.

Мета даної технологічної операції – вилучення з бурякової стружки максимальної кількості цукрози. Для цього стружку обробляють протитоком у воді при температурі 70...75 °С, внаслідок такого впливу протоплазма (білок рослинних клітин) денатурує, практично вся цукроза та деяка частина розчинених нецукрів через стінки клітин переходять (дифундують) у воду. Суміш бурякового соку та води називають дифузійним соком. Тривалість дифундування становить 70...80 хвилин.

Дифузійний сік отримують у безперервно діючих протиточних дифузійних апаратах. Схематично процес можна представити таким чином: з одного кінця в апарат подається стружка, а з іншого – вода, які рухаються назустріч один одному. Процес дифузії закінчується тоді, коли концентрація цукру в стружці та у воді стає приблизно однаковою. Висолоджену стружку (жом) направляють на жомопреса. Віджатий жом з вологістю 13...14 % транспортують у жомосховище, а жомопресову воду направляють на дифузю з метою повернення у виробництво цукру після віджимання жому.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олшеський В	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зарчанський Б.Л	Назва, додаткова назва Характеристика вихідної сировини і готового продукту		18-1999.ДП.07.003 ПЗ			
	Документ затверджено Миронюк В.Г.			Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

Очищення дифузійного соку.

Дифузійний сік являє собою полікомпонентну систему, в якій міститься 16...17 % сухих речовин, з яких 14...15 % цукрози і 2 % – нецукрів (розчинні пектинові речовини та продукти їх розпаду, редукуючі цукри, амінокислоти, слабкі азотисті основи, солі органічних та неорганічних кислот).

Дефекація соку. Мета операції – нейтралізувати кисле середовище дифузійного соку, утворення щільного осаду і більш прозорого розчину. Обробку соку здійснюють у дві стадії. На першій стадії (переддефекації) відбувається:

- нейтралізація фосфорної, щавелевої, оксилімонної, лимонної, винної та інших кислот і їх осадження у вигляді нерозчинних солей кальцію;
- коагулювання білків, сапонінів та фарбувальних речовин дифузійного соку.

Тривалість переддефекації становить 4 хв., обробка ведеться при температурі 88...90 °С. Дифузійний сік обробляють вапном у вигляді вапняного молока $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

На основній стадії сік ще раз обробляють вапняним молоком (2,5 % до маси переробленого буряка). Температура 88...90 °С, тривалість 10 хвилин. При цьому відбувається створення надлишку вапна для першої сатурації.

Сатурація. Мета операції – осадження надлишку вапна вуглекислим газом. Сатурація проводиться в два етапи. Першу сатурацію проводять в протитоці при температурі 80...85 °С протягом 10 хвилин. На першому етапі все надлишкове вапно випадає в осад у вигляді CaCO_3 . Сік фільтрують.

Під час другої сатурації відбувається додаткове фізико-хімічне очищення соку внаслідок адсорбції на поверхні частинок CaCO_3 солей кальцію, поверхнево-активних речовин та інших нецукрів. Сік знову фільтрують. Другу сатурацію ведуть при температурі кипіння соку 101...102 °С протягом 10 хвилин.

Першу сатурацію проводять в одноступінчатих або двоступінчатих протиточних сатураторах.

Сатурація в два рівні дає можливість досягнути більш високого рівня очищення соку, отримати компактні агломеровані стійкі частинки осаду, як і добре відділяється відстоюванням або фільтруванням.

Для видалення осаду з соку першої сатурації його піддають або відстоюванню та фільтруванню згущеної частини соку, або згущенню суспензії в листових фільтрах, а потім фільтруванню її в вакуум-фільтрах.

Фільтрацією називають процес відділення рідини від зважених в ній частинок за допомогою пористих перегородок.

Сік другої сатурації в розчині містить невелику кількість карбонату калію та натрію, солей кальцію, цукрозу, а в осаді – CaCO_3 з адсорбованими нецукрами. Для його фільтрації застосовують листові фільтри, фільтри з відцентрованим вивантаженням осаду та дискові фільтри.

Сульфітація. Для знебарвлення забарвлюючих речовин, зменшення в'язкості та стерилізації соку його обробляють сірчистим газом (SO_2). Цю стадію називають сульфітацією. Газ, що подається, реагує з водою дифузійного соку з утворенням сірчистої кислоти H_2SO_3 , яка надалі:

- відновлює забарвлені речовини соку до безбарвних з'єднань (ефект знебарвлення соку);
- взаємодіє з карбонатом калію, який міститься в соку і має лужну реакцію з утворенням нейтрального сульфату калію; при цьому знижується лужність соку, що полегшує процес кристалізації цукрози, знижуючи її втрати з мелясою.

Сульфітацію проводять в рідинно-струменевих сільфітаторах. Сульфітатор складається з циліндричного корпусу, до якого зверху прикріплений сепаратор, призначений для відділення рідини від відпрацьованого газу. У камеру під тиском поступає сік (сироп) та

розхвилюється там, створюючи розрідження. Під дією цього розрідження в камеру засмоктується сульфітаційний газ та змішується з продуктом.

Згущення соку.

Для підвищення вмісту сухих речовин в продукті сік випаровують. Випаровування проводять з мінімальними витратами тепла та змінами соку. Внаслідок випаровування вміст сухих речовин в соку підвищується до 65 %.

Випаровування соку. Випаровування соку здійснюють у випарних установках з багаторазовим використанням пари. Випарні апарати працюють безперервно, тобто в них весь час поступає рідкий сік на випаровування та безперервно відводиться густий сік, який називають сиропом.

За важливістю функцій, що виконуються, випарна установка займає центральне місце в технологічній та тепловій схемах заводу.

При згущенні соку випаровуванням частина нецукрів випадає в осад, збільшується кольоровість та концентрація редукуючих речовин, що викликає необхідність сульфітації та фільтрації сиропу перед уварюванням.

Очищення сиропу здійснюють головним чином до часткового знебарвлення його сульфітацією, тобто обробкою сірчистим газом (SO)₂. Сироп разом з клеровкою жовтого цукру нагрівають до температури 85 °С, сульфітують до рН 7,5...8,0 та фільтрують.

Сироп, який надходить на кристалізацію, повинен мати приблизно такий склад: сухих речовин – 62...65 %, цукор – 58...59 %, нецукри – 4...5 %, доброякісність – 91...93 од., лужність – 0,0005 %, кольоровість – 15...20 од.

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

Випарні апарати плівкового типу порівняно з іншими відрізняються високою тепловіддачею та меншою питомою теплоємністю, їх встановлення потребує значно меншої виробничої площі. Апарати мають відносно невеликий гідравлічний опір, розчини перебувають у контакті з поверхнею нагрівання більш короткий час, а це дозволяє упарювати їх до високої концентрації і значно зменшує термічне розкладання продукту. Крім того, в цих апаратах не спостерігається піноутворення, а невеликі об'єми розчинів, які знаходяться в них, дозволяють швидко змінювати продукти, що випарюються. Апарати порівняно прості в обслуговуванні.

Плівкові апарати використовують для теплової обробки термічно нестійких і в'язких розчинів, випарювання продуктів, які сильно піняться, і розчинів, що кристалізуються, а також для швидкого видалення низькокиплячих компонентів із сумішей, які розділяються. Найбільш поширені апарати із трубчастими нагрівними камерами, їх виготовляють із природною, вимушеною циркуляцією і із заглибленою поверхнею нагрівання, а також з природною циркуляцією і винесеною камерою нагрівання.

Недоліками плівкових випарних апаратів є конструктивні складності в забезпеченні рівномірності зрошування поверхні нагрівання й зниження енерговитрат на циркуляцію випарюваної соку та зниження собівартості виробництва апарата. Вирішення цього завдання досягається тим, що у запропонованому плівковому випарному апараті, що складається з сокорозподільчої, парової та сокової камер, кип'ятильних трубок, в яких сік стікає у вигляді плівки, патрубків підведення та відведення випарюваної соку, патрубків підведення пари та відведення неконденсованих газів та

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олещівський В	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зарчанський Б.Л.	Назва, додаткова назва Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.		18-1999.ДП.07.004 ПЗ		
	Документ затверджено Миронюк В.Г.			Інд.	Дата видання	Мова UA

конденсату використовується сокорозподільчий пристрій.

Плівковий випарний апарат (рис.4.1) представляє собою вертикальну зварну сталеву циліндричну ємність, яка вміщує три основні частин – нагрівна камера 1, сокова камери 2 і розподільчий пристрій 3.

Гріюча камера 1 складається з обичайки, верхньої і нижньої трубної решітки із завальцьованими в них гріючими трубками. Пар через два патрубки 1.1 підводиться в парову рубашку 1.2, а потім крізь щілинні отвори – безпосередньо в нагрівну парову камеру. Для попередження вібрацій нагрівних трубок, всередині нагрівної камери, приварені проміжні трубні напіврешітки 1.3. В нижній частині нагрівної камери розміщені два патрубку для відводу конденсату 1.6 над нижньою трубною решіткою.

Сокова камера 2 розміщена безпосередньо під гріючою камерою. В склад неї входить опорна частина 2.1 з конічним днищем 2.2. В центрі днища, для відведення сиропу в наступний апарат випарної станції, розміщений патрубок 2.3. Циліндричні обичайки 2.4 і 2.5 встановленні на опорні частині, та конічна 2.6 обичайка, утворюють сокову сепараційну камеру. В нижній частині камери розміщені два патрубку: для підведення сиропу із попереднього корпусу – 2.7 і для відведення на рециркуляцію сиропу у верхню частину апарату – 2.8. В конічній обичайці є два патрубку 2.9 для відведення вторинної пари із апарата.

Для сепарування пари з паросокової суміші, всередині сокової камери приварено направляючий конус 2.11, завдяки якому попереджується можливість прямого проходження соку із вхідного 2.7 у вихідний 2.8 патрубку. У соковій камері розташований оглядовий люк 2.12. Вище верхньої трубної решітки розміщено розподільчий пристрій 3, який розміщений на фланцях нагрівної камери. Еліптична кришка 4 також встановлюється на фланець. Для підведення циркуляційного соку у розподільчий пристрій, в центрі кришки розташовано штуцер 4.1.

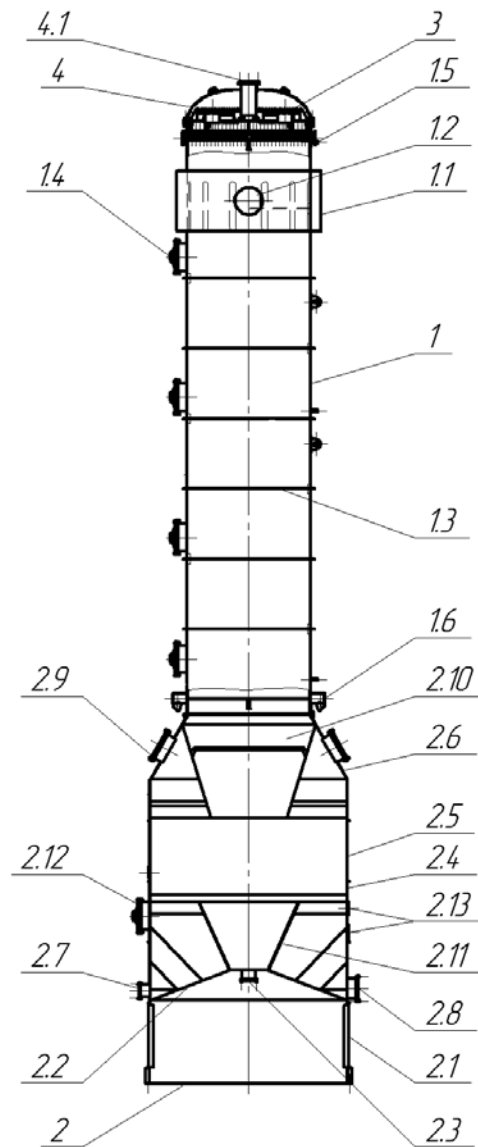


Рис. 4.1. Прямотечійно-плівковий випарний апарат ТВП:

1 – нагрівна камера; 1.1 – патрубки підведення пари; 1.2 – парова рубашка; 1.3 - проміжні напіврешітки; 1.4 – оглядові вікна; 1.5 – аміачні відтяжки; 1.6 – патрубки для відведення конденсату; 2 – сокова камера; 2.1 – опорна частина; 2.2 – конічне днище; 2.3 – патрубок для відведення сиропу; 2.4, 2.5 – циліндричні обичайки, 2.6 – конічна обичайка; 2.7 – патрубок підведення сиропу з попереднього корпусу; 2.8 – патрубок для відведення сиропу у верхню частину апарата на рециркуляцію; 2.9 – патрубок для відведення вторинної пари; 2.10 – направляючий конус; 2.11 – конус, що запобігає змішуванню; 2.12 – оглядове вікно; 3 – розподільчий пристрій; 4 – еліптична кришка; 4.1 – штуцер для підведення циркуляційного соку

Технічна характеристика апаратів (ТВП)

Типорозмір	Діаметр гріючої камери, мм	Висота гріючої камери, мм	Площа поверхні нагрівання, м ²	Діаметр труб, мм	Маса, кг
ТВП 5-265	1204	5000	265	38x1,2	7700
ТВП 5-375	1420	5000	375	38x1,2	9680
ТВП 9-675	1400	9000	675	35x1,5	17450
ТВП 9-1185	1804	9000	1185	38x1,2	22000
ТВП 9-2265	2600	9000	2265	33x1,5	57010
ТВП 9-2430	2600	9000	2430	35x1,5	60430
ТВП 9-3430	3200	9000	3430	33x1,5	70750
ТВП 9-3650	3200	9000	3650	35x1,5	75000
ТВП 10-1940	2204	10000	1942	38x1,2	37500
ТВП 12-1580	1804	12000	1580	38x1,2	26650
ТВП 12-3025	2600	12000	3025	38x1,2	65775
ТВП 12-3250	2600	12000	3250	33x1,5	69720
ТВП 12-4580	3200	12000	4580	35x1,5	82300
ТВП 12-4870	3200	12000	4870	35x1,5	86530
ТВП 14-1880	1800	14000	1880	38x1,2	32200
ТВП 16-6500	3200	16000	6490	35x1,5	114000

Новацією у запропонованому рішенні є використання для зрошення поверхні нагрівання сокорозподільчого пристрою, що забезпечує стабільну роботу апарату при коливаннях витрат випарюваного соку (рис.4.2). При цьому досягається більша рівномірність зрошення поверхні нагрівання, і як результат - зниження енерговитрат на циркуляцію випарюваного соку. Сік через патрубок 1 подається у сокорозподільчу камеру 2 на переливну коронку 3. При заповненні переливної коронки випарюваний сік переливається на сокорозподільчий короб 4, де за допомогою трубок переливається у канали сокорозподільчої решітки 5, при заповненні останніх випарюваний сік переливається на трубну решітку 7, в якій закріплені кип'ятильні трубки 6.

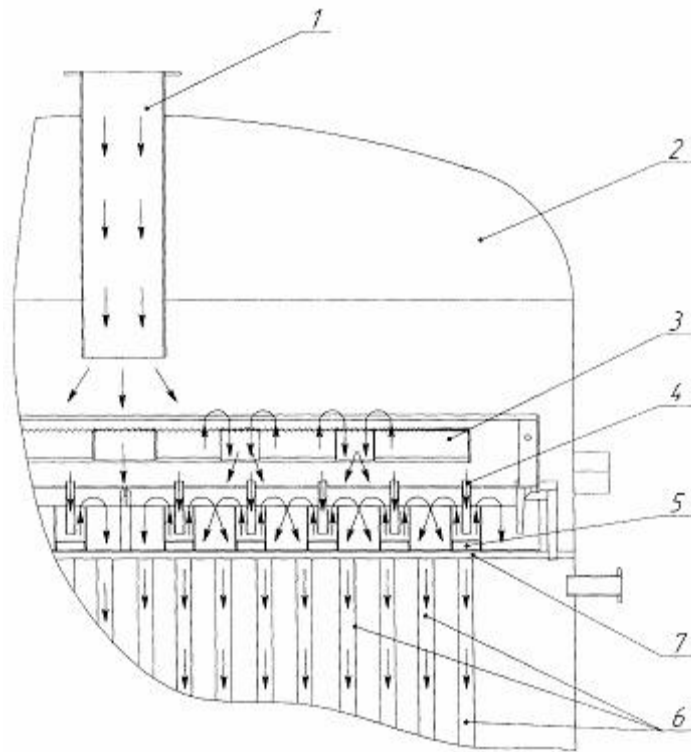


Рис. 4.2. Розподільник соку:

1 – патрубок; 2 – сокорозподільча камера; 3 - переливна коронка; 4 - сокорозподільчий короб; 5 - сокорозподільча решітка; 6 - кип'ятильні трубки; 7 - трубна решітка

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вибір матеріалів, які застосовуються в харчовому машинобудуванні, при виготовленні плівкових випарних апаратів зокрема, зумовлений наступними основними факторами:

- 1) допустимістю контакту з харчовими продуктами;
- 2) економічною доцільністю застосування;
- 3) вимогами до надійності та довговічності устаткування.

При проектуванні машин та апаратів харчового машинобудування, ці завдання вирішуються шляхом застосування конструкційних матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами.

Довговічність апарату визначається головним чином зносостійкістю деталей, тому одним із основних шляхів збільшення терміну служби та надійності роботи апарату є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей.

Для одержання кристалічного цукру, потрібно видалити із очищеного соку досить велику кількість води. При цьому виходить перенасичений розчин цукрози.

На бурякоцукрових заводах видалення із соку води відбувається завжди в два прийоми. У випарних апаратах концентрація соку спочатку збільшується з 14...15% до 65...70% сухих речовин. Після цього, із сиропу, що отриманий на випарній станції, випаровується ще близько 15...20% у вакуум-апаратах.

Кристали цукру в міжкристальному розчині виконують абразивний вплив на матеріали апарата. Про це свідчать численні подряпини на поверхнях труб, що розташовані паралельно напрямку руху абразивів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів		18-1999.ДП.07.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

У випарних апаратах дуже важливу роль, з точки зору вимог для харчової промисловості відіграють трубки, по яким рухатиметься сік. Для того, щоб дані труби не іржавіли, їх виконують із нержавіючої сталі харчового призначення – 12Х18Н10 виготовлена по ДСТУ 4738-2007. Фланці, що служать для з'єднання трубопроводів, виготовляють із сталі Ст3. Гріючу камеру виготовляють штампуванням і наступним зварюванням зі сталі Ст3 за ДСТУ 2651-2005. При виготовленні нижньої та верхньої нагрівних решіток, накопичувального та направляючого конусів використовують нержавіючу сталь 08Х18Н10 також.

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Метою розрахунку є визначення, виходячи з умов роботи (табл. 5.1), кількості труб поверхні теплообміну, кількості продукту, пари, конденсату, розмірів основних технологічних арматур та конструктивних елементів апарату.

Таблиця 5.1

Вихідні дані розрахунку

№	Параметр	Значення	Розмірність
1	Площа поверхні нагрівання	3250	м ²
2	Повна довжина трубок теплообміну	12000	мм
3	Труби поверхні нагрівання	Ø35x1,2	мм
4	Робочий тиск у паровій камері	≤0,3	МПа
5	Робочий тиск в соковому просторі	≤0,2	МПа
6	Внутрішній діаметр корпусу апарату	4200	мм
7	Повна висота апарату	21445	мм
8	Матеріал трубок теплообміну	08x18н10	-
9	Матеріал корпусу апарату	Ст3кп	-
10	Температура кипіння соку	≤126	°С

Виходячи з відомої площі теплообміну, кількість труб в апараті визначається за формулою:

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_{cp} \cdot L} \quad (5.1)$$

де $F = 3250 \text{ м}^2$ - площа поверхні нагрівання;

$\pi = 3,14$ - число Пі;

$d_{cp} = 0,0338 \text{ м}$ - середній діаметр труб теплообміну;

$L = 12 \text{ м}$ - довжина труб теплообміну.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розрахункова частина	18-1999.ДП.07.006 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Міранчук В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7

$$n = \frac{3250}{3,14 \cdot 0,0338 \cdot 12} = 2550,56 \text{шт.}$$

Приймаємо $n = 2562 \text{шт.}$

Товщина трубної решітки визначається за формулою:

$$S_T = \frac{d_3}{1,5 \dots 2} + 5 \quad (5.2)$$

де $d_3 = 35 \text{мм}$ - зовнішній діаметр трубки.

$$S_T = \frac{35}{2} + 5 = 28,33 \text{мм}$$

Приймаємо $S_T = 30 \text{мм}$.

Кількість випареної води розраховується по формулі:

$$W^e = U \cdot F \quad (5.3)$$

де $U = 30 \text{кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ - максимальне масове напруження поверхні теплообміну.

$$W^e = 30 \cdot 3250 = 37500 \text{кг} / \text{год}$$

Об'єм вторинної пари при температурі кипіння 126°C визначаємо за формулою:

$$V_{\text{вт.п.}} = W^e \cdot V'' \quad (5.4)$$

де $V'' = 0,7482 \text{м}^3/\text{кг}$ - питомий об'єм пари при температурі 126°C .

$$V_{\text{вт.п.}} = 37500 \cdot 0,7482 = 28057,5 \text{м}^3/\text{год}$$

Кількість гріючої пари приймаємо рівною масі вторинної пари:

$$W^{\text{гр.п.}} = W^e \quad (5.5)$$

При робочому тиску $0,3 \text{МПа}$ питомий об'єм перегрітої пари буде дорівнювати: $V'' = 0,6146 \text{м}^3/\text{кг}$, тоді:

$$V_{\text{гр.п.}} = V_{\text{вт.п.}} = 37500 \cdot 0,6146 = 23047,5 \text{м}^3/\text{год}$$

Кількість соку яка поступає в апарат розраховується по формулі:

$$S = \frac{W^e}{1 - \frac{CP_n}{CP_k}} \quad (5.6)$$

де $CP_n = 11\%$ - початкова концентрація сухих речовин;

$CP_k = 25\%$ - кінцева концентрація сухих речовин на виході з апарата.

$$S = \frac{37500}{1 - \frac{11}{25}} = 66964,29 \text{ кг/год}$$

Об'єм соку, який поступає в апарат, дорівнює:

$$V^c = \frac{S}{\rho'} \quad (5.7)$$

де $\rho' = 1060 \text{ кг/м}^3$ - густина соку.

$$V^c = \frac{66964,29}{1060} = 63,17 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість соку, що виходить з апарату, визначаємо з умови матеріального балансу:

$$W^{e.c.} = S - W^e \quad (5.8)$$

$$W^{e.c.} = 66964,29 - 37500 = 29464,29 \text{ кг/год}$$

Визначаємо об'єм соку, що виходить з апарату, при його густині $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$:

$$V = \frac{W^{e.c.}}{\rho} \quad (5.9)$$

$$V = \frac{29464,29}{1200} = 24,55 \text{ м}^3/\text{год}$$

Об'єм конденсату визначаємо з умови рівності маси гріючої пари масі вторинної пари:

$$V^k = S'_p \cdot W^e \quad (5.10)$$

де $S'_p = 0,00107 \text{ м}^3/\text{кг}$ - питомий об'єм конденсату.

$$V^k = 0,00107 \cdot 37500 = 40,125 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Дані теплового розрахунку

Показник	Значення
Кількість випареної води, кг/год	37500
Кількість вторинної пари, м ³ /год	28057,5
Кількість гріючої пари, м ³ /год	23047,5
Кількість конденсату, м ³ /год	40,125
Кількість соку, що надходить, м ³ /год	63,17
Кількість вихідного соку, м ³ /год	24,55

Визначаємо діаметр патрубку для гріючої пари:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{3600 \cdot \pi \cdot \omega}} \quad (5.11)$$

де $V = 23047,5 \text{ м}^3/\text{год}$ - витрата гріючої пари;

$\omega_{гр.п.} = 25 \text{ м/с}$ - швидкість руху пари.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 23047,5}{3600 \cdot 3,14 \cdot 25}} = 0,571 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 0,6 \text{ м}$.

77 Діаметр патрубку для вторинної пари буде дорівнювати, при

$\omega_{вт.п.} = 35 \text{ м/с}$:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 28057,5}{3600 \cdot 3,14 \cdot 35}} = 0,532 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 0,55 \text{ м}$.

Визначаємо діаметр патрубку для відводу конденсату, прийнявши

що $\omega_{к.} = 0,7 \text{ м/с}$:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 40,125}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,7}} = 0,142 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 0,15 \text{ м}$.

Діаметр патрубку для підводу соку, якщо $\omega_c = 1 м/с$, дорівнює:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 63,17}{3600 \cdot 3,14 \cdot 1}} = 0,15 м.$$

Визначаємо діаметр патрубку для відводу соку, прийнявши $\omega_{в.с.} = 0,7 м/с$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 24,55}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,7}} = 0,11 м$$

Приймаємо $d = 0,15 м$.

Визначаємо приведену швидкість пари на виході із труб поверхні теплообміну за формулою:

$$\omega_k = \frac{W^e}{3600 \cdot f_k \cdot \rho''} \quad (5.12)$$

де f_k - сумарна площа перерізу труб поверхні теплообміну, яка розраховується за формулою:

$$f_k = \frac{\pi \cdot d_{вн.}^2 \cdot n}{4} \quad (5.13)$$

де $d_{вн.} = 0,03 м$ - внутрішній діаметр трубки теплообміну;

$n = 2562$ - кількість труб теплообміну.

$$f_k = \frac{3,14 \cdot 0,03}{4} \cdot 2562 = 42,53 м^2$$

$\rho'' = 1,316 кг/м^3$ - питома густина пари, при температурі кипіння.

$$\omega_k = \frac{37500}{3600 \cdot 42,53 \cdot 1,316} = 0,186 м/с.$$

Необхідну кількість пакетів сепараційного пристрою можна визначити за формулою:

$$z = \frac{W^e}{3600 \cdot \rho'' \cdot S_{пак.} \cdot \omega_p} \quad (5.14)$$

де $S_{пак.} = 0,1 м^2$ - площа вільного проходу уніфікованого жалюзійного пакету;

ω_k - розрахункова швидкість пари на вході в жалюзійну насадку.

У зв'язку із складністю розрахунку швидкості пари на вході до сепаратора, можна використати емпіричну формулу:

$$z = 0,0131 \cdot F \quad (5.15)$$

де $F = 3250 \text{ м}^2$ - площа поверхні теплообміну.

$$z = 0,0131 \cdot 3250 = 16,37$$

Приймаємо $z = 18 \text{ м}$.

Розмір надсокової камери випарного апарату значно впливає на величину винесення розчину із вторинною парою. Наявність винесення призводить до суттєвих втрат цукру при випарюванні та виключає можливість використання цієї пари для живлення парових котлів, що тягне за собою підвищену витрату палива та реагентів на підготовку живильної води.

Існує багато методик розрахунку надсокової камери. В їх основу покладено раніше встановлені відомості про механізм винесення, припускаючи наявність у вторинній парі краплин розчину, різних за розмірами та природі утворення.

Згідно з проведеними дослідженнями, виділення із потоку вторинної пари краплин великих розмірів відбувається практично до висоти порядку 1,5 м від рівня киплячого розчину, вище в потоці пари знаходяться тільки краплини такого розміру, що їх швидкість витання співрозмірна із швидкістю потоку. Ці краплини транспортуються на будь-яку висоту і величина виносу в цьому випадку визначається тільки приведеною швидкістю пари в надсоковому просторі.

Отже установка сепараційних пристроїв, для зниження винесення, з урахуванням можливості кипіння надтрубного шару розчину, можлива на висоті не менше 2...2,5 м від верхньої трубної решітки.

Товщину стінки корпусу випарного апарату визначаємо за формулою:

$$S_p = \frac{P \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p - P} \quad (5.16)$$

де $P = 0,3 \text{ МПа}$ - надлишковий тиск в апараті;

$D = 4200 \text{ мм}$ - внутрішній діаметр корпусу апарата;

$[\sigma] = 126 \text{ МПа}$ - допустиме напруження матеріалу оболонки при роботі апарату під тиском;

$\varphi_p = 0,9$ - коефіцієнт міцності поздовжнього зварного шва.

$$S_p = \frac{0,3 \cdot 10^6 \cdot 4,2}{2 \cdot 126 \cdot 10^6 \cdot 0,9 - 0,3 \cdot 10^6} = 0,00369 \text{ м}$$

Виконавча товщина стінки корпусу розраховується по формулі:

$$S = S_p + C \quad (5.17)$$

де C - прибавка до розрахункової товщини:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (5.18)$$

де $C_1 = 1,0 \text{ мм}$ - прибавка для компенсації корозії та ерозії;

$C_2 = 0,8 \text{ мм}$ - прибавка для компенсації від'ємного допуску;

$C_3 = 0 \text{ мм}$ - технологічна прибавка.

$$C = 1 + 0,8 + 0 = 1,8 \text{ мм}$$

$$S = 3,69 + 1,8 = 5,49 \text{ мм}$$

Приймаємо виконавчу товщину стінки $S = 10 \text{ мм}$.

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Якість виробу поряд з технологічністю конструкції характеризується також його функціональністю, тобто здатністю виробу реалізувати свою основну функцію, надійністю ергономічністю, естетичністю, економічністю, безпечністю та екологічністю.

Технологічність деталі визначається матеріалом, геометричною формою, розмірами та їх точністю, якістю поверхонь, заданими фізичними та механічними властивостями. Для кожної оброблюваної поверхні в процесі виготовлення деталі призначають кількість і послідовність виконання технологічних переходів механооброблення, тип основного устаткування, технологічні пристрої, спосіб виготовлення початкової заготовки, застосовуваний різальний та вимірювальний інструмент, базові поверхні, спосіб базування та закріплення заготовки при її обробці.

7.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів

В даному розділі дипломного проектування розглянемо технологічний процес виготовлення фланця. Фланцеві з'єднання повинні забезпечувати надійність, герметичність та міцність з'єднань на всіх етапах роботи апаратів, а отже, в свою чергу, потребують якості і точності в процесі виготовлення.

Оскільки робочі поверхні апаратів випарної установки знаходяться в постійному контакті з лужним середовищем, гріючих та вторинних парів, а також конденсату, то швидке руйнування поверхневих шарів конструкційних матеріалів при цьому є неминучим. Таким чином, представлений до розгляду в даній роботі прямоотечійно-плівковий випарний апарат повністю виготовлений з нержавіючої сталі 12Х18Н9Т. З цього матеріалу виготовлено і фланці у фланцевих з'єднаннях.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологічний маршрут виготовлення деталей		18-1999.ДП.07.007 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Міранюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/19

Сталь 12X18H9T належить до групи сталей, які мають особливі хімічні або фізичні властивості.

Так, сталь 12X18H9T є нержавіючою. Хромонікелеві нержавіючі сталі додатково легують титаном, молібденом, ніобієм і деякими іншими елементами. В нашому ж випадку використовується саме титан, що підвищує стійкість матеріалу при термічному, хімічному чи механічному впливі на нього. Хромонікелеві нержавіючі сталі добре штамуються і зварюються, що є суттєвою перевагою при виготовленні самого фланця і утворенні фланцевого з'єднання в загальному.

Для виготовлення фланця, який відповідатиме робочому кресленню, як заготовку обираємо деталь типу «фланець» виготовлену способом об'ємного штампування. Такий спосіб виготовлення заготовок є досить розповсюдженим і має такі переваги як порівняно висока продуктивність, не потрібна висока кваліфікація робітників, поковки характеризуються великою однорідністю і точністю, невисокі припуски і допуски, а напуски майже відсутні. Конфігурація штампованих поковок наближається до форми готових деталей, тому поковки зазвичай механічно обробляють тільки в місцях сполучення з іншими деталями. В заготовках, що одержані об'ємним штампуванням, волокна металу не перерізаються і майже точно йдуть за контуром поковки, що забезпечує високу міцність деталі.

Вихідним матеріалом для об'ємного штампування в нашому випадку є сортовий прокат - штабова сталь 12X18H9T зовнішнім діаметром $\varnothing_{\text{зов}} 250$ мм та внутрішнім – $\varnothing_{\text{вн}} 170$ мм. Цей прокат поставляється у вигляді прутків довжиною 4–8 м. У заготовчому відділенні ковальсько-штампувального цеху прутки розрізають на мірні заготовки заданої довжини, яка становить в нашому випадку 70 мм. Після цього заготовку піддають штампуванню на пресі, в результаті чого і отримуємо деталь, готову до подальшого обробітку.

Таким чином, аналізуючи обрану для розгляду деталь (фланець), можна зробити висновок, що обраний матеріал для виготовлення заготовки і сам

спосіб її отримання повністю задовольнятимуть поставлені вимоги як в технологічному, так і економічному відношенні.

7.2. Відповідність вибраної деталі вузла умовам взаємозамінності, надійності та довговічності

Фланці у вигляді окремих деталей в основному приварюють або пригвинчують до кінців з'єднаних деталей. Форма ущільнювальної поверхні фланця в трубопроводах залежить від тиску середовища, профілю і виду матеріалу ущільнення. За конструктивною ознакою приварні фланці поділяються на два типи:

- плоскі фланці: одягаються на трубу і приварюється по задній поверхні; внутрішній діаметр плоского фланця дещо більший від зовнішнього діаметра труби. Плоскі приварні фланці використовують для арматури, з'єднувальних частин машин, приладів, апаратів, резервуарів і трубопроводів коли умовний тиск P_y від 0,1 до 2,5 МПа і температура робочого середовища від -70°C до 450°C ;

- фланці комірцевого типу: приварюються встик; його внутрішній діаметр дорівнює діаметру умовного проходу труби. Приварні фланці комірцевого типу використовують для арматури, сполучних частин, машин, приладів, апаратів, резервуарів і трубопроводів коли умовний тиск P_y від 0,1 до 20 МПа і температура робочого середовища від -253°C до 600°C .

Відповідно до робочих креслень випарної станції, яка розглядається в даній курсовій роботі, тут застосовуються плоскі приварні фланці із внутрішнім діаметром $\varnothing 351\text{мм}$, що незначно перевищує діаметр труби у даному вузлі.

Фланцеві з'єднання використовуються для сполучення трубопроводів та іншої арматури і в конструкції розглядуваної чотирьохкорпусної випарної станції. Робоче середовище в процесі роботи апаратів є досить агресивним,

крім того, характерним також є наявність високої температури і тиску. Усі ці фактори створюють підвищені вимоги щодо конструкції з'єднань.

Фланцеві з'єднання забезпечують надійність, герметичність та міцність з'єднань на всіх етапах роботи апаратів. Разом з тим їх конструкція та встановлення на місця з'єднань є досить простими і не потребують особливих технологічних, силових чи економічних затрат. Проте, в свою чергу, самі фланці, як елементи відповідального з'єднання потребують якості і точності в процесі виготовлення.

Відтак, як зазначалось вище, внутрішній діаметр фланця повинен становити $\text{Ø}351$ мм, що на 1 мм більше діаметра з'єднуваних труб. Зовнішній діаметр приймаємо рівним $\text{Ø}500$ мм. Отвори під болти мають розміщуватися по колу діаметром $\text{Ø}440$ мм. Для надійності з'єднання кількість отворів призначаємо рівною 16. Діаметр болтів становить $\text{Ø}20$ мм, тому отвори з врахуванням зазору свердлимо в діаметр $\text{Ø}21$ мм. Варто зазначити, що у місці приварювання фланця до трубопроводу, фаску слід виконати дещо більшою. Так, знімаючи фаску на внутрішній поверхні фланця (де діаметр становить $\text{Ø}351$ мм), яка відповідатиме $4 \times 45^\circ$, забезпечимо утворення більш якісного та надійного зварного шва.

Процес випуску фланців, безумовно, вимагає дотримуватися всіх держстандартів, технології виробництва, інженерних вимог й умов експлуатації. Усі, перераховані вище критерії мають величезний вплив на довговічність служби фланцевих з'єднань.

Щодо взаємозамінності, то передумовою її є виготовлення деталей з певною точністю за розмірами, формою, розташуванням і шорсткістю поверхонь. При виготовленні заготовки для фланця зазначених параметрів способом об'ємного штампування, матимемо можливість повної відповідності геометричних розмірів деталей даного типу. Наступним етапом буде точна механічна обробка з додержанням усіх припусків і параметрів

згідно робочого креслення та контроль оброблюваних поверхонь. Усе це дасть можливість повної взаємозамінності деталей фланцевого з'єднання.

7.3. Розробка робочого креслення вибраної деталі

Беручи до уваги розмірні співвідношення із креслення загального виду випарного апарата, умови роботи фланцевого з'єднання, а також з естетичних та технологічних міркувань, розробимо робоче креслення деталі «фланець».

7.4. Розрахунок припусків

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується за формулою:

$$2Z_{I_{\min}} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + \sqrt{Tnp_{i-1}^2 + E_{yi}^2}),$$

де Rz_{I-1} , D_{I-1} , Tnp - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення; E_{yi} - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення поверхні визначають за такою формулою:

$$2Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + T_{I-1} - T_I,$$

де T_{I-1} - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення; T_I - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Номінальний припуск на оброблення поверхонь:

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\max} + 2Zi_{\min}}{2}$$

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблення, номінальні – для визначення сумарного припуску на оброблення поверхні.

Розрахунок загального припуску штампованої заготовки ведемо за найбільш важливим для дотримання розміром $\varnothing 351$ мм.

Припуск при розточуванні поверхні:

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2}),$$

де Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

Максимальний припуск тоді становитиме ($T_1 = IT10 = 100$ мкм, $T_{I-1} = 0$ мкм):

$$2Zi_{\max} = 4212 + 0 - 100 = 4112 \text{ мкм};$$

Номінальний припуск на оброблення поверхонь:

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\max} + 2Zi_{\min}}{2} = \frac{4112 + 4212}{2} = 4162 \text{ мкм};$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 5$ мм.

7.5. Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі

Основою для проектування технологічних процесів (ТП) механічного оброблення деталей і їх складання у вузли та вироби є виробнича програма, робочі креслення виробів і деталей та технічні умови на їх виготовлення.

Технологічний процес, який розробляється, має забезпечувати:

- підвищення продуктивності праці та якості виробу;
- скорочення витрат праці й матеріальних витрат;
- зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє природне середовище;
- реалізацію значень основних показних показників технологічності конструкції певного виробу.

При розробленні технологічного процесу слід керуватись такими рекомендаціями: насамперед обробляють ті поверхні деталі, що є базовими для оброблення найточніших її поверхонь; після цього обробляють поверхні

з найбільшим припуском; потім обробляють поверхні, зняття металу з яких найменшою мірою впливає на їх твердість.

Ознайомившись з технологією виготовлення деталі, складаємо технологічний маршрут. При розробленні технологічного маршруту, вибираємо методи оброблення, кріплення та базування заготовки, що забезпечуватиме надійність її установлення та точність виготовлення.

Таким чином, маємо завдання, яке передбачає виготовлення фланця заданого зразка. Заготовкою є деталь типу «фланець», виготовлена зі сталі 12X18H9T (ГОСТ 1050-74) способом об'ємного штампування. Зовнішній діаметр поковки $\varnothing 505$ мм, внутрішній – $\varnothing 346$ мм, загальна товщина заготовки становить $S=34$ мм, а товщина більшого діаметрального розміру фланця – $s=24$ мм. Технологічний процес виготовлення деталі матиме вигляд наведений в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Технологічний маршрут виготовлення фланця		
№ операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, оснащення, різальний і вимірювальний інструмент
10.	Заготівельна. УЗЗ	Прокат $\varnothing_{\text{зов.}}$ 250 мм та $\varnothing_{\text{вн.}}$ 170 мм, сталь 12X18H9T (ГОСТ 1050-78), відрізний верстат, лещата
10.1	Відрізати заготовку із прокату (прутки $\varnothing_{\text{зов.}}$ 250 мм, $\varnothing_{\text{вн.}}$ 170 мм) на $l = 70$ мм	Дискова відрізна фреза, Р6М5, трикулачковий патрон, лещата, Штангенциркуль ШЦ-1
20.	Штампувальна	Гідравлічний прес
20.1	Відштампувати заготовку з врахуванням припусків	Поковка заданої форми із $\varnothing_{\text{зов.}}$ 505мм та $\varnothing_{\text{вн.}}$ 346мм Сталь 12X18H9T
30.	Токарна. УЗЗ	Токарно-гвинторізальний верстат 16К20, трикулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.1, $z=2$ мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $V_x H_x L=16 \times 25 \times 140$,

		Штангенциркуль ШЦ-1
30.2	Точити пов.2, на $l=10\text{мм}$, $\text{Ø}400\text{мм}$	Різець підрізний правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, Штангенциркуль ШЦ-1
30.3	Торцювати пов.3, $z=2\text{мм}$	Різець підрізний правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, Штангенциркуль ШЦ-1
30.4	Точити пов.4, на $l=12\text{мм}$, $\text{Ø}500\text{мм}$	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, Штангенциркуль ШЦ-1
40.	Токарна. УЗЗ	Токарно-гвинторізальний верстат 16К20, трикулачковий патрон
40.1	Торцювати пов.5, $z=2\text{мм}$	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, Штангенциркуль ШЦ-1
40.2	Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$, пов.5	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, Штангенциркуль ШЦ-1
40.3	Розточувати пов.6 на $l=30\text{мм}$, $\text{Ø}351\text{мм}$	Розточувальний різець для наскрізних отворів, $\varphi=45^\circ$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, Штангенциркуль ШЦ-1
50.	Свердлильна. УЗЗ	Свердлильний верстат 2А125, кондуктор, лещата, упор

В результаті виконання зазначених в технологічному маршруті операцій отримаємо готовий виріб з відповідними розмірами і точністю.

Складений технологічний процес дає можливість забезпечити раціональну організацію виробництва, підвищити якісні та експлуатаційні властивості готових виробів, а також значно зменшити трудові та матеріальні витрати при їх виготовленні.

7.6. Вибір обладнання

Верстати вибирають після визначення видів і послідовності оброблення поверхонь, тобто після розроблення маршруту оброблення деталі. Це

означає, що на даному етапі уже вибрано методи оброблення поверхні чи сукупності поверхонь, точність і шорсткість поверхонь після їх оброблення, проміжні припуски на всі види оброблення та загальний припуск, різальний інструмент, програму випуску деталей і тип виробництва.

Вид і потужності верстатів залежать від виду оброблення, габаритних розмірів деталі, їх точності, необхідної продуктивності оброблення.

7.7. Застосування ріжучого і вимірною інструменту

Щоб одержати деталь певної форми, слід виконати ряд операцій із застосуванням відповідного ріжучого інструменту. Ріжучий інструмент вибирають із урахуванням:

- переважного застосування нормалізованих і стандартизованих інструментів;
- способу оброблення деталі;
- розмірів оброблюваних поверхонь;
- точності оброблення та якості поверхні;
- поопераційних розмірів і допусків на них;
- зносостійкості інструменту, його різальних властивостей і міцності;
- стадії оброблення (чорнового, чистового, оздоблювального);
- типу виробництва.

В нашому випадку для отримання фланця заданих розмірів та точності виконуються операції точіння та свердління із застосуванням різців відповідної форми та розмірів, а також спіральне свердло. Також на етапі отримання заготовки відбувається і відрізна операція, де використовуватимемо відрізну фрезу.

Щодо засобів вимірювання, то їх обирають так, щоб похибка у задалегідь визначених умовах застосування, тобто з урахуванням усіх додаткових похибок, не перевищувала допустиму похибку вимірювання, що

встановлюється стандартом. Отже, основними факторами, що впливають на вибір вимірювального інструменту, є:

- розмір деталі та квалітет (тобто ступінь точності) виробу;
- допустима похибка засобу вимірювання;
- умови та методи використання засобу вимірювання.

У нашому випадку, для контролю розмірів фланця в процесі обробки та по її закінченні використовуємо як вимірний інструмент лише штангенциркуль (ціна поділки 0,1 мм). Оскільки дана деталь не потребує особливої точності по поверхні (деталь середньої точності), то його контролю буде цілком достатньо для дотримання зазначених в кресленні параметрів.

7.8. Вибір пристосувань

У сучасному машинобудуванні не можна реалізувати спроектований технологічний процес без відповідного технологічного оснащення. Верстатні пристосування використовують для встановлення заготовок на металорізальних верстатах.

При конструюванні пристосувань потрібно широко використовувати стандартні деталі, уніфіковані вузли, корпусні елементи, а також налагодження для універсальних пристроїв, що дає змогу значно зменшити обсяг конструкторських робіт, знизити металомісткість пристрою і значно зменшити витрати праці на їх виготовлення.

Для виготовлення фланця даного зразка (отворів у ньому під болти) як пристосування використовуємо кондуктор. До певного роду налаштувань для точної і якісної роботи верстатів при обробці заготовки можна віднести також їх певні складові деталі (трикулачковий патрон налаштований на розтиснення, лещата, упор тощо) і вибраний ріжучий інструмент.

7.9. Розрахунок раціональних режимів різання, підрахунок основного часу

При виборі режимів різання враховують характер оброблення, тип і матеріал інструмента, його геометричні параметри, матеріал і форму заготовки, тип верстата та інші чинники.

До основних елементів режиму різання належать: швидкість різання V , м/хв; подача S , мм/об; глибина різання t , мм. Крім того, для економічних розрахунків і планування продуктивності оброблення деталей потрібно знати основний час T_0 , витрачений на оброблення заготовки.

Отже, проведемо розрахунок раціональних режимів різання з підрахунком основного часу для складеного технологічного маршруту виготовлення деталі.

Перехід 20.1. Підрізати торець пов.1 заготовки $\varnothing 405$ мм на токарно-гвинторізному верстаті 16К20. Враховуючи, що деталь має отвір $\varnothing 346$ мм, поверхня оброблення становитиме 59 мм. Припуск на оброблення (на сторону) $z = 2$ мм. Матеріал заготовки – 12Х18Н9Т.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16x25 мм; довжина різця 140 мм; радіус при вершині різця $r = 0,8$ мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (у цьому разі це можливо, оскільки припуск незначний). Глибина різання $t = z = 2$ мм.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m t^x S_g^y},$$

де $T = 120$ – середнє значення періоду стійкості різця, хв.; $C_v = 153$ – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 12Х18Н9Т при $S = > 0,70$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6.

$$V_p = \frac{153}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,45}} = 52,81 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту оброблення шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 52,81}{\pi \cdot 59} = 285,06 \text{ об/хв.},$$

де $D_{заг}$ - діаметр заготовки, мм.

6. Розрахункову частоту обертання n_p коригуємо за паспортними даними верстата. Із ряду значень частоти обертання шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення $n_6 = 250 \text{ об/хв.}$

8. Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

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

де $L_d = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{59}{2} = 29,5 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм;

$L_1 = 2$ - відстань для підведення різця з робочою подачею, мм;

$L_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 2 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 2$ - врізання різця в заготовку, мм; $L_3 = 2$ - перебіг різця

для завершення процесу оброблення поверхні, мм.

$$L_p = 29,5 + 2 + 2 + 2 = 35,5 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{35,5}{250 \cdot 1,0} = 0,142 \text{ хв.}$$

Перехід 20.2. Точити пов. 2 до $\varnothing 400$; $l = 10 \text{ мм}$.

1) Вибираємо різець підрізний і визначаємо його геометричні параметри. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16x25 мм.

2) Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні

$$t = \frac{405 - 400}{2} = 2,5 \text{ мм}, \text{ Вибираємо подачу } S_g = 1,0 \text{ мм/об.}$$

3) Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_{\text{заз}}} = \frac{1000 \cdot 39,98}{\pi \cdot 405} = 31,64 \text{ об/хв},$$

4) Із ряду значень частоти обертання шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення $n_g = 31,5 \text{ об/хв}$

5) За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання: $V_\phi = \frac{\pi D_{\text{заз}} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 405 \cdot 31,5}{1000} = 40,06 \text{ м/хв.}$

6) Визначаємо розрахункову довжину оброблення: $L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3$, де $L_d = 10 \text{ мм}$, $L_1 = 2 \text{ мм}$, $L_2 = t \text{ctg } \phi$, $L_3 = 0$. Отже, $L_p = 10 + 2 + 2,5 = 14,5 \text{ мм}$.

Перехід 20.3. Підрізати торець пов.3 заготовки $\text{Ø}505$ мм на токарно-гвинторізному верстаті 16К20. Враховуючи, що має виступ $\text{Ø}400$ мм, який не обробляється, поверхня підведення інструменту становитиме 105 мм. Припуск на оброблення (на сторону) $z = 2$ мм. Матеріал заготовки – 12Х18Н9Т.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний підрізний різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16х25 мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (у цьому разі це можливо, оскільки припуск незначний). Глибина різання $t = z = 2$ мм.

де $T = 120$ – середнє значення періоду стійкості різця, хв.; $C_v = 153$ – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 12Х18Н9Т при $S = > 0,70$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6.

$$V_p = \frac{153}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,45}} = 52,81 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту оброблення шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 52,81}{\pi \cdot 105} = 160,18 \text{ об/хв,}$$

де $D_{заг}$ - діаметр заготовки, мм.

6. Розрахункову частоту обертання n_p коригуємо за паспортними даними верстата. Із ряду значень частоти обертання шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення $n_6 = 160 \text{ об/хв}$.

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

де $L_d = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{105}{2} = 52,5 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм;

$L_1 = 2$ - відстань для підведення різця з робочою подачею, мм;

$L_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 2,5 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 2$ - врізання різця в заготовку, мм; $L_3 = 2$ - перебіг різця

для завершення процесу оброблення поверхні, мм.

$$L_p = 52,5 + 2 + 2 + 2 = 58,5 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{58,5}{160 \cdot 1,0} = 0,36 \text{ хв.}$$

Перехід 20.4. Точити пов. 2 до $\varnothing 500$; $l = 22 \text{ мм}$.

1) Вибираємо токарний різець прохідний відігнутий правий і визначаємо його геометричні параметри. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16x25 мм.

2) Загальна глибина різання при обробленні заданої поверхні

$$t = \frac{505 - 500}{2} = 2,5 \text{ мм, Вибираємо подачу } S_6 = 1,0 \text{ мм/об.}$$

3) Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною

$$\text{формулою: } V_p = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S_6^{0,35}} = \frac{120}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 1,0^{0,45}} = 39,98 \text{ м/хв,}$$

4) Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 39,98}{\pi \cdot 505} = 25,21 \text{ об/хв},$$

5) Основний час на виконання переходу: $t_{04} = \frac{L_p}{n_p S_g} = \frac{26,5}{25 \cdot 1,0} = 1,06 \text{ хв}.$

Перехід 20.5. Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ на пов. 1

Частота обертання шпинделя залишається такою ж самою, як і під час торцювання пов. 4. Час на зняття фаски визначається за таблицею відповідно до діаметра оброблюваної поверхні та ширини фаски. Приймаємо $t_{05} = 0,2 \text{ хв}.$

Перехід 20.6. Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ на пов. 3

Частота обертання шпинделя залишається такою ж самою, як і під час торцювання пов. 4. Час на зняття фаски визначається за таблицею відповідно до діаметра оброблюваної поверхні та ширини фаски. Приймаємо $t_{06} = 0,3 \text{ хв}.$

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,142 + 0,46 + 0,36 + 1,06 + 0,2 + 0,3 = 2,52 \text{ хв}.$$

Перехід 30.1. Підрізати торець пов.5 заготовки $\varnothing 500$ мм на токарно-гвинторізному верстаті 16К20. Враховуючи, що деталь має отвір $\varnothing 346$ мм, поверхня оброблення становитиме 154 мм. Припуск на оброблення (на сторону) $z = 2$ мм. Матеріал заготовки – 12Х18Н9Т.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16×25 мм; довжина різця 140 мм; радіус при вершині різця $r = 0,8$ мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (у цьому разі це можливо, оскільки припуск незначний). Глибина різання $t = z = 2$ мм.

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 400 мм з глибиною різання до 3 мм та перерізом тіла різця 16x25 мм подача має становити 0,8...1,3 мм/об. Корируючи за паспортними даними токарно-гвинторізального верстата приймаємо поздовжню подачу $S_B = 1,0$ мм/об.

5. Визначаємо розрахункову частоту оброблення шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 52,81}{\pi \cdot 154} = 109,21 \text{ об/хв},$$

де $D_{заг}$ - діаметр заготовки, мм.

6. Розрахункову частоту обертання n_p коригуємо за паспортними даними верстата. Із ряду значень частоти обертання шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення $n_6 = 100$ об/хв.

7. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 154 \cdot 100}{1000} = 48,36 \text{ м/хв}.$$

8. Визначаємо розрахункову довжину оброблення:

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

де $L_d = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{154}{2} = 77 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм;

$L_1 = 2$ - відстань для підведення різця з робочою подачею, мм;

$L_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 2 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 2$ - врізання різця в заготовку, мм; $L_3 = 2$ - перебіг різця

для завершення процесу оброблення поверхні, мм.

$$L_p = 77 + 2 + 2 + 2 = 83 \text{ мм}.$$

Перехід 30.2. Точити фаску 1,6x45° на пов. 5

Частота обертання шпинделя залишається такою ж самою, як і під час торцювання пов. 5. Час на зняття фаски визначається за таблицею відповідно до діаметра оброблюваної поверхні та ширини фаски. Приймаємо $t_{02} = 0,2$ хв.

Перехід 30.3. Розточити пов. 6 до $\varnothing 351$; $l = 30$ мм.

1) Вибираємо токарний розточувальний різець для наскрізних отворів і визначаємо його геометричні параметри. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16х25 мм.

2) Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 39,98}{\pi \cdot 346} = 36,806 / хв,$$

3) Із ряду значень частоти обертання шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення $n_g = 31,506 / хв$

4) За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання: $V_{\phi} = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 346 \cdot 31,5}{1000} = 34,22 м / хв.$

5) Визначаємо розрахункову довжину оброблення: $L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3$, де $L_d = 30 мм$, $L_1 = 2 мм$, $L_2 = t \cdot \tan \varphi$, $L_3 = 0$. Отже, $L_p = 30 + 2 + 2,5 = 34,5 мм.$

6) Основний час на виконання переходу: $t_{03} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{34,5}{31,5 \cdot 1,0} = 1,09 хв.$

Перехід 30.4. Точити фаску 4х45° на пов. 6

Частота обертання шпинделя залишається такою ж самою, як і під час торцювання пов. 6. Час на зняття фаски визначається за таблицею відповідно до діаметра оброблюваної поверхні та ширини фаски. Приймаємо $t_{04} = 0,4 хв.$

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,83 + 0,2 + 1,09 + 0,4 = 2,52 хв.$$

Перехід 50.1. Свердлимо отвір під Ø21.

Беремо спіральне свердло діаметром $d_{св} = 21 мм$ з нормальним заточуванням, матеріал різальної кромки – швидкорізальна сталь Р6М5.

1. Глибина різання при свердлінні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору: $t = \frac{d_{св}}{2} = \frac{21}{2} = 10,5 мм.$

2. За нормативними даними вибираємо подачу залежно від діаметра отвору та міцнісних характеристик заготовки матеріалу. При свердлінні сталевих деталей з $\sigma_s = 800 \text{ МПа}$ подачу беремо $S = 0,2 \dots 0,24 \text{ мм/об.}$ За паспортними даними верстата коригуємо подачу $S_s = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 V_c}{\pi d_{св}} = \frac{1000 \cdot 23,68}{\pi \cdot 21} = 358,11 \text{ об/хв}$$

4. Розрахункову частоту обертання n_p коригуємо за паспортними даними вибраного верстата і беремо найближче менше значення $n_s = 355 \text{ об/хв}$

5. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання: $V_\phi = \frac{\pi d_{св} n_s}{1000} = \frac{\pi \cdot 21 \cdot 355}{1000} = 23,41 \text{ м/хв}$

6. Основний час на свердління отвору: $t_{o1} = \frac{L_p}{S_s n_s} = \frac{27}{0,2 \cdot 355} = 0,38 \text{ хв.}$

Таким чином, основний час на виконання токарної та свердлильної операцій становить: $T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 2,52 + 2,52 + 0,38 = 5,42 \text{ хв}$

Вважатимемо, що на виготовлення однієї деталі потрібно близько 6 хв (враховуючи допоміжний час на виконання операцій $T_0 = 0,5 \text{ хв}$): $T_{ум} = 7 \text{ хв.}$

Підготовчо-завершальний час $T_{н.з.} = T_{н.з.1} + T_{н.з.2}$, де $T_{н.з.1} = 10 \text{ хв}$ - час на одержання заготовки, прийом пристроїв і здачу по закінченні роботи; $T_{н.з.2} = 4 \text{ хв}$ - час на налагодження деталі в пристрої.

$$T_{н.з.} = 10 + 4 = 14 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_k = T_{ум} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 7 + 14 = 21 \text{ хв}$$

Тобто, бачимо, що при виготовленні такої деталі будь-який додатковий час не матиме суттєвого впливу на час виготовлення деталей. Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = \frac{60}{21} \approx 2...3 \text{ деталі / год .}$$

За 8-ми годинного робочого дня можна буде виготовити близько 20 фланців даного зразка за зміну.

8. ПРАВИЛА МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

Випарна установка розміщується в центральній частині заводу, оскільки споживачі вторинної пари знаходяться в різних точках заводу.

Для раціонального підведення продуктів і природного видалення конденсату випарні апарати встановлюються поза межами будівлі заводу. Для двох корпусів випарної станції будується спеціальна будівля, в якій апарати буду розташовуватись один за іншим, послідовно по ходу випаровування соку, в напрямі від сокоочисного відділення до продуктового.

Апарати повинні розміщуватися з достатньо широкими проходами між ними - не менше 1 м. Відстань між стінкою апарату і стіною корпусу заводу повинна складати близько 1,5 м. Парові і сокові комунікації випарних апаратів, а також самі випарні апарати повинні бути ретельно ізолювані з метою запобігання великих втрат тепла в оточуючу середовище. Товщина шару ізоляційного матеріалу повинна бути такою, щоб температура зовнішньої поверхні шаруючи ізоляції трохи перевищувала температуру навколишнього повітря.

Найпридатнішими ізоляційними матеріалами є совеліт, асбосурит і трепел, які застосовуються при температурах 300...450°C. Іноді один корпус випаровування складається з двох апаратів. У такому разі по парі вони повинні бути сполучені паралельно, а по соку - послідовно; причому для автоматичного переходу соку з першого апарату в другий перший апарат встановлюють на 250...300 мм вище за другий.

Пуск корпусів випарної станції здійснюють в такій послідовності:

1. Проводять зовнішній огляд випарної установки;
2. Останній корпус випарної станції сполучають з конденсатором і пускають в хід повітряний насос;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту		18-1999.ДП.07.008 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

3. Відкривають вентиля на конденсаційних комунікаціях, аміачних відтяжках і пускають в хід насоси, що відкачують конденсат;

4. Після встановлення розрідження у всіх корпусах, відкриваючи сокові вентиля, пускають сік на випаровування, одночасно відкривають вентиля на комунікації гріючої пари, що поступає в I корпус, і вентиля вторинної пари;

5. Після того, як сік в останньому корпусі закипить і вміст в ньому сухих речовин досягне 60...65%, включають сиропний насос для подачі сиропу на той, що сульфітує.

Робота випарної установки вважається нормальною, коли на випаровування безперервно поступають сатураційний сік і гріючий пар, а з корпусів відводиться вторинна пара і відбирається сироп.

Регулювання роботи випарної установки в процесі експлуатації полягає в підтримці певного рівня соку у всіх її корпусах, необхідного тиску в гріючій камері I корпусу, максимально можливого розрідження в конденсаторі і встановленій густині виходить з випаровування сиропу.

У корпусах випарної установки повинен підтримуватися такий рівень соку, щоб в киплячому поляганні він знаходився вище за верхні трубні ґрати на 150...200 мм.

При ручному обслуговуванні випарної установки температурний режим на випаровуванні регулюється шляхом більшого або меншого відкриття вентилів гріючої пари, що поступає в I корпус, і кількістю води, що поступає на конденсатор. При автоматичному регулюванні роботи випарної установки всі параметри регулюються приладами автоматики.

Конденсати, що йдуть з гріючих камер випарних апаратів, необхідно контролювати на вміст в них цукру.

Аміачні відтяжки в процесі експлуатації випарної установки повинні бути теплими (на дотик).

У кінці виробництва випарну установку зупиняють. Для цього після припинення подачі соку на випаровування починають подавати конденсат, який поступово витісняє сік з випарної установки. Коли в останньому корпусі концентрація соку знизиться до змісту сухих речовин 2...3 %, припиняють подачу води і пари, вміст випаровування спускають в дренаж і випарні апарати промивають аміачною водою.

У період ремонту парових камер проводять їх гідравлічне випробування. При цьому створюють тиск з боку пари в 0 і I корпусах випарних установок 0,5 МПа, а вся решта корпусів, у тому числі і конденсатора, випробовується під тиском 0,3 МПа.

Перед виробничим періодом випарна установка піддається гарячій пробі для перевірки герметичності комунікацій, арматури і корпусів апаратів. При цьому перевіряються справність і робота циркуляційних насосів і іншого допоміжного устаткування. В період гарячої проби для уникнення відкладення накипу на поверхні нагріву випарну установку слід заповнювати зм'якшеною водою.

Вимоги до монтажу

1. Встановлення та експлуатація випарного апарата повинно проводитися згідно технічної документації, яка надходить разом з ним, та технологічному регламенту, що затверджується в установленому порядку цукровим заводом (підприємством).

2. Перед установкою апарата необхідно:

- а) перевірити комплектність поставки;
- б) ознайомитися з технічною та технологічною документацією;
- в) перевірити цілісність складальних одиниць та деталей;
- г) перевірити відповідність розмірів фундаменту заданим на кресленнях;

д) перевірити роботоздатність вантажопідйомних механізмів і пристроїв.

Монтажні роботи щодо установаження технологічного устаткування та ремонтні роботи повинні відповідати вимогам санітарних норм "Техніка безпеки в будівництві", стандартам і технічним умовам.

Компоновочні рішення для розміщення та опорні елементи металоконструкцій встановлених апаратів повинні бути узгоджені між цукровим заводом і організацією, яка має дозвіл на проведення монтажних робіт.

Проходи і проїзди в зоні проведення монтажних і ремонтних робіт мають бути закриті.

При підготовці корпусів випарювальної станції до монтажу слід:

- провітрити апарат та приміщення;
- ознайомити виконавчих осіб, що беруть участь у монтажі, з планом і порядком проведення робіт;
- перевірити освітлення місця, де будуть монтуватись апарати, наявність інструкції з охорони праці та знання їх працюючих, дотримання протипожежних заходів,;
- ділянку для монтажних робіт необхідно відділити тимчасовим огороженням від решти частини приміщення з висотою не менше 1 м. У зоні проведення монтажних робіт необхідно виключати прохід сторонніх осіб.

У місці монтажу, для запобігання доступу сторонніх осіб, границі небезпечної зони мають бути чітко позначенні запобіжними знаками.

Експлуатація апарата

Експлуатація випарних апаратів мають проводитись відповідно "Інструкції по веденню технологічного процесу цукробурякового виробництва". Кожен рік, після очищенні поверхні нагрівання здійснюється внутрішній огляд апарата заводською комісією під

керівництвом технічного директора заводу і за участю головного механіка та начальника цеха. При огляді, з метою виявлення дефектів, перевіряють внутрішні поверхні, особливо в зонах підведення пари та соку.

Один раз на 8 років здійснюють внутрішній огляд апарата та, в присутності інспектора Держтехнагляду, гідровипробування пробним тиском.

При уварюванні соку, необхідно слідкувати за установленим рівнем соку. Управління процесом випарювання та підтримка заданого рівня соку в надсоковому просторі випарного апарата ведуть як в ручному режимі, так і автоматичні.

Ремонт випарного апарата

Ремонт випарного апарату слід проводити згідно вимог "Положення про систему планового технічного обслуговування і ремонту устаткування підприємств цукрової галузі".

Працівники ремонтних бригад мають бути забезпечені справними пристроями і інструментом у необхідній кількості. До роботи в середині апарата відповідності до переліку газонебезпечних робіт, допускають осіб чоловічої статі, яким виповнилось 18 років і що пройшли медичне обстеження і спеціальне навчання.

Випарний апарат перед внутрішнім оглядом, ремонтом і очищенням, необхідно звільнити від продукту, охолодити, промити, а при необхідності пропарити гострою парою, продути інертним газом і повітрям, відключений за допомогою заглушок від системи трубопроводів та діючої апаратури.

Заглушки з хвостовиками мають бути встановлені на всіх, без винятку, комунікаціях, підведених до ремонту ємності.

Апарат, що нагрітий під час експлуатації, перед проведенням газонебезпечних робіт має бути охолоджена до температури яка не перевищує 30°C.

Роботи по очищенню, огляду та ремонту випарних апаратів необхідно проводити бригадою у складі не менше 2 осіб (спостерігач і працюючий), не рахуючи відповідального за проведення газонебезпечних робіт.

У ємкості дозволяється працювати тільки одній особі. При необхідності роботи двох або більше осіб у ємності, мають бути прийняті додаткові заходи безпеки, що визначаються безпосередньо на місці проведення робіт і записуються в наряд-допуск.

Працівник, що знаходиться в середині апарата, забезпечується спецодягом і спецвзуттям, рятівним поясом з прикріпленою до нього мотузкою. Мотузка мусить мати вузли через кожні 0,5 м і надійно прив'язана до трубопроводу, перил або інших нерухомо закріплених предметів.

Доступ працівників в середину апарата необхідно здійснювати крізь верхній люк-лаз по переносній драбині, що має зверху гаки для зачеплення за люк.

У аварійних випадках, при роботі в апараті з недостатньою вентиляцією повітря, а також при наявності в апараті отруйного або задушливого газу, працівник повинен мати справний протигаз з гофрованим шлангом, що виходить не менше ніж на 2 м із апарата.

Працівник, який спостерігає за роботами, повинен також мати при собі протигаз. Час перебування працівника у протигазі не повинен перевищувати 15 хв без перерви. Потім працівник має відпочити на чистому повітрі не менше як 15 хв.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Система управління цукрового виробництва забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки у разі комплексного підходу до рішення цієї задачі. При такому підході слід підготувати до управління технологічне устаткування, технологію і вибрати необхідні засоби управління для основних і допоміжних процесів.

Технологічний процес цукрового виробництва є в основному безперервно-потоким і здійснюється головним чином в безперервно діючому технологічному обладнанні, а тому задовольняє основним вимогам з погляду його управління. Разом з тим впровадженню управління передують велика і трудомістка робота, пов'язана з капітальними витратами. З урахуванням останніх, перш за все, і визначається економічна доцільність управління.

Успішне впровадження нових корпусів випарної станції на заводах залежить не тільки від раціональності самої АСУ, її принципу функціонування, але і від постійності технологічних параметрів :

- вміст сухих речовин в сиропі, %;
- температура сиропу і відтоків, °С;
- вміст сухих речовин в сиропі, що буде направлятися на вакуум-апарати, %;
- тиск, МПа (мм. рт. ст.);
- тиск грючої пари, кПа ;

Керування процесом випарювання здійснюється шляхом впливу на подачу вихідного розчину в апарат. Поточне значення його витрати встановлюють з відповідністю до умов теплообміну, які характеризуються кількістю води, що випаровується, а також умовами масообміну, рухомою

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис системи управління		18-1999.ДП.07.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

силою якого є пересичення розчину, яке створюється і підтримується шляхом випарювання води.

Процес теплообміну характеризується швидкістю випарювання води з врахуванням швидкості зміни рівня розчину в апараті, а процес масообміну з відповідністю до технологічних потреб - швидкістю зміни пересичення розданої доброякісності з врахуванням зміни його рівня. Відношення швидкостей процесів тепло- і масообміну до швидкості зміни рівня дозволяє поєднати ці процеси між собою.

Не дивлячись на теоретичну досконалість, застосування систем поки обмежене через складність її застосування.

Система автоматичного управління корпусами випарної станції

Управління за процесом випаровування здійснюється з щитка чергового оператора. Візуальний контроль за роботою обладнання, яке розміщене за межами продуктового відділення, здійснюється за допомогою системи відеонагляду.

Після того як сироп пройде через перші три корпуси випарної станції, він надходить у нижню частину четвертого корпусу. Одночасно через сусідній трубопровід подається ще гарячий конденсат. Коли сиропу набереться достатня кількість, щоб подавати на випаровування, тоді спрацьовує датчик рівня, і сироп перестає поступати в апарат. Якщо ж рівень сиропу за технічними причинами все ж таки продовжує поступати, тоді спрацьовує звуковий датчик, і на місце несправності направляється обслуговуючий оператор, який за допомогою вентеля перекриває подачу рідини в апарат.

Потім сироп за допомогою насосів по трубопроводу подається у верхню частину випарного апарату. Для контролю витрат сиропу, на трубопроводі встановлюється витратомір, який показує кількість рідини, що направляється на процес випаровування. На кришці апарату розташований датчик тиску, для контролю тиску в над соковому просторі. Поруч з ним

встановлюється датчик температури, щоб контролювати температурний режим апарату. Над колектором, куди подається вторинна пара з третього корпусу, є датчик температури для контролю температури сиропу перед подачею пари, а також датчик тиску.

Коли сироп пройшов через труби він впадає у потовщену частину апарату, де через бокові патрубки відводиться вторинна пара четвертого корпусу. Частина цієї пари направляється в п'ятий корпус, частина в продуктове відділення, а інша частина на споживачі. Конденсат вторинної пари четвертого корпусу, що утворився в результаті процесу випаровування направляється в збірник конденсату.

Аміачні гази, що утворились виводяться за межі відділення. У потовщеній частині апарату встановлюється датчик температури, датчик рівня, і датчик тиску, для контролю відповідних параметрів.

Сироп, з якого випарувалась частина вологи направляється в наступний корпус. Далі процес випаровування повторюється. Одночасно через сусідній трубопровід подається гарячий конденсат. Коли сиропу набереться достатня кількість, щоб подавати на випаровування, тоді спрацьовує датчик рівня, і сироп перестає поступати в апарат. Якщо ж рівень сиропу по технічним причинам все ж таки продовжує поступати, тоді спрацьовує звуковий датчик, і на місце несправності направляється обслуговуючий оператор, який за допомогою вентеля перекриває подачу рідини в апарат.

Потім сироп за допомогою насосів по трубопроводу подається у верхню частину випарного апарату. Для контролю витрат сиропу, на трубопроводі встановлюється витратомір, який показує кількість рідини, що направляється на процес випаровування. На кришці апарату розташований датчик тиску, для контролю тиску в над соковому просторі. Поруч з ним встановлюється датчик температури, щоб контролювати температурний режим апарату. Над колектором, куди подається вторинна пара з четвертого

корпусу, є датчик температури для контролю температури сиропу перед подачею пари, а також датчик тиску.

Коли сироп пройшов через труби він впадає у потовщену частину апарата, де через бокові патрубки відводиться вторинна пара п'ятого корпусу. Частина цієї пари направляється на конденсатор, а частина на споживачі. Конденсат вторинної пари п'ятого корпусу, що утворився в результаті процесу випаровування направляється у відповідний збірник конденсату. У потовщеній частині апарату встановлюється датчик температури, датчик рівня, і датчик тиску, для контролю відповідних параметрів.

З п'ятого корпусу сироп з потрібною концентрацією за допомогою насосів направляється на вакуум-апарати.

Для того, щоб промити корпуси випарних апаратів від накипу використовується розчин соди і кислоти, які подаються насосами. Після

Параметр	Опис приладу	Тип приладу	Кількість	Виробник
температура	термометр опору ТСП 100 М діапазон	PSA-02.03.58.12.	6	PROMSAT м. Київ
тиск	датчик тиску	Sitrans Z Serial	6	Siemens м. Київ
витрати	витратомір	MAGFLO 1100	2	Siemens м. Київ
рівень	ємнісний сигналізатор	Pointek CLS 500	4	Siemens м. Київ
тиск температура	автоматичний потенціометр	KCM – 2		«Львівприлад» м. Львів

промивання апаратів розчин направляється в іригаційну мішалку.

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Попередження аварій і нещасних випадків не може бути забезпечено без належного інструктажу робітників по охороні праці. Розрізняють наступні інструктажі по охороні праці, які за характером і часом проведення поділяються на ввідний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий.

Навчання з безпеки на підприємствах починається з ввідного інструктажу, який проводить інженер по охороні праці. Інструктаж реєструється в журналі, де фіксується вид інструктажу, посада, прізвище і підпис того, хто проводив інструктаж і того, для кого він був проведений.

Після завершення інструктажу з питань охорони праці особа, яка його проводила, перевіряє здобуті працівником знання і набуті навички безпечних методів праці, а також робить необхідні записи до спеціального журналу, сторінки якого пронумеровані і скріплені печаткою. Журнал зберігається протягом 35 років. Перед допуском до самостійної роботи безпосередньо на місці проводиться первинний інструктаж.

Його проводить майстер індивідуально з кожним робітником в об'ємі інструкції для окремих видів робіт, або фахів конкретного виробництва, що реєструється в обліковій картці інструктажу.

Повторний (періодичний, плановий) інструктаж проводить майстер на кожному робочому місці з установленою для даного виробництва періодичністю. Ця періодичність не перевищує 6 місяців на звичайних роботах та 3 на роботах з підвищеною небезпекою.

Позапланові інструктажі проводяться майстром індивідуально, або з групою робітників одного фаху. Вони проводяться також у зв'язку зі змінами у правилах охорони праці, технологічного процесу, порушеннями робітниками правил техніки безпеки, які можуть привести до травми,

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи щодо охорони праці, екології		18-1999.ДП.07.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

пожежі, вибуху та ін., після довгої відсутності робітника (більш ніж 30 днів для робіт з підвищеною небезпекою та 60 днів для інших робіт).

Поточний інструктаж проводиться з робітниками перед роботами, на які оформлюється наряд-допуск. У наряді-допуску фіксується проведення інструктажу.

10.1. Виробнича санітарія та гігієна

Висота виробничого приміщення планується з врахуванням технологічного процесу і подальшого видалення з продуктового відділення надлишків тепла, виділення газів і вологи. Поверхня підлоги стін і стель є гладкою, зручною для очищення, задовольняє гігієнічні і експлуатаційні вимоги. В цеху потрібно підтримувати нормальні санітарно - гігієнічні умови (температуру, вологість, тиск і чистоту повітря) у відповідності з технічним проектом, правилами і нормами по охороні праці і виробничої санітарії.

Виробничі, складські, допоміжні, підсобні і побутові приміщення, проходи і робочі місця потрібно тримати в чистоті, не допускаючи загромождження робочих місць і проходів матеріалами, обладнанням, запасними частинами.

10.2. Мікроклімат виробничих приміщень

Оптимальними умовами вважаються такі, поєднання яких при тривалій і систематичній дії на людину зберігають нормальний тепловий стан. Продуктове відділення, де знаходяться випарні та вакуум-апарати, утфелеперемішувачі, центрифуги, характеризується підвищеною температурою повітря. Підвищена відносна вологість спостерігається в робочій зоні вакуум-фільтрів, а понижена - біля знаходяться випарних та вакуум-апаратів, на площадках центрифуг і утфелеперемішувачів.

Для визначення вологості повітря і температури в робочій зоні приміщень застосовують аспіраційний психрометр МВ-4М, або психрометр

ПБ-1БМ. Вимірювання проводиться не рідше одного разу в два місяці, а також при зміні технологічного процесу і зміні обладнання. Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в цеху відповідають вимогам санітарних нормам виробничих.

10.3. Освітлення виробничих приміщень

Система освітлення продуктового відділення та обладнання ділиться на природну, штучну, аварійну і комбіновану. В денний час максимально використовувати природне світло, яке проходить через вікна, а в темний період доби - світильники з люмінесцентними лампами для місцевого освітлення, або з лампами розжарювання для аварійного місцевого освітлення. Світильники з лампами розжарювання встановлюються для освітлення місць, де знаходяться вимірювальні прилади, пульти керування апаратами. Інші робочі місця забезпечуються загальним освітленням. Світильники аварійного освітлення застосовуються для продовження роботи, або евакуації людей. Світильники не розміщуються над гідравлічними затворами і запобіжними клапанами. Якщо лампи знаходяться в сирих приміщеннях, то корпус патрона виготовлений з ізоляційних матеріалів, а в жарких приміщеннях - з матеріалу необхідної теплостійкості. Очищення світильників проводиться електриком.

10.4. Техніка безпеки при обслуговуванні випарних апаратів

Будова, монтаж, обслуговування та експлуатація устаткування повинні відповідати вимогам ДСТУ.

При обслуговуванні цього обладнання потрібно не допускати завантаження випарних апаратів більше паспортної місткості. Перед пуском апаратів дати попередній сигнал. Не допускати попадання в робочу зону апарату сторонніх предметів. Неможна проводити очищення обладнання без відключення приводів, без попереджувальних табличок.

При раптовій зупинці обладнання, виникненні аварійної ситуації відключити привід, перейти на провертання вручну.

Неможна допускати розливів, своєчасно прибирати зону обслуговування обладнання.

Постійно дотримуватись особистої гігієни і завжди тримати в чистоті свій спецодяг.

10.5. Вентиляція

В теплий період року передбачена природна подача повітря через вікна і двері. Подача повітря механічним способом передбачена для вестибюлей, опалювальних переходів, гардеробних з душовими, приміщень управління, в холодний період року припливне повітря подається в приміщення цеху через вікна, або за допомогою припливних систем. В останньому випадку повітря підігрівається в калориферах до розрахункової температури. Для подачі припливного повітря на робочі місця в приміщенні цеху використовується така система, при якій в теплу пору року повітря подається попередньо зволожене, а в холодну пору року - підігріте в калорифері до заданої температури.

10.6. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи варщик повинен:

- надіти спецодяг: рукави застебнути, волосся прибрати під щільно облягаючий головний убір;
- перевірити зовнішнім оглядом технічний стан обладнання, арматури, контрольно-вимірювальних приладів, збереження заземлювального пристрою;
- перевірити відсутність сторонніх предметів всередині обладнання і на ньому;
- включити припливно - витяжну вентиляцію.

Під час огляду обладнання варщик повинен перевірити справність вентилів, кранів, штуцерів, парового і конденсаційного трубопроводів. Ширяння і витік води в місцях з'єднання труб і в вентилях не допускається.

Під час огляду контрольно-вимірювальних приладів необхідно перевірити справність манометра:

Про виявлені під час огляду недоліки або несправності варщик повинен доповісти керівнику робіт і не приступати до виконання робіт до усунення несправностей.

Вимоги безпеки під час роботи

Варщик зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов навчання і до якої допущений відповідальним керівником.

Забороняється доручати свою роботу ненавченим і стороннім особам.

Варщик повинен застосовувати необхідні для безпечної роботи справне устаткування, інструмент, пристосування, використовувати їх тільки для тих робіт, для яких вони призначені.

Вакуум-випарні апарати повинні бути обладнані пробовідбірниками, що дозволяють відбирати проби продукту, не порушуючи вакууму в робочій зоні. При відборі проб повинна бути виключена можливість опіку працівників.

Блокування вакуум-апарату повинна виключати можливість відкриття люка при підвищенні тиску у вакуумній порожнині вище атмосферного, пуску мішалок, подачі пара і продукту в апарат при порушенні вакууму.

Блокувальний пристрій повинен забезпечувати також подачу сигналу (звукового або світлового) при підвищенні тиску у вакуумній порожнині вище атмосферного.

Вимоги до варильного устаткування.

Установка і експлуатація апаратів повинна забезпечувати можливість безпечного огляду, очищення, промивання і ремонту їх.

Електричне обладнання та заземлення повинні бути виконані відповідно до Правил улаштування електроустановок.

Для управління роботою і забезпечення нормальних умов експлуатації повинні бути оснащені:

- запірної або запірно-регулюючої арматурою;
- приладами для вимірювання тиску;
- приладами для вимірювання температури;
- запобіжними пристроями;
- показчиками рівня рідини.

На шкалі манометра повинна бути нанесена червона риска, яка вказує робочий тиск в ємкості.

Ємкість, яка розрахована на тиск менше тиску яке її живить, повинна мати на підвідному трубопроводі автоматичний редукуючий пристрій з манометром і запобіжним клапаном, установленим на боці меншого тиску після пристрій для редукування.

Ємкості, які працюють під тиском, повинні піддаватися технічному огляду (зовнішньому, внутрішньому оглядам і гідравлічному випробуванню) після монтажу до пуску в роботу, а також періодично в процесі експлуатації відповідно. Результати технічного опосвідчення повинні записуватись у паспорт особою, яка проводила опосвідчення із зазначенням дозволених параметрів її експлуатації та строків наступних технічних оглядів.

10.7 Екологічні заходи

Шкідливі речовини через дихальні шляхи і шкіру можуть проникати в організм людини. Через легені - найбільш небезпечний і поширений шлях проникнення. Шкідливі та отруйні речовини у вигляді газів, парів, аерозолів, пилу проникаючи в організм людини у невеликих кількостях, викликають порушення його фізіологічних функцій. При певних умовах можуть перейти в отруєння.

Основними заходами локалізації виділення газу і пари в джерелі їх утворення є герметизація трубопроводів і обладнання. Герметизація нероз'ємних з'єднань здійснюється розвальцьовуванням, склеюванням або зварюванням, застосуванням ущільнюючих матеріалів на каучуковій основі.

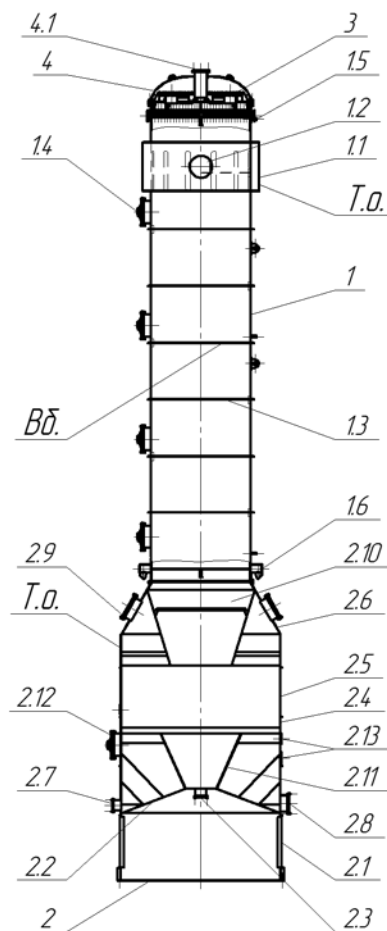


Рис. 10.1. Прямотечійно-плівковий випарний апарат ТВП

1 – грійо́ча камера; 1.1 – патрубкi підводу пари; 1.2 – парова рубашка; 1.3 - проміжні трубні напіврешітки; 1.4 – оглядові люки; 1.5 – аміачні відтяжки; 1.6 – патрубкi для відводу конденсату; 2 – сокова камера; 2.1 – опорна частина; 2.2 – конічне днище; 2.3 – патрубк для відведення сиропу; 2.4, 2.5 – циліндричні; 2.6 – конічна обичайки; 2.7 – патрубк для підведення сиропу із попереднього корпусу; 2.8 – патрубк для відведення сиропу на рециркуляцію у верхню частину апарату; 2.9 – патрубкi для відведення вторинного пара; 2.10 – направляючий конус; 2.11 – конус, який запобігає змішуванню; 2.12 – оглядовий люк; 3 – розподільчий пристрій; 4 – еліптична кришка; 4.1 – штуцер для підводу циркуляційного соку; Т.о. – термічні опіки; Вб. – вібрації

В цьому виді обладнання можливі термічні опіки в районі підведення до нього нагрівної пари температурою 132°C, та в нижній частині апарату, де відводиться вторинна пара температурою 114°C. Також бувають вібрації 2562-х трубок гріючої пари через проходження крізь них агенту швидкістю 15...30 м/с. Ці гази і пари не дуже загрожують життю працюючих, тому можна обмежитись індивідуальними засобами захисту (респіраторами).

У продуктовому відділенні широко використовуються посудини та апарати, що працюють під тиском. Вони належать до обладнання з підвищеною небезпекою, тому при їх конструюванні, виготовленні та експлуатації важливо знати та виконувати правила безпеки.

Для своєчасного виявлення можливих дефектів обладнання, яке працює під тиском, підлягає технічному опосвідченню перед пуском, періодично в процесі експлуатації, а в необхідних випадках - позачергово.

Пропозиції щодо покращення умов праці

Для покращення умов праці в продуктовому відділенні необхідно:

- встановити проміжні трубні у напіврешітки, на відстані 1500 мм одна від одної, для запобігання вібрації нагрівальних трубок, під дією великої швидкості нагрівної пари, що проходить через них;
- надійно теплоізулювати випарний апарат та трубопроводи, щоб температура на поверхні не перевищувала б 40°C.

Збереження людського життя і недопущення виробничих травм є основною задачею охорони праці, тому їй треба приділити максимум уваги.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті запропонована модернізація прямоотечійно-плівкового випарного апарату ТВП шляхом конструктивного вдосконалення сокорозподільчого пристрою.

Показано, що така конструкція сокорозподільчого пристрою покращує рівномірність зрошення поверхні нагрівання, і як результат - забезпечує стабільну роботу апарату при коливаннях витрат випарюваного соку.

Запропоноване технічне рішення дозволяє досягти позитивного ефекту, що полягає в інтенсифікації процесу теплопередачі, забезпеченні рівномірного зрошення поверхні нагрівання й зниженні енерговитрат на генерацію плівки, та гарантують значне зниження собівартості цукру.

В даному дипломному проекті розглянуто будову, роботу, монтаж, експлуатацію, наладку та ремонт прямоотечійно-плівкового випарного апарату ТВП. Також були проведені розрахунки цього обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	18-1999.ДП.07.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азрилевич М. Я. Технологическое оборудование сахарных заводов. - М.: Пищевая промышленность, 1972. 311с.
2. Андрианов И. О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов. - М.: Пищевая промышленность, 1973. 327с.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т. Т1-М.: Машиностроение, 1979. 728с.
4. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т. Т2. М. Машиностроение. 1979. 559с.
5. Волошин З. С. Макаренко Л. П., Яцковський П. В. Автоматизация сахарного производства. М. Агропромиздат. 1990. 271с.
6. Герасименко А. А. Кристаллизация сахара. К. Наукова думка. 1965. 315с.
7. Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов. М. Легкая и пищевая промышленность. 1983. 520с.
8. Економіка харчової промисловості. За редакцією Кошелюка С. П. Київ. Вища школа. 1994. 333с.
9. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин. М. Высшая школа. 1985. 416с.
10. Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О. та ін.; Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. За ред. І.С. Гулого. Вінниця. Нова книга. 2001. 576 с.
11. Никитин В. С., Бурашников Ю. М. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности. М. Агропромиздат. 1990. 350с.
12. Сапронов А. Р., Жушман А. И., Лосева В. А. Общая технология сахара и сахаристых веществ.—М.: Агропромиздат. 1990. 397с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зарчанський Б.Л	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаної літератури	18-1999.ДП.07.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миронюк В.Г.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

13. Сегеда Д. Г., Дашевський В. И. Охрана труда в пищевой промышленности. М. Легкая и пищевая промышленность. 1983. 344с.

14. Штангеев В.О., Кобер В.Т., Белостоцкий Л.Г. и др.; Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. 4.1. Под ред. В.О. Штангеева. К. 2003. 352 с.

15. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов. Под редакцией Велика ВТ. Киев. Техника. 1982. 304с.

16. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. К. Аграрна освіта. 2001. 224 с.