

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра "Процеси та обладнання хімічних
і нафтопереробних виробництв"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

**Кваліфікаційна робота бакалавра
зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг
обладнання хімічних виробництв"**

Тема роботи: Сушильна установка у виробництві цукру -
піску . Розробити барабанну сушарку .

Виконав:
студент групи ХМдн-54-чк
Сиротюк Василь Федорович

Підпис

Залікова книжка
№ _____

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

Керівник:
ст.викладач

з оцінкою _____

Корнієнко Віктор Миколайович

" ____ " _____ 20__ р.

підпис, дата

Підпис голови
(заступника голови) комісії

СУМИ 2020

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних
виробництв"

Курс 3 Група ХМдн-54-чк Семестр

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студент Сиротюк Василь Федорович

1 Тема проекту: Сушильна установка у виробництві цукру - піску .
Розробити барабанну сушарку .

2 Вихідні дані: Розробити барабанну сушарку. Продуктивність 4400 кг/год. Вміст вологи(% мас.):початковий-4,5;кінцевий-0,3.

3 Перелік обов'язкового графічного матеріалу (аркуші А1):

- | | |
|--|------------|
| 1. <u>Технологічна схема сушки цукру</u> | – 1, 0арк. |
| 2. <u>Складальне креслення апарату</u> | – 1,0 арк. |
| 3. <u>Складальні креслення вузлів</u> | – 1,0 арк. |

4 Рекомендована література: 1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми : СумДУ, 2019. – 32 с.; 2.Малежик І.Ф. Процеи і апарати харчових виробництв.Курсове проектування/ І.Ф.Малежик. –К. :НУХТ,2012. –544с.

5 Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

Етапи та розділи проектування	ТИЖНІ				
	1	2,3	4,5	6,7	8
1 Вступна частина	x				
2 Технологічна частина		xx			
3 Проектно-конструкторська частина			xx		
4 Розробка креслень				xx	
5 Оформлення записки					x
6 Захист роботи					x

6 Дата видачі завдання

жовтень 2019 р.

Керівник

ст. викл.Корнієнко В.М.

підпис

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Технологічна частина	
1.1 Опис технологічної схеми виробництва цукру-піску.....	6
1.2 Теоретичні основи процесу.....	11
1.3 Опис об'єкту розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.....	17
2 Технологічні розрахунки процесу і апарата	
2.1 Матеріальний та тепловий баланси.....	23
2.2 Технологічні розрахунки.....	28
2.3 Конструктивні розрахунки.....	35
2.4 Гідралічний опір апарата.....	36
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	37
3 Розрахунки апарата на міцність та герметичність	
3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки.....	41
3.2 Розрахунок і вибір опори.....	46
3.3. Розрахунок вала опорного ролика.....	49
4 Монтаж та ремонт апарата	
4.1 Монтаж розробленого апарата.....	52
4.2 Ремонт апарата.....	58
5 Охорона праці.....	62
Висновки.....	69
Список літератури.....	70
Додаток А – Зображення в І-х діаграмі процесу	
Додаток Б - Специфікації	

					ПОХНВ.Р.00.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата			
Розроб.		Сиротюк			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Корнієнко			3	70	
Н. контр.		Корнієнко			СумДУ, гр. ХМдн-54чк		
Затв.		Складінський					

Сушильна установка у виробництві
цукру-піску. Розробити барабанну
сушарку

ВСТУП

Цукрове виробництво є найбільш потужною галуззю харчової промисловості. Цукрово-піскові заводи звичайно розташовані поблизу від посівів цукрового буряка й працюють сезонно.

Розвиток і вдосконалювання цукрової промисловості йшло в декількох напрямках: збільшувалося загальне вироблення цукру, підвищувалася середня потужність підприємств, змінювалося їхнє географічне розміщення, автоматизувався і удосконалювався технологічний процес виробництва цукру.

Цукор-пісок – високоякісний харчовий продукт, що відрізняється високим ступенем чистоти й приємним солодким смаком. Він являє собою майже стовідсоткову сахарозу. Цукор має гарну засвоюваність і досить високою енергетичною здатністю. Він сприяє більш швидкому засвоєнню використаної разом з ним їжі. Установлене також, що після вживання в їжу цукру підвищується сприйнятливість наших органів почуттів (зору, слуху) і підсилюється увага.

Сировиною для одержання цукру служать цукровий тростник і цукровий буряк.

Відходи цукрового виробництва: патока і жом, використовуються в спиртовій промисловості й тваринництві. Так патока є основною сировиною для виробництва спирту на спиртзаводах, а жом, сирий або гранульований, іде на корм худобі.

Цукор широко використовується як населенням, так і всією харчовою промисловістю. Сушінням називається процес вилучення вологи з твердих, вологих, пастоподібних та рідких матеріалів шляхом її випарювання та відводу пари, що утворюється. При цьому волога з матеріалу видаляється шляхом дифузії з внутрішніх шарів до поверхні та випаровування її в навколишньому середовищі.

Сушіння є найбільшим енергоємним процесом вилучення вологи з матеріалів. Відомо що на вилучення 1 кг. вологи випарюванням у багатокорпусній випарній установці питома витрата теплоти становить 0,7-0,8 МДж. , а для вилучення 1 кг вологи сушінням ці витрати становлять 3-6 МДж. Тому

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в практиці спостерігається прагнення до комбінування різноманітних способів вилучення вологи, наприклад механічне завантаження + сушіння, випаровування + сушіння. При цьому сушіння проводиться наприкінці технологічного процесу оброблення вологих продуктів (до досягнення низької залишкової вологості.)

Завдання сушіння не обмежується вилученням вологи. Це водночас і технологічний процес під час якого змінюються властивості матеріалів структурно-механічні, фізико-хімічні, технологічні та біологічні. Сушіння продуктів проводиться з метою запобігання або уповільнення фізико-хімічних, біологічних, та інших процесів, підвищення термінів зберігання, зменшення площі складських приміщень при зберіганні, зниження транспортних витрат, концентрації поживних речовин, одержання якісно-нових продуктів (наприклад, сухого молока)

Сушіння широко застосовується в багатьох харчових та переробних виробництвах.

У буряко-цукровому виробництві висушують цукор-пісок, цукор-рафінад і жом.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1.Опис технологічної схеми виробництва цукру-піску [1]

Технологічна схема виробництва цукру-піску включає такі операції: очищення буряків від домішок, одержання бурякової стружки, одержання дифузійного соку, очищення дифузійного соку (дефекація, сатурація, сульфитація, фільтрація), загушення соку, очищення і варіння сиропу, одержання утфелю, центрифугування і пробілювання, сушіння цукру-піску. Буряк частково відмивається від домішок у гідравлічному транспортері. Для остаточного очищення буряка від забруднень і додаткового відділення важких і легких домішок застосовуються бурякомийки. Для витягу цукру з буряка дифузійним способом буряку необхідно додати вид стружки. Процес одержання стружки з бурячного кореня здійснюється на бурякорізках за допомогою дифузійних ножів, установлених у спеціальних рамках.

Після того, як буряк був порізаний у стружку, стружка по стрічковому транспортері направляється до дифузійного апарата, попередньо роблять зважування стружки стрічковими вагами. Найважливіша вимога, пропонована до дифузійних апаратів - це строге дотримання принципу проти току соку і стружки при рівномірному заповненні всього апарата.. Стружка не повинна перемішуватися в ході процесу, а лише переміщатися, якщо в апараті є транспортуючі пристрої. Для одержання дифузійного соку високої якості в апараті варто підтримувати певну температуру, а тривалість дифундування повинна бути оптимальної. Дифузійний сік - полікомпонентна система. Він містить сахарозу й нецукри, представлені розчинними білковими, пектиновими речовинами й продуктами їхнього розпаду, що редукують цукрами, амінокислотами й ін.

Дифузійний сік містить, крім сахарози, значну кількість розчинних нецукрів. Найпростішим і найдешевшим способом очищення є обробка

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дифузійного соку вапном (дефекація) з наступним виділенням надлишку останнього вуглекислим газом (сатурація).

Сульфітація — це обробка цукрових розчинів діоксидом сірки. Мета сульфітації — знебарвлення барвників шляхом їх відновлення і перетворення в лейко з'єднання, блокування карбонільних груп альдегідів і кетонів, щоб запобігти утворенню барвників.

Сік після сульфітації подається через три групи підігрівачів. Нагрівання в першому підігрівачі проводиться до температури 65°C, в другому підігрівачі – до температури 80°C, в третьому підігрівачі – до температури 90°C. Після цього підігрітий сік нагнітається в перший корпус випарної станції. Підігрів цього корпусу проводиться технологічним паром (це суміш відпрацьованого пара турбін і редуційного пара), який надходить з колектору з температурою 120-132°C.

Підігрів соку в підігрівачах першої і другої групи проводиться вторинним паром відповідно першого і другого корпусів випарної станції, обігрів третього підігрівача здійснюється технологічним паром. Сік із першого корпусу перетікає в другий в якому підтримується температура 110-118°C, потім в третій з температурою 104-110°C та четвертий з температурою 93-103°C. З четвертого корпусу упарений сік подається в збірник рідкого сиропу з клеровкою. Із збірника рідкого сиропу з клеровкою насосом сік подається на сульфітатор сиропу , де обробляється сірчанним газом SO₂ (який утворюється в печах) для зменшення кольоровості соку.

Обігрів корпусів здійснюється за рахунок вторинної пари випарних апаратів, що очистилися від крапель соку в сепараторах.

Проходячи послідовно всі корпуса сік за рахунок випарювання із нього води згущається до концентрації сухих речовин ≈ 65%.

По даній схемі сироп після випарної станції поступає у вакуум-апарат першого продукту , де упарюється при температурі 70-75 °C до концентрації сухих речовин 92%-93%. Пар подається у вакуум-апарат з першого чи другого ступеня випарної станції. Несконденсовані пари з парової камери вакуум-апарата

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відводяться на послідувачу стадію випарної станції, вторинна пара, що утворився при варці утфеля, направляється на конденсатор. Готовий утфель першої кристалізації спускають в приймальну утфелемішалку, де до нього добавляють воду температурою 75°C для зниження коефіцієнта перенасичення міжкристального розчину до 1,03-1,06.

Вивільнившись вакуум-апарат пропарюють паром із першого корпусу випарної установки і розчин, що утворився цукру (пропарки) приєднують до утфелю.

Із утфелемішалки утфель надходить через шестерінчастий насос до утфелемішалки і потім б центрифугу, де його фугують відбором двох відтік/вбілої патоки та зеленої патоки в результаті промивки кристалів цукру піску водою температурою 70-95° С. Після відділення першого відмітку (зеленої патоки) відфугований цукор пробілюють (при цьому утворюється другий відтік - біла патока) додою, перегрітою до температури 115-120°C і подаваймої в кількості 2-3% до маси фугованого утфеля. Різність відтоків повинна складати 5-7%. Білу патоку направляють б збірник і відцентровим насосом, білої патоки направляють б збірник. Зелену патоку б збірник і насосом відцентровим далі на випарювання. Цукор-пісок вологістю 0,8% вивантажують на вібраційний конвеєр 11 і далі подають на сушку.

Цукор-пісок повинен бути сипучим, а в цукрі-піску для промислової переробки допускаються грудки, що розпадаються при легкому надавлюванні.[2] Розчин має бути прозорим або зі слабкою опалесценцією, без нерозчинного осаду, механічних або інших сторонніх домішок. Смак передбачено солодкий, без сторонніх присмаку і запаху як у сухому цукрі, так і в його водному розчині (10г цукру-піску у 100 см³ дистильованої води). Колір цукру-піску повинен бути білим, в цукрі для промислової переробки допускається жовтуватий відтінок.

Цукор-пісок відрізняється від цукру-піску для промислової переробки мінімальною масовою часткою сахарози відповідно 99,75 і 99,55%, граничною масовою часткою редукуючих речовин 0,050 і 0,065, золи — 0,04 і 0,05, вологи 0,14 і 0,15%. Кольоровість цукру-піску допускається до 0,8 умовних одиниць або

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

104 одиниці оптичної густини, а цукру-піску для промислової переробки відповідно 1,5 і 195 г. Кристалізація цукру - завершальний етап у його виробництві. Тут виділяють практично чисту сахарозу з багатоконпонентної суміші, який є сироп.

Метою сушіння є видалення поверхневої вологи й забезпечення тривалого зберігання кристалічного цукру. На сушіння направляється цукор з $t=60^{\circ}\text{C}$ після центрифугування й вологістю 0.8-1.2%. [2]

Для забезпечення тривалого зберігання вологість повинна відповідати відносній вологості сховища. Вологість і температуру нормують залежно від способу зберігання.

Існують два способи зберігання: тарний у мішках 50 кг вологість до 0.14% і температура до 25°C і безтарний - у силосах ємністю 10000-20000 т вологістю не більше 0.04% й t до 22°C .

Після центрифуг цукор-пісок вологістю 0.8-1.8% подають виброконвейером до елеватора. Вологий цукор піднімається елеватором і попадає в сушильну частину установки, де висушується гарячим повітрям ($t=105^{\circ}\text{C}$). Сушіння виробляється в прямотоке, що дозволяє не перевищувати критичну температуру розкладання сахарози (85°C). Охолодження цукру здійснюється в протivotоке, температура цукру знижується до 20°C .

Технологічні параметри процесів сушіння й охолодження [2]:

- вологість цукру, що надходить у сушильні установки - не більше 1,0%;
- температура цукру, що надходить на сушіння - $40-50^{\circ}\text{C}$;
- температура висушеного цукру - $20-25^{\circ}\text{C}$;
- вологість цукру - до 0,14%
- цукор на дотик повинен бути сипучим, без грудок.

Технологічна схема сушіння й охолодження цукру-піску включає транспортування вологого цукру в сушильне відділення, сушіння й охолодження цукру-піску, уловлювання домішок і пилу.

Вихідний з-під центрифуги білий цукор має високу температуру й значну вологість - 0,8 - 1%. Товарний цукор-пісок повинен мати вологість 0,04 - 0,14%,

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому цукор, що виходить з-під центрифуг, повинен бути висушений й охолоджений.

Після центрифуг цукор-пісок подають вібротранспортером на елеватор і далі в сушильно - охолоджувальну установку. Установка складається із сушильного апарата барабанного безперервного прямоточного типу і охолоджувального апарата – протитічного типу. Вологий цукор надходить у сушильний апарат, де сушиться очищеним у масляному фільтрі і нагрітому в калорифері гарячим повітрям, засмоктуваним в апарат вентилятором. Висушений цукор із сушильного апарата попадає в охолоджувальний барабан, через який вентилятор пропускає очищений у фільтрі холодне повітря.

Для очищення від пилу повітря, що подається на сушіння або охолодження цукру, застосовують масляні самоочисні фільтри. У цьому фільтрі очищення від пилу здійснюється в процесі проходження його через дві нескінченні безупинно - сітки, що рухаються від електродвигуна, змочені маслом. При своєму русі сітки проходять через масляний бак, де з них змивається осілий пил.

Охолоджений цукор через турнікети надходять на стрічковий конвеєр з магнітним сепаратором, де грудки відокремлюють і направляють у клеровочний апарат, а цукор-пісок конвеєром подають у бункери, звідки - на зважування й упакування.

Повітря з апаратів надходить у мокрі пиловловлювачі, де зрошується соком 2-й сатурації. Мокре очищення полягає в уловлюванні пилу за допомогою бризів води або соку 2-й сатурації, розчиненні цукру й напрямку цього розчину в клеровочний апарат. Для цієї мети у верхню частину циклона – вловлювача (скрубера), установлюють пирскавки, у які подають рідину. Уловлений цукровий пил, розчинений у пиловловлювачі, опускається в клеровочний апарат, куди з також грудки цукру. Насосом клеровка виводиться в продуктове відділення. Звільнений від пилу повітря викидається в атмосферу.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Теоретичні основи процесу [3]

Сушінням називається процес вилучення вологи з твердих, вологих, пастоподібних та рідких матеріалів шляхом її випарювання та відводу пари, що утворюється. При цьому волога з матеріалу видаляється шляхом дифузії з внутрішніх шарів до поверхні та випаровування її в навколишньому середовищі.

Сушіння є найбільшим енергоємним процесом вилучення вологи з матеріалів. Відомо що на вилучення 1 кг. вологи випарюванням у багатокорпусній випарній установці питома витрата теплоти становить 0,7-0,8 МДж. , а для вилучення 1 кг вологи сушінням ці витрати становлять 3-6 МДж. Тому в практиці спостерігається прагнення до комбінування різноманітних способів вилучення вологи, наприклад механічне завантаження + сушіння, випаровування + сушіння. При цьому проводиться наприкінці технологічного процесу оброблення вологих продуктів (до досягнення низької залишкової вологості.)

Завдання сушіння не обмежується вилученням вологи. Це водночас і технологічний процес під час якого змінюються властивості матеріалів структурно-механічні, фізико-хімічні, технологічні та біологічні. Так під час переробки на млинах сухого зерна збільшується вихід борошна і зменшується витрата енергії на його одержання. Таке борошно краще зберігається. Сушіння насінного зерна підвищує схожість насіння.

Сушіння широко застосовується в багатьох харчових та переробних виробництвах. У буряко-цукровому виробництві висушують цукор-пісок, цукор-рафінад і жом; у спиртовому – відходи виробництва, кормові та харчові ріжджі ; у пивоварному – солод; у крохмалопоточному крохмаль – та відходи виробництва; у макаронному – макаронні вироби.

Сушінню піддаються також такі харчові продукти, як зерно, молоко, бульйони , соки, м'ясо , яйця ,плоди, овочі , хліб та ін..

Процес сушіння все ширше застосовується у харчуванні для одержання сухих напівфабрикатів з тіста, швидкорозчинних овочевих і фруктових порошоків, сухарів, консервації залишків харчів, тощо.

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ				

Розрізняють два види сушіння: природне та штучне. Природне сушіння проводять на відкритому повітрі без додаткового нагрівання, цим способом сушать тютюн, рибу, сіль, зерно, овочі, плоди та іншу рослинну сировину. Штучне сушіння здійснюється в спеціальних сушільних установках з підведенням теплової енергії.

Вологу з матеріалу можна усунути різноманітними способами: механічним, фізико-хімічним і тепловим.

Під час механічного способу вологу видаляють пресуванням, відсмоктуванням насосами, фільтруванням, центрифугуванням. За цього випадку забезпечується часткове вилучення вологи з матеріалу.

Фізико-хімічний спосіб базується на абсорбції вологи хлористим кальцієм, сірчаною кислотою, силікагелем та іншими гігроскопічними речовинами. Спосіб складний, оскільки пов'язаний з приготуванням та регенерацією порівняно дорогих абсорбентів. Застосовується в лабораторній практиці і для осушування газів.

Під час теплового способу вологу з матеріалів виділяють випаровуванням, випарюванням і подальшою конденсацією. Спосіб застосування у випадку необхідності найповнішого вилучення вологи з матеріалу.

В основі механічних і фізико-хімічних лежать принцип вилучення з продуктів вологи без змін її агрегатного стану, тобто у вигляді рідини.

Під час теплових способів волога переходить у пароподібний стан і видаляється з продуктів у вигляді водяної пари.

Цей спосіб сушіння пов'язаний з витратою тепла що йде на зміну агрегатного стану вологи.

Розрізняють основні способи сушіння - контактний і конвективний; і спеціальні – радіаційний, діелектричний і сублімаційний. Під час контактного (або кондуктивного) сушіння теплота до продукту передається від теплоносія (повітря, димових газів або водяної пари) або будь-якого іншого джерела через стінку, що їх розділяє. Контактним способом сушать молоко, дріжджі, картопляне пюре, пастоподібні овочеві та фруктові продукти. Конвективне сушіння протікає

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

під час безпосереднього стикання нагрітого сушильного агента з вологим матеріалом. Цим способом найбільш розповсюдженим у сушильній техніці сушать хлібні та макаронні вироби, цукор, овочі, плоди, зерно, молоко, меланж деякі кондитерські вироби. Радіаційне сушіння здійснюється шляхом опромінення продукту інфрачервоними променями є швидке його прогрівання, в той час, як повітря в просторі між ІЧ випромінювачем і матеріалом майже не нагрівається в полі струмів високої та невисокої частоти.

Сублімаційне сушіння – це вилучення вологи з матеріалу шляхом перетворення її на лід, а після цього проминувши рідку фазу на водяну пару.

Більшість харчових продуктів є вологими тілами, що містять велику кількість води.

Процес вилучення вологи з продукту супроводжується порушенням зв'язку вологи з матеріалом, на що витрачається енергія. Від характеру цього зв'язку залежить режим сушіння, що забезпечують найбільш ефективно вилучення вологи. З матеріалу на що витрачається енергія.

Від характеру цього зв'язку залежить режим сушіння, що забезпечують найбільш ефективно вилучення вологи.

На сьогодні прийнято класифікацію фази зв'язку вологи з матеріалом, в основу якої покладено енергетичний принцип, тобто оцінюється кількість енергії необхідної для вилучення вологи з даного матеріалу. Відповідно з цією класифікацією форми зв'язків поділяють на три великі групи: хімічну, фізико-хімічну, та механічну.

Хімічно в'язана волога – це волога, що знаходиться в хімічному сполученні з матеріалом і при сушінні не видаляється.

Фізико-хімічний зв'язок включає такі форми: адсорбційну, осматичну та структурну .

Адсорбційно зв'язана волога утримується завдяки адсорбції шарів молекул на внутрішній поверхні мікро пор твердого матеріалу.

Осматично зв'язана волога знаходиться в середині пор і каналів твердого тіла : вона віддалена напівпроникне ними мембранами і вміщується в твердих

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тілах рослинної та колоїдної будови. Структурна волога потрапляє в середину клітин гелю під час утворення його і міститься в клітинах рослинних тканин.

Механічна волога міститься в капілярах тіла - капілярна волога і на його поверхні (поверхня або волога змочування). Механічно зв'язана волога (інколи її називають вільною або зовнішньою) має надто не міцний зв'язок з матеріалом і легко може бути видалена з нього механічним способом (наприклад - пресування), або випарювання (так само як вона випарюється з поверхні води).

Залежно від переважної форми зв'язку вологи з матеріалом, усі тверді харчові продукти прийнято розподіляти на три групи: капілярно - пористі, колоїдні.

У капілярно пористих матеріалах волога зв'язана механічно капілярною силою (наприклад - цукор, сіль)

Під час сушіння вони робляться крихкими. Під час зволоження добре поглинають будь яку рідину.

До колоїдних відносять продукти, в яких переважає адсорбційна і осматична зв'язна волога (наприклад желатин, мучне тісто).

Під час сушіння вони не стають крихкими, від висушення сильно стискаються, зберігаючи еластичність. Під час зволоження колоїдні матеріали вбирають тільки близькі за полярністю рідини.

Властивості вологих матеріалів характеризуються рядом параметрів у тому числі температурою, вологістю, теплоємністю, теплопровідністю та ін.

Загальна маса вологого матеріалу дорівнює

$$G = C_{с.p} + W \quad (1.1)$$

де $C_{с.p}$ - маса абсолютно сухої речовини,

W - маса вологи (води)

Виражене у відсотках відношення маси волог в матеріалі до загальної його маси називають вологістю

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W=100W/C = 100W/(C_{с.р} + W) \% \quad (1.2)$$

Відношення маси вологи в матеріалі до маси абсолютної сухої речовини називають вологовмістом

$$U= W/C_{с.р} = W/(G - W) \quad (1.3)$$

Вологовміст вимірюється в кг/кг ,або у відсотках.

Зазвичай волога в матеріалі розподілена нерівномірно. Тому розподіляють середню концентрацію вологи в матеріалі або концентрацію в даній тачці.

Залежно від умов вологий продукти віддає в навколишнє середовище вологу або поглинає її. Навколишнє середовище це вологе повітря, яке складається із сухого повітря та водяної пари в навколишньому середовищі і в поверхні вологого матеріалу. Для того щоб волога випарювалась з поверхні матеріалу, необхідна така умова:

$$P_m > P_n : P_m - P_n \leq \Delta P \quad (1.4)$$

де P_n - парціальний тиск водяної пари в повітрі.

P_m - тиск пари води на поверхні матеріалу.

ΔP - рушійна сила.

Кількість пари,що надходить з поверхні матеріалу в повітря, визначається за законом випарювання з вільної поверхні.

$$W= KB(P_m - P_n) S \cdot t \quad (1.5)$$

де KB - коефіцієнт випарювання.

S - поверхня випарювання;

t - тривалість сушіння.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вологу яку можна видалити в процесі сушіння, $W_{\text{вид.}}$ Визначають різницею між вологістю матеріалу W_p (яка визначається відносною вологістю повітря)

І виражається у відсотках:

$$W_{\text{вид.}} = W - W_p \quad (1.6)$$

Щоб збільшити $W_{\text{вид.}}$, потрібно зменшити W_p , тобто для сушіння потрібно використати повітря з меншою відносною вологістю.

Барабанна сушарка, де теплоносієм є нагріте повітря основним елементом є барабан що обертається на роликах, спираючись на них своїм бандажами. Барабан обертається за допомогою зубчатого вінця що перебуває у зачепленні з шестернею, яка приводиться в дію від електродвигуна через редуктор. Швидкість обертання барабана 1-8 об/хв., а діаметр його залежить від продуктивності і приймається в межах 1100-2200 мм. Відношення довжини барабана до його діаметра становить 3,5 : 1 до 7:1. Барабан встановлюється горизонтально або з незначним нахилом в бік переміщення матеріалу. Для розгалуженого контакту матеріалу з теплоносієм у барабані встановлюється насадки, які бувають різної форми. Напрямки взаємного руху матеріалу і теплоносія можуть бути прямоотечійними, протитечій ними або перехресними.

Важливою технологічною характеристикою барабанних сушарок є напруження об'єму барабана по волозі, що визначається за формулою

$$A = W/V\tau, \quad \text{кг/м}^3 \cdot \text{год.} \quad (1.7)$$

де W – кількість вологи, що видаляється з матеріалу за період t , кг.

V – барабана . м³,

τ – термін сушіння, год.

Рекомендовані значення A приймаються для цукру-піску $A=8-9$; для пшениці $A= 20-30$; для кукурудзяної мезги $A=40-50$; для бурякового жому, який

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висушують при $t=750\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $A = 185$, а при $t=400\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $A = 100$; для кам'яного вугілля $A=32-40$.

1.3 Опис об'єкта розробки та вибір основних конструктивних матеріалів [1]

Сушіння сипучих матеріалів із високим вмістом вологи проводиться у барабанних сушарках топковими газами або відхідними газами з котельних установок. Конструктивна схема барабанної сушарки, що працює на топкових газах являє собою барабан на внутрішній поверхні якого розміщені насадки. З вихідного боку барабана знаходиться завантажувальний лоток що служить для регулювання часу перебування матеріалу в барабані. Сушарка комплектується шнеком для відбору сухого матеріалу, димососами для відпрацьованого теплоносія і циклонами.

Вологий матеріал поступає у сушильний барабан і за допомогою насадок рівномірно розподіляється по його перерізу. Переміщення матеріалу у барабані проходить за рахунок газів і наявності насадок. Барабанна сушарка складається із трьох основних частин: завантажувальної камери, розвантажувальної камери й сушильного барабана.

Барабан сушарки 1 (малюнок 2.2) являє собою циліндричний зварений корпус виготовлений з листової сталі товщиною 10-15 мм, у якому відбувається безпосередньо процес сушіння. Барабан нахилений під невеликим кутом (3-5%) до обрїю, що забезпечує безперервний рух матеріалу від входу в сушарку до виходу з її.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

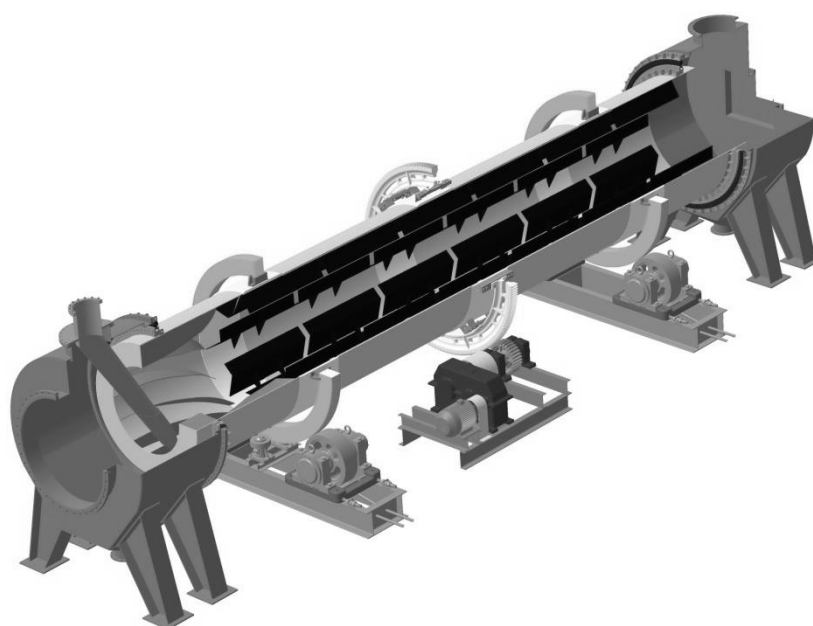
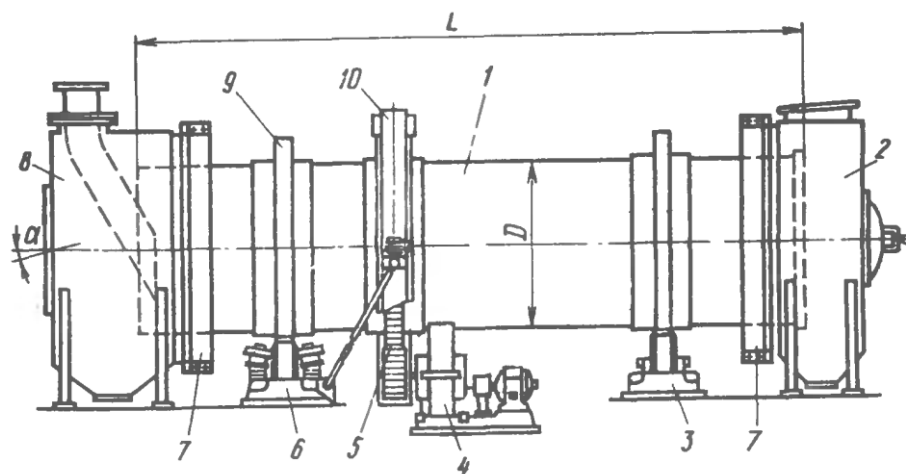


Рисунок 1.2 - Схема і загальний вид барабанної сушарки

Корпус установлений на двох бандажах 9, які у свою чергу встановлені на опорні 3 і опорно-упорні 6 ролики.

Бандаж служить для передачі ваги від сушарки й від матеріалу, що висушує, на опорні станції. Опорних станцій може бути трохи (залежно від довжини барабана і його ваги в робочому стані). Але найчастіше дві опорні станції бувають опорними й опорно-завзятими. Опорні станції сприймають тільки радіальне навантаження. Опорно-зав'язані станції, крім того, ще сприймають й осьове навантаження, перешкоджаючи осьовому зсуву барабана. Дана установка постачена однією зав'язаною й однією опорно-зав'язаною станціями.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ

Арк.

18

Обертання барабана передається від індивідуального приводу через редуктор 4 і вінцьову шестірню 5. Вінцьова шестірня являє собою циліндричне прямозубе зубчасте колесо, що надівається зверху на барабан сушарки.

Залежно від діаметра барабана існують різні способи кріплення бандажів і вінцьової шестірні на поверхні барабана. Для барабанів, діаметр яких перевищує 1 м, найчастіше застосовують вільне кріплення бандажів, які надіваються на чавунні або сталеві башмаки. Башмаки повернені завзятими голівками в різні сторони для попередження аксіального зсуву бандажа.

Привідна шестірня одержує обертання від електродвигуна через редуктор 4 і передає це обертання веденій шестірні, викликаючи обертання барабана.

Завантажувальна камера служить для завантаження матеріалу в корпус сушарки, подачі сушильного агента і перешкоджає втратам продукту у навколишнє середовище. Для завантаження матеріалу в барабан у завантажувальній камері є тічка. Для подачі сушильного агента є штуцер. Для запобігання матеріальних втрат завантажувальна камера постачена манжетним ущільненням.

Матеріал з бункера 8 рівномірно подається живильником у барабан з боку піднятого кінця. У результаті нахилу барабана і його обертання матеріал безупинно переміщається до опущеного кінця. Гаряче повітря, продувається повітродувками через барабан й, обмиваючи вологі шматки матеріалу, висушують їх. Необхідність застосування двох послідовних барабанних сушарок продиктована особливостями речовини, що сушиться. При сушінні цукру не допускається його перегрів (плавлення при сушінні цукру неприпустимо) тому догрівається цукор поетапно. Барабан усередині обладнаний перевалочними пристроями - лопатевими насадками, які збільшують поверхню міжфазного контакту, перешкоджають слеживаємості матеріалу й забезпечують рівномірний прогрів і випар вологи, тобто сприяють кращій аерації матеріалу. Зовні барабан покритий шаром теплоізоляції для зменшення втрат тепла в навколишнє середовище.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Розвантажувальна камера служить для вивантаження висушеного матеріалу із сушарки, відводу відпрацьованого сушильного агента, перешкоджає втратам речовини й газу, що гріє, у навколишнє середовище. Для вивантаження матеріалу з барабана у розвантажувальній камері є збірна камера, з якої приділяється матеріал. Для відводу відпрацьованого сушильного агента вгорі камери є патрубок, що відводить. Для запобігання матеріальних втрат розвантажувальна камера постачена манжетним ущільненням.

Висушений продукт, що виходить із протилежного завантаженню кінця барабана, надходить у транспортуючий механізм і відправляється на подальшу переробку.

Гази, що осушують, проходячи через барабан і стикаючись із матеріалом, що рухається, насичуються пилом. Перед видаленням відпрацьованих газів в атмосферу їх очищають від пилу спочатку в скруберах.

Вибір конструкційних матеріалів [8]

Жароміцність характеризується межею міцності – напругою яка викликає руйнування при заданій температурі вданому інтервалі часу.

Матеріалом для виготовлення сушарки є жаростійка сталь. До таких сталей відносять сталі і сплави, які мають властивість стійкості проти хімічного руйнування поверхні в газовому середовищі при температурах вище 550 °С і працюючих в ненавантаженом чи слабонавантаженом стані. При високій температурі в умовах експлуатації в середовищі нагрітого повітря в продуктах горіння топлива відбувається окислення сталі (газова корозія). На поверхні сталі утворюється спочатку тонка плівка окисів яка з часом збільшується, і утворюється окалина.

Для роботи при температурах до 400 °С використовують звичайні конструкційні сталі (вуглеродисті та низьколеговані). Тоді, у відповідність до [3] вибираємо матеріал для барабана сушарки і конструктивних елементів, які безпосередньо контактують із середовищем за нормальної температури не вище 300°С, -сталь СтЗспЗ ГОСТ 380-94.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СтальСтЗспЗ – це вуглецева сталь звичайного якості. Сталь в заданому середовищі при робочих параметрах хімічно і корозійно-стійка, має добру зварюваність, високі показники міцності і пластичні характеристики у робочих умовах, допускає холодну й гарячу механічну обробку, дуже розповсюджена для у харчовій промисловості.

Бандажі виготовляються з якісних вуглецевих сталей у тому, щоб забезпечити довговічність, оскільки зміна бандажів барабанів надзвичайно важка. По [3] вибираємо сталь35Л ГОСТ 977-86 ,яка застосовується виготовлення деталей, яких пред'являються вимоги підвищеної міці й високого опору зносу, працюючих під впливом середніх статичних і динамічних навантаженнях.Відливки піддаються термообробці: поліпшення (нормалізація за нормальної температури 860...880 °З повагою та відпустку за нормальної температури 600...630 С [3]).

Вінцова шестірня є дуже відповідальною деталлю, працюючу при високих напругах. Тому венцові шестерні відливаються із сталі й зуби їх фрезеруються. По [3] вибираємо сталь45Л ГОСТ 977-86 ,застосовується для виготовлення деталей, до яких пред'являються вимоги підвищеної міці й високого опору зносу, працюючих під впливом середніх статичних і динамічних навантажень. Твердість робочих поверхонь зубів вінцової шестерні $M_M > v_2 = 235 \dots 262 \text{HB}$, підвінцової шестерні $H_{\text{HB1}} = 269 \dots 302 \text{HB}$.

Задля більшої необхідної твердості робочих поверхонь зубів колеса і шестерні призначається термообробка-покращення (нормалізація за нормальної температури 860...880 з витримкою та відпустком за нормальної температури 600...630 °З [3]). Застосування шестерен з твердістю $M_M > 350 \text{HB}$ дає змогу виконувати чистовое нарізування зубів після термообробки. У цьому можна одержувати високу точність не залучаючи дорогих опоряджувальних операцій (шліфування, притирання тощо.).Колеса цієї групи добре приробляться і піддаються незначному зношуванню при динамічних навантаженнях. Технологічні переваги матеріалу при $\text{HB} < 350 \text{HB}$ забезпечили йому широке

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання у передачах з більшими на колесами, термічна обробка яких ускладнена [3].

Ролики виготовляються з матеріалу менш міцного, ніж бандаж. Ролики лише відповідальних випадках робляться сталевими, звичайно ж відливаються з чавуну і потім обточують. Зміна ж зношених роликів значно більше проста, та й самі ролики набагато дешевші бандажів. Відповідно до рекомендаціями приймаємо чавун СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Вали є деталі до несучою здатності яких і довговічності цапф пред'являються підвищені вимоги, у якості матеріалу валу і осей приймаємо середневуглецеву низколеговану сталь з поліпшенням 40Х ГОСТ 4543-71 [3]. Твердість робочих поверхонь валу $M_{M>V}=212..248HB$. Задля більшої необхідної твердості робочих поверхонь валу призначається термообробка, гартування за нормальної температури 840...860 С у маслі і високий відпустку за нормальної температури 550...600 °із охолодженням на повітрі [3]).

Як матеріал для болтів, шпильок, гайок та інших деталей, використаних для закріплення апарату на опорах, різних вузлів і деталей, приймаємо конструкційну вуглецеву сталь - сталь 35 ГОСТ 1050-74.

Як матеріалу стрічкового ущільнення місця поєднання сушильного барабана з камерами завантаження і вивантаження приймаємо гуму листову технічну по ГОСТ 7338-77

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ І АПАРАТА

2.1 Матеріальний та тепловий баланси

Вихідні дані:

$G_2 = 4400$ кг/год., продуктивність по вологому матеріалу;

$U_1 = 1\%$ вологість сирого цукру (до сушки);

$U_2 = 0,3\%$ вологість цукру на виході з сушки,

$T^{\circ}\text{C}$ - початкова та кінцева температура цукру: $t_1=26^{\circ}\text{C}$, $t_2=52^{\circ}\text{C}$.

Знайти кількість випареної вологи:

$$W = G_1 - G_2 \quad (2.1)$$

Визначаємо кількість виділеної вологи з рівняння матеріального балансу.

$$W = G_2 \frac{U_1 - U_2}{1 - U_2} \quad (2.2)$$

де $G_2 = 4400$ кг/год., продуктивність по вологому матеріалу;

$U_1 = 4.5\%$ вологість сирого цукру (до сушки)

$U_2 = 0,3\%$ вологість цукру на виході з сушки.

Знайти кількість випареної вологи :

$$W = 4400 \frac{0,045 - 0,003}{1 - 0,003} = 185,36 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Приймаємо вихідні параметри для повітря.

По I-x діаграмі вирахуємо ентальпію повітря перед і після калорифера прийнявши що утримання вологи повітря при нагріванні в калорифері не змінюється.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Температура в осінній період $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 76,5 %; в зимовий період- $t_0 = -7\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 90 %. Температура повітря після нагріву в калорифері $t = 132\text{ }^{\circ}\text{C}$, температуру сушильного агента на виході з сушильної камери, для забезпечення теплопередачі приймаємо $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -для зимової пори , $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ -для літньої пори.

Для осінньої пори :

$$I_0 = 50\text{ кДж/кг. }; I_1 = 163\text{ кДж/кг.}$$

$$X_0 = 0,012\text{ кг/кг }; X_1 = 0,038\text{ кг/кг};$$

Для зимньої пори

$$I_0 = 3\text{ кДж. }; I_1 = 142\text{ кДж.}$$

$$X_0 = 0,003\text{ кг/кг }; X_1 = 0,027\text{ кг/кг};$$

Вираховуємо питому витрату повітря.

Для осінньої пори :

$$l = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0,035 - 0,012} = 43,48\text{ кг.} \quad (2.3)$$

Для зимньої пори :

Вирахуємо кількість теплоти, затрачені на нагрівання цукру.

$$Q_c = G_1 \cdot C \cdot (t_2 - t_1) \quad (2.4)$$

де $C = 1,05\text{ кДж/кг}$ - теплоємність цукру

$t_1 = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура цукру на вході в сушарку

$t_2 = 52\text{ }^{\circ}\text{C}$ - температура цукру на виході із сушильної камери.

При цьому температуру сушильного агента на виході з сушильної камери, для забезпечення теплопередачі приймаємо $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вирахуємо кількість теплоти, затрачені на нагрівання цукру.

$$Q_c = \frac{4400}{3600} \times 1,05 \times (52 - 26) = 33,37\text{ кВт};$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплові витрати в розрахунку на 1 кг випареної вологи складають:

Для осінньої пори :

$$g=(I_1-I_0) \cdot L \cdot W=(163-50) \cdot 43,48 \cdot 0,052=255,49 \text{кВт} \quad (2.5)$$

Для зимньої пори :

$$g=(I_1-I_0) \cdot L \cdot W=(142-3) \cdot 41,67 \cdot 0,052=301,2 \text{кВт} \quad (2.6)$$

Теплові витрати на 1 кг. випареної вологи складають:

$$g_{\text{пот.}} = 0,10 \cdot q = 0,10 \cdot 255,49 = 25,55 \text{кДж/кг}; \quad (2.7)$$

$$g_{\text{пот.}} = 0,10 \cdot q = 0,10 \cdot 301,2 = 30,12 \text{кДж/кг}; \quad (2.8)$$

Кількість тепла, яке поступає в сушильну камеру по відношенню до 1 кг випареної вологи:

$$\Delta = g + g_{\text{пот.}} - C_{\text{п}} \cdot t_0 \quad (2.9)$$

де : $C_{\text{п}} = 1,009 \text{кДж /кг}^\circ\text{С}$ - теплоємність сухого повітря

Для осінньої пори:

$$\Delta = 255,49 + 25,55 + 1,009 \cdot 10 = 291,13 \text{кДж.}$$

Для зимової пори:

$$\Delta = 301,2 + 30,12 - 7 \cdot 1,009 = 324,26 \text{кДж.}$$

Тоді ентальпія повітря I_2 для осінньої пори складає:

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_2^0 = I_1^0 - \left(\frac{\Delta}{e}\right) = 163 - \left(\frac{291,13}{43,48}\right) = 156,30 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.10)$$

В зимову пору:

$$I_2^3 = 142 - \left(\frac{324,26}{41,67}\right) = 134,22 \text{кДж/кг}$$

Витрати повітря в осінню пору:

$$G_6^0 = \frac{W}{x_1^0 - x_0^0} = \frac{0,052}{0,032 - 0,012} = 2,6 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad (2.11)$$

Витрати повітря в зимову пору:

$$G_6^3 = \frac{W}{x_1^3 - x_0^3} = \frac{0,052}{0,027 - 0,003} = 2,17 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad (2.12)$$

Тепловий баланс сушильної камери:

$$Q_1 + Q_k + Q_0 = Q_2 + Q_3 + Q_{\text{пот.}} \quad (2.13)$$

де Q_1 - кількість тепла поступаючого з сирим цукром, кДж/кг;

Q_k - кількість тепла, яке передається повітрям в калорифер, кДж/кг;

Q_0 - кількість тепла, яке поступає зі свіжим повітрям, кДж/кг;

Q_2 - кількість тепла, яке виходить з відпрацьованим повітрям, кДж/кг;

Q_3 - кількість тепла, яке переходить в охолоджену камеру з цукром, кДж/кг.

$Q_{\text{пот.}}$ - затрати навколишнього середовища.

Виходячи з цього, знаходимо кількість тепла, яке передається повітрям в калорифері :

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_k = (Q_2 + Q_3 + Q_{\text{пот.}}) - (Q_1 + Q_0) = (G_6^0 \cdot I_2 + B_c \cdot C_c \cdot t_k + g_{\text{пот.}} \cdot W) - (G_1 \cdot C_c \cdot t_n + G_6^0 \cdot I_0) \quad (2.14)$$

Для осінньої пори:

$$Q_k^0 = (2,6 \cdot 156,3 + 1,22 \cdot 1,05 \cdot 52 + 43,48 \cdot 0,052) - (1,22 \cdot 1,05 \cdot 26 + 2,60 \cdot 50) = 342,88 \text{ кВт.}$$

Для зимової пари

$$Q_k^3 = (2,17 \cdot 134,22 + 1,22 \cdot 1,05 \cdot 52 + 41,67 \cdot 0,052) - (1,22 \cdot 1,05 \cdot 26 + 2,17 \cdot 3) = 399,85 \text{ кВт.}$$

Знаходимо необхідну кількість гріючої пари:

$$D = \frac{Q_k}{I - C_k t_k} \quad (2.15)$$

Для підігріву прийmemo температуру пари $t_n = 142,9 \text{ }^\circ\text{C}$

При тиску $p = 4,0 \text{ атм.}$, ентальпія пари складе $I = 2737,7 \text{ кДж/кг}$;

Температуру конденсату вирахуємо так:

$$t_k = t_n - 2^\circ\text{C} = 140 \text{ }^\circ\text{C}$$

для осінньої пори:

$$D = 342,88 / 2737,2 - 4,187 \cdot 140 = 0,159 \text{ кг/с}$$

Для зимової пари

$$D = 399,85 / 2737,2 - 4,187 \cdot 140 = 0,186 \text{ кг/с}$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Технологічні розрахунки

Об'єм сушильного барабана розраховується по формулі:

$$V_6 = \frac{W}{A} \quad (2.16)$$

де : $A = 10 \text{ кг}/(\text{м}^3)$ - напруженість барабана по видаленій волозі [4].

$$V_6 = \frac{185.36}{8} = 23.17 \text{ м}^3$$

За довідковими даними знаходимо основні характеристики барабанної сушарки - довжину та діаметр. По [5] сушарку $V = 30,5 \text{ м}^3$, $L = 12 \text{ м}$, $D = 2,0 \text{ м}$

Визначаємо частоту обертання барабана (об/хв.)

$$n_6 = \frac{mkL_6}{\tau D_6 \text{tg}\alpha} \quad (2.17)$$

де $m = 0,5$ коефіцієнт що залежить від типу насадки (прийнято для підйомно-лопатної насадки)

$R = 0,7$ - коефіцієнт що враховує прямоочний рух цукру і теплоносія.

$L_6 = 12 \text{ м}$. - довжина барабана;

$D_6 = 2.0 \text{ м}$. - діаметр барабана;

$\alpha = 2^\circ$ - кут нахилу барабана;

τ - тривалість сушіння; хв.

Тривалість сушки для барабанної камери з урахуванням сушки в двох паралельних барабанах визначається за формулою:

$$\tau = \frac{\beta \rho_{\text{ч}}(W_1 + W_2)}{2A[200 - (W_1 - W_2)]} = \frac{0.04 \times 800(1 + 0,3)}{2 \cdot 10[200 - (1 - 0,3)]} = 0,021 = 1,26 \text{ хв} \quad (2.18)$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді частота обертання барабана буде:

$$n_6 = \frac{0,5 \times 0,7 \times 12}{1,26 \times 2 \times \text{tg}4^0} = 26,24 \text{ об/хв}$$

Необхідна потужність, що розраховується на обертання барабана, з урахуванням установки двох барабанів визначається по формулі:

$$N = 0,0013 D_6^3 L_6 \rho_M k_{\text{нас.}} n_6 ; \quad (2.19)$$

де : $k_{\text{нас.}} = 0,038$ - коефіцієнт потужності, що залежить від типу насадки і коефіцієнта заповнення барабана.

$$N = 0,0013 \times 2^3 \times 12 \times 800 \times 0,038 \times 26,24 = 49,78 \text{ кВт.}$$

Приймаємо до установки електродвигун типу Вм 132 (вибухозахищений , для нафтопереробної промисловості з рівнем вибухозахисту обертання; синхронний 1000 об/хв., синхронний S78 об/хв.

Дійсна швидкість газів в барабані ω_g :

$$\omega_g = \frac{V_B}{0,785 \times D^2} \quad (2.20)$$

Масові витрати повітря на сушку:

$$V_B = W \cdot L ;$$

$$V_B = 0,052 \cdot 43,48 = 2,24 \text{ кг/с ;}$$

Дійсна швидкість сушильного агента становитиме:

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$\omega_g = \frac{2.24}{0,785 \times 2^2} = 0.71 \text{ м/с}$$

Середній період перебування матеріалу в сушильній камері:

$$T = \frac{G_H}{G_K + \frac{W}{2}} = \frac{G \times \beta \times \rho_H}{G_C + \frac{W}{2}} \quad (2.21)$$

д: ρ_H – густина висушеного матеріалу $\rho_H = 1600 \text{ кг/м}^3$ [8, табл. А8]

β - коефіцієнт заповнення барабана.

$$T = \frac{8,46 \times 1600 \times 0,12}{8,36 + \frac{0,1293}{2}} = 192,8 \text{ с}$$

Кут нахилу барабана до горизонту.

$$\alpha = \left[\frac{30,5 \times L_6}{D_n T} + 0.007 \omega_g \right] \times \frac{180}{\pi} \quad (2.22)$$

$$\alpha = \left[\frac{30,5 \cdot 12}{2 \cdot 1,265 \cdot 192,8} + 0.007 \cdot 0,71 \right] \cdot \frac{180}{3,14} = 2^\circ$$

Провіряємо допустиму швидкість газів в сушці умовою для цього являється те що частина висушеного матеріалу найменшого діаметру не повинні виноситись з барабану потоком сушильного агента.

Швидкість виносу дорівнює швидкості витання.

$$\omega_{CB} = \frac{\mu_{cp}}{d \times \rho_{cp}} \left[\frac{Ar}{18 + 0.575 \sqrt{Ar}} \right] \quad (2.23)$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де μ_{cp} и ρ_{cp} - в'язкість і густина сушильного агента при середній температурі.

d - середній еквівалентний діаметр частин цукру.

$$d = \frac{d_{min} + d_{max}}{2} = \frac{0,4 + 0,2}{2} = 0,9 \text{ мм}; \quad (2.24)$$

Ar - критерій Архімеда

$$Ar = \frac{d^3 \rho_u \rho_{cp} \times g}{\mu_{cp}^2} \quad (2.25)$$

де ρ_u - щільність частин висушеного матеріалу, $\rho_u = 1600 \text{ кг/м}^3$ [8, табл. А8].

g - прискорення сили тяжіння.

Середня густина сушильного агента ρ_{cp} дорівнює.

$$\rho_{cp} = [M_{cb}(P_o - p) + M_{bp}] \times \frac{T_o}{V_o P_o (T_o + t_{cp})}; \quad (2.26)$$

де p - парціальний тиск водяних парів в сушці.

Парціальний тиск водяних парів в сушильному барабані знаходимо як середньоарифметичну величину між парціальним тиском на вході газу в сушку і на виході із неї.

Парціальний тиск водяних парів в газі визначимо по формулі:

$$p = \frac{\left(\frac{X}{M_B}\right) \cdot P_o}{\frac{1}{M_{CB}} + \frac{X}{M_B}} \quad (2.27)$$

де M_B - мольна маса водяних парів.

$$M_B = 18 \text{ кг/к моль};$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$M_{\text{св}}$ - мольна маса свіжого повітря.

Парціальний тиск водяних парів на вході в сушарку :

$$p = \frac{\left(\frac{0,012}{18}\right) \times 10^5}{\frac{1}{29} + \frac{0,012}{18}} = 1896 \text{ Па};$$

Середній парціальний тиск парів в сушці :

$$p = \frac{1896 + 5416}{2} = 3656 \text{ Па}$$

Середня густина сушильного агента дорівнює :

$$\rho_{\text{ср}} = [29(10^5 - 3656) + 18 \cdot 3656] \cdot \frac{273}{22,4 \times 10^5 (273 + 96)} = 0,94 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

Вязкість сушильного агента при середній температурі сушіння:

$$\mu_{\text{сз}} = 2,6 \times 10^{-6} \text{ ПаС}$$

$$Ar = \frac{(0,9 \times 10^{-3})^3 \times 1600 \times 0,94 \times 9,81}{(2,6 \times 10^{-5})^2} = 15911;$$

$$\omega_{\text{св}} = \frac{2,6 \times 10^{-6}}{0,9 \times 10^{-3} \times 0,94} \left[\frac{15911}{18 + 0,575 \sqrt{15911}} \right] = 5,4 \text{ м/с}$$

Робоча швидкість сушильного агента в сушилці $\omega_g = 0,71 \text{ м/с}$ менше, ніж швидкість виносу частин середнього розміру $\omega_n = 5,4 \text{ м/с}$.

Визначаємо критичну швидкість для частин середнього розміру, прийнявши температуру середовища рівній температурі повітря ,яке виходить з сушильної камери $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для цього визначаємо критерії Архімеда:

$$Ar = \frac{d_e^3 \rho_c g}{V^2 \rho_B} \quad (2.28)$$

де d_{te} - середній еквівалентний діаметр частин цукру.

$$d_e = \frac{d_{min} + d_{max}}{2} = \frac{0.4 + 1.4}{2} = 0.9 \text{ мм} \quad (2.29)$$

$\rho_c = 1600 \text{ кг/м}^3$ - густина цукру,

$V = 20.45 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ - кінематична в'язкість повітря при $t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$;

ρ_B - густина повітря;

$$\rho_B = 1,297 \frac{273}{273 + 60} = 1,06 \text{ кг/м}^3$$

Визначаємо критерії Архімеда

$$Ar = \frac{(0.9 \cdot 10^{-3})^3 1600 \cdot 9.81}{(20,45 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 1,06} = 2,58 \cdot 10^4;$$

Визначаємо критерії Рейнольдса;

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5.22\sqrt{Ar}} \quad (2.30)$$

Підставив значення отримаємо:

$$Re = \frac{2,58 \cdot 10^4}{1400 + 5,22\sqrt{2,58 \cdot 10^4}} = 11,53;$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Швидкість початку «кип'ячого прошару»:

$$\omega_{\text{пс}} = \frac{\text{Re} \cdot V_{\text{ср}}}{d_e} \quad (2.31)$$

$$\omega_{\text{пс}} = \frac{11,53 * 20,45 * 10^{-6}}{0,9 * 10^{-3}} = 0,26 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Верхня границя допустимої швидкості повітря в псевдорозрідженому прошарку визначається швидкість вільного витання (виносу) найбільш міських частин - ця швидкість визначається по формулі при значенні критерію Архімеда для частин мінімального розміру

$$\text{Ar}_{\text{min}} = \frac{(0,4 * 10^3)^3 * 1600 * 9.81}{(20,45 * 10^{-6})^2 * 1,06} = 2403$$

Швидкість вільного витання:

$$\omega_{\text{св.}} = \frac{V}{d_{\text{min}}} \left[\frac{\text{Ar}}{18 + 0.575\sqrt{\text{Ar}}} \right] \quad (2.32)$$

$$\omega_{\text{св.}} = \frac{20,45 * 10^{-6}}{0,4 * 10^{-3}} \left[\frac{2403}{18 + 0.575\sqrt{2403}} \right] = 2,66 \text{ м/с}$$

Робоча швидкість сушильного агента вибирається в рамках цих швидкостей.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Конструктивні розрахунки

Визначаємо діаметри патрубків для подачі і відведення цукру в сушарку за формулою:

$$D. = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3,14 \cdot v \cdot \rho}}; \text{ м} \quad (2.33)$$

де: G – витрати продукту; $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

v – швидкість руху продукту; м/с .

ρ – насипна маса продукту; $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Визначаємо діаметр патрубка для подачі цукру в сушарку за формулою:

$$D_{\text{вх.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,74}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 1600}} = 0,053 \text{ м}$$

Приймаємо $D_{\text{вх.}} = 100 \text{ мм}$.

Визначаємо діаметр патрубка для відведення цукру із сушарки за формулою:

$$D_{\text{вих.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,67}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 1600}} = 0,052 \text{ м}$$

Приймаємо $D_{\text{вих.}} = 100 \text{ мм}$.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

2.4 Гідравлічний опір апарата

Гідравлічний опір апарата складається з втрат тиску на перебор тертя по довжині і місцевих опорів воздуховодів.

$$\Delta p_a = \Delta p_{тр} + \Delta p_n = \frac{\omega^2 \rho}{2} \left(\lambda \frac{l}{d_3} + \varepsilon \varphi \right) \quad (2.34)$$

де $d_3 = 1,8$ м - внутрішній діаметр сушильного барабана

$l = 12$ м - довжина барабана;

$\varphi_{вх} = 0,5$ – коефіцієнт місцевого опору на вході в сушку.

$\varphi_p = 0,5$ – коефіцієнт раптового розширення.

$\varphi_{вих} = 0,5$ – коефіцієнт місцевого опору на виході з сушильного барабана.

$\varphi_c = 0,75$ – коефіцієнт раптового сушіння.

λ - коефіцієнт тертя по довжині;

Для визначення величини λ визначаємо критерії Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega d_e \rho}{\mu}; \quad (2.35)$$

$$Re = \frac{1,12 \cdot 2,8 \cdot 0,65}{2,2 \cdot 10^{-5}} = 0,9266 \cdot 10^5;$$

Коефіцієнт тертя розраховуємо по формулі Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{0,9266 \cdot 10^5}} = 0,018$$

Таким чином:

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_a = \frac{1,12^2 \cdot 0,65}{2} \left(0,018 \cdot \frac{12}{1,8} + 2,75 \right) = 1,17 \text{ кПа}$$

2.5 Вибір допоміжного обладнання

При сушці подібних і зернистих матеріалів спостерігається значний виніс висушеного матеріалу.

Для уловлення частин цінних або токсичних матеріалів на виході із сушки встановлюють пиловловлюючі пристрої.

Пиловловлювачі вибираються в залежності від потрібної ступені очистки повітря розміру і властивостей частин, вологості температури.

Якісна очистка газів дозволяє зекономити продукт так як виніс матеріалу проходить до 15% від ваги висушеного матеріалу.

В якості газоочисних пристроїв найбільш широко приміняються циклонні і рукавні фільтри.

Найбільш розповсюдженою конструкцією циклонів являється циклон НДІГаз серії ЦН-15. Ступінь очистки газу залежить від діаметра циклона і розміру частин

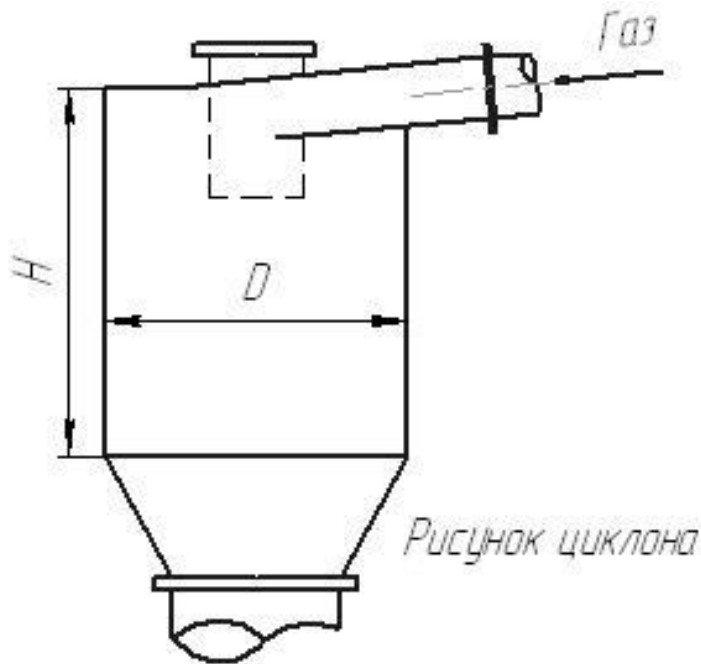
При розрахунку циклонів використовують діаметр циклонів по установленій швидкості газів, віднесеній до повного перетину.

$$D = \sqrt{\frac{V_{\text{сек}}}{0,78 \cdot \omega_y}}; \quad (2.36)$$

де $V_{\text{сек}}$ = секційна витрата газу (повітря) м³/с

$$V_{\text{сек}} = \frac{L_2}{\rho_2} = \frac{2,6}{1,22} = 2,13 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.37)$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ω_y = умовна швидкість газу який виходить з формули :

$$\Delta p = \varepsilon \frac{\omega_y^2 \cdot V_B}{h_B} ; \text{кг/м}^2 \quad (2.38)$$

де: $\varepsilon = 105$ - коефіцієнт місцевого опору.

Де відношення $\Delta P / \dot{y}_B$ залежить від продуктивності і знаходиться в рамках 55-75.

Приймаємо $\Delta P / \dot{y}_B = 60$;

$$\omega_y = \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2}{y_B \cdot \varepsilon}} ; \quad (2.39)$$

$$\omega_y = \sqrt{\frac{60 \cdot 2}{105}} = 1,07 \text{ м/с} ; D = \sqrt{\frac{2,6}{0,785 \cdot 1,07}} = 1,76 \text{ м} ;$$

Циклон діаметром більше 1 м малоефективний. Тому замість одного вибраного циклона приймаємо групу з двох.

Фірмою-виробником сушильно-охолоджувальна установка укомплектована калорифером для нагріву повітря.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

При тиску $p = 4,0 \text{ атм.}$, ентальпія пари складе $I = 2737,7 \text{ кДж/кг}$;

Температуру конденсату вирахуємо так:

$$t_k = t_n - 2^\circ\text{C} = 140^\circ\text{C}$$

для осінньої пори:

$$D = 342.88/2737,2 - 4,187 \cdot 140 = 0,159 \text{ кг/с}$$

Для зимової пори

$$D = 399.85/2737,2 - 4,187 \cdot 140 = 0,186 \text{ кг/с};$$

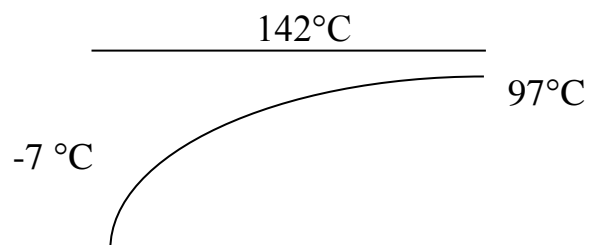
Визначаємо площу теплопередачі (в м^2) по формулі:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t}; \quad (2.40)$$

де Δt -середня різниця температур ;

$k=50 \text{ Вт /м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ -величина прийнятого коефіцієнта теплопередачі.

Визначаємо середню різницю температур:



$$\Delta t_{\delta} = t_n - t_{п.п.} = 142 - (-7) = 149^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_M = t_n - t_{п.к.} = 142 - 97 = 45^\circ$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} > 2, \text{ то } \Delta t = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}}$$

$$\Delta t = \frac{149 - 45}{2,3 \cdot \lg \frac{149}{45}} = \frac{104}{1,2} = 86,7^\circ\text{C}$$

Знайдені величини підставляємо у формулу (2.37) і обчислюємо:

$$F = \frac{399,85 \cdot 1000}{50 \cdot 86,7} = 92,24 \text{ м}^2$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНКИ АПАРАТА НА МІЦНІСТЬ ТА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

3.1 Розрахунок товщини стінки барабана

Попередньо вибираємо товщину стінки барабана.

$$S_6 = (0,007-0,01) D_6 = (0,007-0,01) \times 2000 = 14-20 \text{ мм.}$$

Приймаємо $S_6 = 16 \text{ мм.}$

Тоді перевіряємо барабан на міцність по допускає мій напрузі на згиб, як балка кільцевого розтину. В простій розрахунковій схемі барабан можна представити як балку довжиною L , вільно лежачою на двох опорах і навантажено рівномірно загрузкою від ваги барабана завантаженого матеріалу і локальної загрузки від вінцевої шестерні.

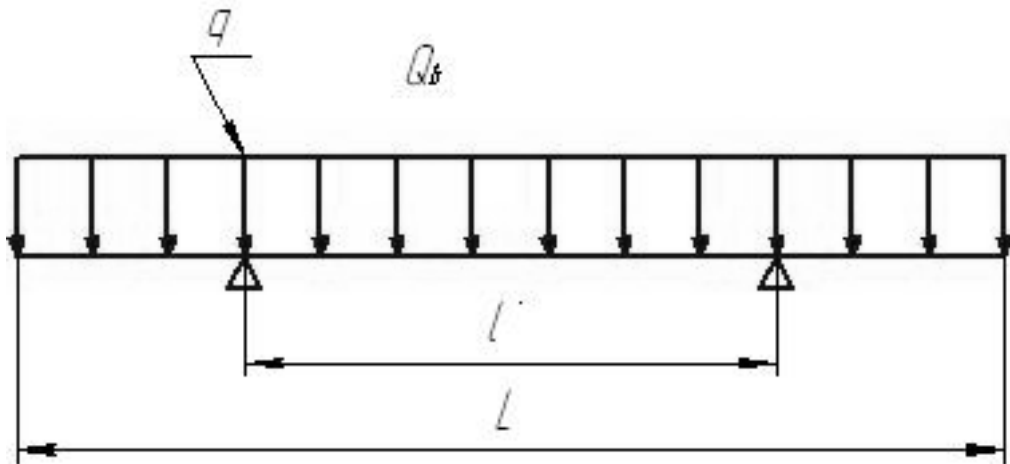


Рисунок 1 Розрахункова схема для визначення товщини барабана.

$$\sigma = \frac{M}{W_6} \leq [\sigma]_H \quad (3.1)$$

де M – сумарний згинаючий момент;

W_6 – момент опору перерізу барабана;

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$[\sigma]_H$ – допустиме напруження згину матеріалу барабана при робочій температурі; $[\sigma]_H = 5-10 \text{ МН/м}^2$.

$$M = M_1 + M_2 \quad (3.2)$$

де M_1 – згинаючий момент від рівномірно розподіленого навантаження між опорами;

M_2 – згинаючий момент від зосередженого навантаження в'інцевої шестерні.

Згинаючий момент від рівномірно розподіленого навантаження між опорами розраховуємо за формулою:

$$M_1 = \frac{G_6 + G_M}{2} \cdot \frac{e_0}{2} - g \frac{L^2}{8} \quad (3.3)$$

де G_6 – вага пустого барабана;

G_M – вага матеріалу в барабані;

$$G_6 = \pi D S L \rho_6 g \quad (3.4)$$

де ρ_6 - густина матеріалу барабана; $\rho_6 = 7900 \text{ кг/м}^3$.

Тоді вага барабана складає:

$$G_6 = 3,14 \cdot 1,8 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 7900 \cdot 9,81 = 8400,71 \approx 0,08 \text{ МН}$$

Вага матеріалу барабана:

$$G_M = \frac{\pi D^2}{4} L_6 \rho_H B g = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} \cdot 12 \cdot 0,12 \cdot 1600 \cdot 9,81 = 57486,54 \text{ Н} = 0,057 \text{ МН} \quad (3.5)$$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розподілене навантаження δ :

$$\delta = \frac{G_6 + G_M}{L}; \quad (3.6)$$

$$\delta = \frac{0,08 + 0,057}{12} = 0,0114 \frac{\text{МН}}{\text{м}};$$

Згинаючий момент від рівномірно розподіленого навантаження між опорами:

$$M_1 = \frac{0,08 + 0,057}{2} \cdot \frac{0,585 \cdot 12}{2} - 0,014 \cdot \frac{12^2}{8} = 0,04 \text{ МН} \cdot \text{м};$$

Згинаючий момент від зосередженого навантаження в'язцевої шестерні визначаємо за формулою:

$$M_2 = \frac{G_6 e_0}{4} \quad (3.7)$$

де G_6 – вага в'язцевої шестерні, $G_6 = 0,02 \text{ МН}$;

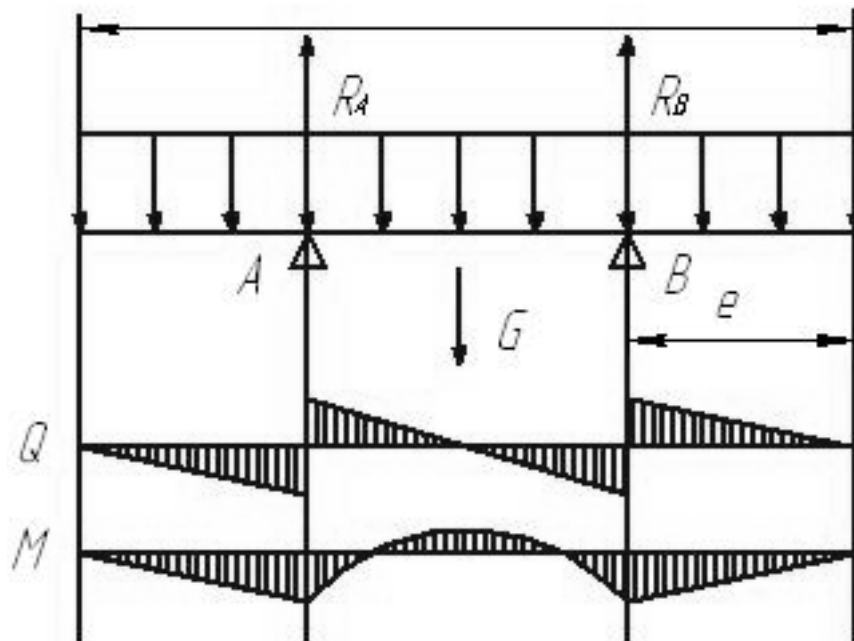


Рисунок 3.2 Схема існуючих сил та моментів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ

Арк.

43

$$M_2 = \frac{0,02 \cdot 12 \cdot 0,585}{4} = 0,035 \text{ МН} \cdot \text{м};$$

Загальний згинаючий момент:

$$M = 0,04 + 0,0351 = 0,0751 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Момент опору розгину барабана визначаємо так:

$$W_{\zeta} = 0,785 D^2 \cdot S \quad (3.8)$$

$$W_{\zeta} = 0,785 \cdot 1,8^2 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ м}^3;$$

$$\sigma_H = \frac{0,0751}{0,04} = 1,3 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2} < [\sigma]_H \left(5 \div 10 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2} \right) \quad (3.9)$$

Умова на міцність виконується.

Після перевірки на міцність проводимо перевірку на прогин. Для нормальної роботи допускається на прогин f не більше $1/3$ мм на 1 м довжини барабана:

$$f = 0,0003 e_0 \quad (3.10);$$

Допустимий прогин для даної сушарки буде дорівнювати:

$$[f] = 0,0003 \cdot 0,585 \cdot 12 = 0,0021 \text{ м};$$

Прогин барабана буде складатися із прогину барабана f_1 дії рівномірно розподіленого навантаження і з прогину f_2 барабана від ваги в'язцевої шестерні G_B :

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f = f_1 + f_2$$

Прогин барабана від дії рівномірно розподіленого навантаження:

$$f_1 = \frac{5 \cdot \delta \cdot e_0^4}{384 \cdot E \cdot I}; \quad (3.11)$$

де E – модуль пружності матеріалу барабана; $E = 2 \cdot 10^6 \text{ МН}$.

I – момент інерції кільцевого перерізу барабана визначаємо по формулі:

$$I = \frac{\pi D^3 f}{8} S = \frac{\pi}{8} (D + S)^3 S \quad (3.12)$$

$$I = \frac{3,14}{8} (1,8 + 16 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ м}^4$$

Визначимо прогин барабана від дії рівномірно розподіленого навантаження:

$$f_1 = \frac{5 \cdot 0,014 \cdot (0,585 \cdot 12)^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,04} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Прогин барабана від ваги вінцевої шестерні визначимо за формулою:

$$f_2 = \frac{G_B \cdot e_0^4}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{0,02 \cdot (0,585 \cdot 12)^4}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,04} = 12,6 \cdot 10^{-5} \text{ м} \quad (3.13)$$

Сумарний прогин барабана:

$$f = 4,5 \cdot 10^{-5} + 12,6 \cdot 10^{-5} = 17,1 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Умова міцності барабана на прогин:

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f < [f] \quad (3.14)$$

$$0,000171 < 0,0021$$

Так як прогин барабана менше допустимого, то умова міцності барабана на прогин виконується.

3.2 Розрахунок та вибір опор барабана

Опори барабанної сушарки складаються з бандажів і опорних станцій. Бандажі слугують для передачі тиску від ваги барабана і завантаженого матеріалу на опорні рамки.

Бандажі являють собою кільце прямокутного перерізу, для розрахованого діаметра барабана ($3,6\text{м} > 1\text{м}$) застосовуємо вільне прикріплення бандажів, які надівають на чугунці башмаки. Башмаки повернуті упорними головками в різні сторони для попередження осьового зміщення бандажа.

Ширину бандажа попередньо визначаємо за формулою:

$$D_6 = \frac{R}{q_k} \quad (3.15)$$

де R – реакція опорного ролика;

q_k – допустиме з практики експлуатації навантаження, яке припадає на одиницю довжини площі дотику ролика. $q_k = 1,0\text{-}2,4$ мм.

Приймаємо $q_k = 1,1$ мм.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

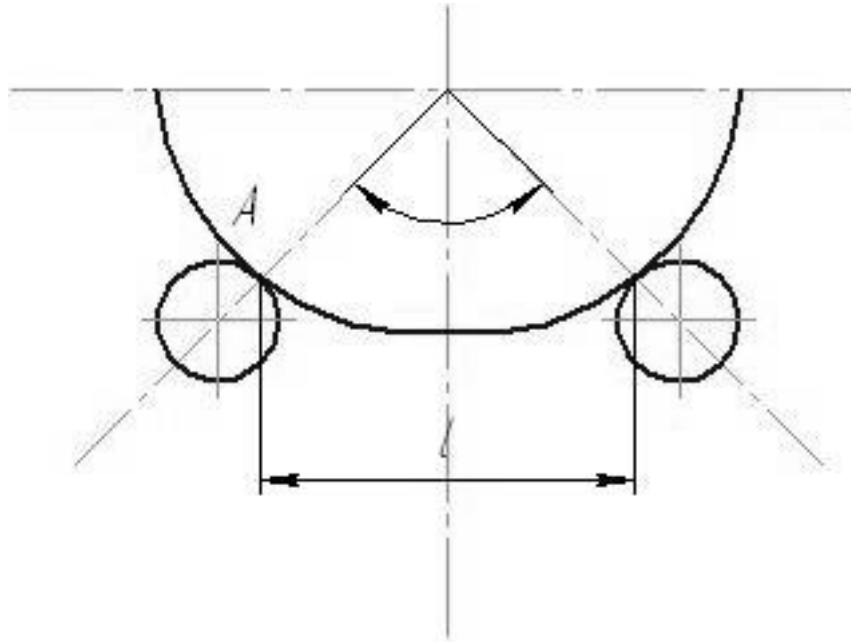


Рис.3. 3 Схема опорних роликів

Реакцію опорного ролика визначаємо по формулі:

$$R = \frac{(G_6 + G_H + G_B) \cdot \cos \alpha}{2Z \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \quad (3.16)$$

де α – кут нахилу барабана;

φ – кут між опорними роликами, $\varphi = 60^\circ$;

Z - число бандажів, $Z=2$.

Тоді,

$$R = \frac{(0,08 + 0,057 + 0,02) \cdot \cos 2}{2 \cdot 2 \cdot \cos\left(\frac{60^\circ}{2}\right)} = 0,045 \text{ МН}$$

Ширина опорного ролика

$$D_6 = \frac{0,045}{1,1} = 0,04 \text{ м};$$

Діаметр опорного ролика визначаємо із співвідношення:

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$d_{op} = (0,5 - 0,33)D_6 \quad (3.17)$$

Приймаємо діаметр опорного ролика $d_{op} = 800$ мм.

Перевіримо умову натяжної міцності в місці дотику ролика і бандажа..

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{R}{G_6} E \frac{r_6 + r_{op}}{r_6 \cdot r_{op}}} \leq [\sigma_c]; \quad (3.18)$$

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{0,045}{0,2} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot \frac{1,16 + 0,35}{1,16 \cdot 0,35}} = 164 \text{ МПа} \leq \leq 300 \text{ МПа}$$

Умова контактної міцності виконується, коли ширина опорних роликів перевищуватиме ширину бандажу мінімум на 30 мм. Тоді ширина опорних роликів буде 0,3 м.

Навантаження на опорний ролик:

$$T = (0,08 + 0,057 + 0,02) \cdot \sin 2^\circ = 0,0055 \text{ МН};$$

Умова міцності на зминання для опорного ролика має вигляд:

$$\sigma_3 = 0,0418 \sqrt{\frac{T \cdot E}{D_6 \cdot r_6 \cdot \sin \frac{\gamma}{2}}} \leq [\sigma_3] \quad (3.19)$$

де D_6 – ширина опорного ролика;

r_6 – радіус бандажа;

T - осьова сила, яка діє на опорний ролик;

E - модуль пружності матеріалу опорного ролика;

γ - кут конусності опорного ролика. Зазвичай $\gamma = 17^\circ$

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_3 = 0,0418 \sqrt{\frac{0,0055 \cdot 1,86 \cdot 10^5}{0,1 \cdot 1,16 \cdot 0,1478}} = 10,2 \text{ МПа} \leq [300 \text{ МПа}]$$

Умова міцності виконується.

3.3 Розрахунок вала опорного ролика

Для вала застосовуємо сталь 40 після покращення. Середнє значення границі витривалості $G_B = 780 \text{ МПа}$.

Перевіримо вал на зминання під роликом. Умова міцності на зминання має вигляд:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{R}{F_{\text{см}}} = [\sigma]_{\text{см}} \quad (3.20)$$

де $\sigma_{\text{см}}$; $[\sigma]_{\text{см}}$ - умова міцності на зминання і допустимої границі міцності;

$F_{\text{см}}$ - площа зминання.

Допустима границя міцності на зминання розраховується як $2 \cdot [\sigma]$, тобто

$$2 \cdot \frac{780}{2,5} = 624 \text{ МПа.}$$

Площу зминання розраховуємо як добуток діаметру вала на ширину зминання, тобто на ширину ролика:

$$F = 0,3 \cdot 0,25 = 0,075 \text{ м}^2;$$

Тоді,

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{0,04}{0,075} = 0,53 \text{ МПа} < 624 \text{ МПа}$$

Умова на зминання вала виконується.

Перевіримо вал на напругу згину. Максимальний згинаючий момент від реакції валу по середині між підшипниками:

згинаючий момент:

$$M_3 = \frac{R \cdot T}{2} = \frac{0,04 \cdot 0,314}{2} = 0,0055 \text{ МН} \cdot \text{м}; \quad (3.21)$$

момент опору валу згину:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 0,25^3 = 0,0016 \text{ м}^3.$$

Межа міцності при згині вала:

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{W} = \frac{0,055}{0,0016} = 34,4 \text{ МПа} < 780 \text{ МПа} \quad (3.22)$$

Границя міцності вала на згин виконується.

Діаметр хвостовика опорного вала розраховуємо із співвідношення:

$$\sigma = \frac{4T}{\pi d^2} \leq [\sigma] \quad (3.23)$$

Звідси:

$$d = \sqrt{\frac{T}{0,785 \cdot [\sigma]}}; \quad (3.24)$$

де $[\sigma]$ - допустиме напруження на розрив; $[\sigma] = 16 \text{ кН/см}^2$.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d = \sqrt{\frac{0,0055}{0,785 \cdot [16]}} = 0,02 \text{ м}$$

Умова міцності валу на розрив виконується.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4 МОНТАЖ ТА РЕМОНТ АПАРАТА

4.1 Монтаж розробленого апарата

На заводі-виробнику проводиться контрольне збирання барабана з вивіркою бандажів, вінця і обкатка на холостому ході на протязі 2-х годин.

Відвантаження барабана проводиться блоками зі знятими бандажами і вінцем. Кінцеве збирання і зварювання корпусу барабана здійснюється при монтажі силами монтажною організацією.

У зв'язку з неможливістю забезпечення ідентичності збирання на заводі-виробнику монтажі, а також високим вимогам до биття барабана, необхідно при збиранні бандажів і вінця на корпусі використовувати регулюючі прокладки.

Встановити опорні станції, забезпечивши співпадання середини їх рам з віссю барабана.

При установці опорної і опорно-упорної станції необхідно під рами, поблизу розміщення фундаментних болтів, підкласти металеві підкладки із листової сталі товщиною 20 мм і шириною 200 мм, забезпечивши надійне прилягання їх до опорної поверхні рами.

Провести попереднє регулювання опорної і опорно-упорної станцій:

а) встановити опорні ролики на однаковій відстані від середини рами, витримавши розмір $\pm 1,5$ мм;

б) перевірити відстань між серединами опорних роликів, які повинні співпадати з відстанню між серединами бандажів на корпусі ± 4 мм;

в) перевірити, щоб робочі поверхні опорних роликів кожної станції були паралельні між собою, для цього натягнути струну, попарно на два ролика. Перевірка виконується за допомогою відкосу Поверхні паралельні, якщо відстань між ними по всій ширині роликів буде однакова;

г) торцеві поверхні двох опорних роликів кожної станції повинні знаходитися в одній площині, допустиме бокове зміщення торцевих площин до 5 мм, при умові дотримання паралельності.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

При встановленні рам опорної і опорно-упорної станції допускається негоризонтальність відносно поперечної вісі корпусу барабана на більша 0,2мм на 1000мм довжини рами.

Упорні ролики встановлюються так, щоб відстань між їх робочими поверхнями була більше ширини бандажа на 20мм і щоб вони були зміщені на однакову відстань від торцевих поверхонь опорних роликів.

Для врахування температурного видовження барабана опорну станцію зміщують таким чином, щоб торцеві поверхні бандажа і опорні ролики знаходились в одній площині зі сторони розміщення опорно-упорної станції.

Після вибірки опорної і опорно-упорної станції колодязі фундаментних болтів на дві третини глибини заливають бетонним розчином. Коли бетон досягне проектної міцності, затягують всі гайки фундаментних болтів і знову вивіряють опорну і опорно-упорну стації по висоті і горизонтальне положення. Якщо повторні заміри підтверджують правильність установки станції колодязі болтів заливають розчином остаточно.

Монтаж корпусу барабана.

Для проведення монтажу корпусу барабана на місці монтажу необхідно виготовити спеціальну монтажну раму із трьох частин, з'єднаних між собою.

На монтажну раму встановлюють три частини корпусу барабана, стикуються між собою, при цьому перевіряють горизонтальність корпусу відносно поперечної осі барабана.

Горизонтальність перевіряють таким чином:

- а) до торців барабана приварюють хрестовини;
- б) на хрестовинах за допомогою вантажів натягують струну;
- в) вимірюють горизонтальність корпусу, при цьому негоризонтальність відносно поперечної вісі корпусу не більше 0,2мм на 1000мм довжини.

Зібраний корпус зварюють. Після зварювання перевіряють на горизонтальність корпус барабана. Встановлюють бандажі на верхню частину

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корпуса барабана, а потім прокручуючи барабан встановлюють решту.

Після установки бандажів, корпус за допомогою підйомних улаштувань звільняють від монтажної рами і встановлюють на опорні станції. Під бандажі встановлюють башмаки з регулюючими прокладками. Встановлення башмаків починають з верхньої частини і поступово обертаючи корпус на опорних станціях встановлюють башмаки по всьому перерізу корпуса.

Монтаж зубчатого вінця проводити аналогічно монтажу бандажів.

Перевіряють відхилення змонтованого корпуса:

- а) овальність корпуса барабана не більше 12мм,
- б) овальність корпуса в місці установки лабіринтних ущільнень не більше 5мм;

- в) радіальне биття зубчастого вінця і бандажів не більше 4 мм;

Змонтований на загальній рамі привід встановлюють на фундамент.

Вивіряють привід по висоті і горизонтальне положення. При цьому необхідно співмістити зубчастий вінець із шестернею, зберігши зазор між вершиною зуба і впадиною не більше 0,25 модуля.

Перевіряють контакт поверхні зубців зубчастого вінця і підвінцевої шестерні. Контакт повинен бути не менше 70% по довжині зубця не менше 30% висоти зубця і розмішуватися рівномірно. Перевірку проводять шляхом нанесення тонкого шару фарби і при обертанні барабана слідкують за відбитками на зубцях зубчастого вінця.

Для монтажу завантажувальної камери необхідно

- а) надіти на корпус барабана лабіринтне ущільнення;
- б) завантажувальну камеру зварити, перевірити овальність і при необхідності виправити.

Встановлюють на фундамент завантажувальну камеру. Вивіряють положення камери, забезпечуючи її паралельність і співвісність відносно корпуса барабана.

Закріплюють лабіринтне ущільнення до завантажувальної камери, потім остаточно встановлюють ущільнення і приварюють його до корпусу.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закріплюють вивантажувальну камеру і заливають її лапи бетонним розчином. Футерівку завантажувальної камери проводять при футерівці топки.

Монтаж пристрою вивантажувального.

Складають корпус вивантажувального пристрою. Одягають на корпус лабіринтне ущільнення. Одягають кінцевий фланець на корпус барабана, приварюють його до корпусу. Закріплюють улітку до кінцевого фланця корпусу барабана.

Перевіряють, щоб всі болти були затягнуті і щоб опорні поверхні їх головок повністю прилягали до фланця. Вивіряють і приварюють улітку до фланця барабана. Перевіряють обертання барабана, щоб улітка не зачіпалась за корпус вивантажувального пристрою.

Закріплюють до вивантажувального пристрою лабіринтне ущільнення. Потім закріплюють його до корпусу вивантажувального пристрою, вивіряють і приварюють його до корпусу барабана. Вивантажувальний пристрій після встановлення і вибірки остаточно закріплюють і заливають лапи бетонним розчином.

Монтаж завантажувального пристрою.

Встановлюють привід. Встановлюють корпус, прокручують шнек перевіряючи його.

Витки шнека завантажувача при прокручуванні не повинні дотикатися корпусу, при цьому зазор між витками шнека і корпусом не повинен перевищувати 5мм по всій довжині шнека.

Перевіряють, щоб площини роз'єму кришок і фланцевих з'єднань забезпечуючи щільність, запобігаючи протіканню рідини при роботі шнека з максимальним коефіцієнтом заповнення.

З'єднують вивантажувальний патрубок пристрою завантажувального з завантажувальним патрубком завантажувальної камери. Вивіряють завантажувальний пристрій.

Монтаж шнека вивантаження.

Встановлюють привід. Встановлюють корпус. З'єднують завантажувальний

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

патрубок з вивантажувальним пристроєм, а вивантажувальний патрубок з транспортною системою.

Обкатка барабана проводиться до початку теплоізоляції.

Увімкнути електродвигуни приводи барабана і шнеків, перевірити роботу механізмів на холостому ході на протязі 4-5 годин.

При обкатці перевіряють правильність роботи - приводів, опорної і опорно-упорної станції, лабіринтне ущільнення, правильність зачеплення вінцево-зубчатої пари, прямолінійність обертання корпусу барабана і співвісність установки завантажувальної камери і вивантажувального пристрою, обертання улітки. При виявленні дефектів, роботу призупиняють, усувають виявлені недоліки і повторно обкатують на протязі 4-5 годин.

У випадку зміщення корпусу барабана або набігання бандажа на будь-який із опорних роликів, в результаті чого виникають великі зусилля на опорні ролики і порушується нормальне зачеплення вінцево-зубчатої пари, необхідно апарат зупинити і шляхом установки опорних роликів по відношенню до бандажів, провести остаточне регулювання так, щоб бандаж обертася по середині між двома упорними роликами.

Регулювання проводити упорними болтами таким чином-

а) послабити всі гайки болтів, якими кріпляться до рами стійки корпусів підшипників опорних роликів,

б) послабити контргайки і затягнути болти на півоберта;

В результаті цих регулювань, проведених на одній парі роликів, апарат при обертанні здвигається, і таким чином розвантажується один із опорних роликів.

Якщо буде спостерігатися підвищений тиск на протилежний упорний ролик, необхідно провести подальше регулювання всіх опорних роликів вище описаним способом.

Після обкатки барабана під навантаженням на протязі 48 годин і усуненням дефектів необхідно скласти акт по здачі обладнання в експлуатацію.

Монтаж транспортерів та конвеєрів проводять в такій послідовності:

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1) Розмічають осі по яких повинен бути встановлений транспортер (конвеєр)
- 2) Встановлюють станину і станції-привідну та натяжну
- 3) Встановлюють ролики, стрічки та ланцюги
- 4) Встановлюють завантажувальні та розвантажувальні пристрої
- 5) Випробовують транспортер або конвеєр

Після нанесення повздовжньої монтажної осі конвеєра вздовж неї над конвеєром натягують струну і по ній встановлюють станину.

Перевірку горизонтальності положення станини проводять монтажним або гідростатичним рівнем, а положення її відносно монтажної осі - з допомогою шаблона з осьовою міткою по середині. Станина встановлена правильно, якщо відвіси по всій її довжині співпадають з міткою шаблона.

Станини до перекриття кріплять болтами.

Після установки станини приступають до монтажу привідної та натяжної станцій. Кронштейни або станини привідної і натяжної станцій встановлюють таким чином, щоб кут між віссю валів і повздовжньою віссю конвеєра складав 90. Після вивірки і закріплення кронштейнів або станин на них встановлюють привідні і натяжні вали з підшипниками.

По закінченню встановлення станцій стрічкових конвеєрів приступають до розмітки отворів під ролики. Просвердливши отвори для роликів опор в станині, встановлюють ролики.

Після встановлення роликів приступають до затягування та склеєння стрічки. Укладку стрічки здійснюють зі сторони натяжної станції, підвішуючи рулон зі стрічкою металевій трубі, укладеній на спеціальні катки. При розмотці рулона вільний кінець стрічки укладають на нижні (прямі) ролики, протягують її за допомогою талі або лебідки до кінця транспортера, обвивають барабан привідної станції і укладають стрічку на верхні (лоткові) ролики. Потім склеюють і зшивають стрічку, натягують її з допомогою натяжного барабана.

До випробування конвеєра на холостому ходу підтягують всі болти, замінюють мастило в підшипниках, змазують зубчасті колеса привода,

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевіряють тяговий орган і видаляють по сторонні предмети. Перед пуском вхолосту конвеєр попередньо вручну за муфту або пас прокручують привідний вал.

В приводній і натяжній станціях, в опорних роликах зношуються в основному підшипники, вали, передачі приводного механізму.

В процесі експлуатації транспортерів спостерігається зношення і деформація витків шнеків і жолобів, кінців валів, підвісних і кінцевих підшипників, деталей приводних станцій.

При сильному зношенні жолоба його замінюють новим, а при невеликих пошкодженнях на зношені місця ставлять латки. Деформовані ділянки жолобів і витків шнеків правлять. Зношені секції витків замінюють. Відремонтовані витки повинні бути перпендикулярними до вісі вала. Вал після зварювання витків треба перевірити на верстаті і при необхідності зробити його правку.

4.2 Ремонт апарата [9]

Планові ремонти передбачають перевірку всіх деталей; зношені ковші, ланцюги, зірочки, скоби, вкладиші підшипників, вали й інші деталі замінюють новими. При розгерметизації кожуха доводиться міняти прокладки між його секціями.

Висновок у ремонт основного встаткування й трубопроводів виробляється згідно графіка ППР на підставі запису заступника начальника цеху по встаткуванню й майстри з ремонту встаткування в журнал здачі встаткування в ремонт і прийому його з ремонту.

Зупинка цеху для ремонту встаткування виробляється за розпорядженням начальника цеху відповідно до "Інструкцій з підготовки встаткування до ремонту й прийому встаткування з ремонту" по зупинці на капітальний ремонт і пуску цеху після капітального ремонту.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механізми, що рухаються, підлягаючому ремонту, повинні бути зупинені, знеструмлені з розбором схем. На пускових апаратурах варто вивісити плакати з написом "Не включати - працюють люди".

Ємність, що підлягає розкриттю для внутрішнього огляду й ремонту, повинна бути звільнена від продукту, охолоджена, відключена від діючих апаратів.

Ремонт - це комплекс операцій, спрямованих на підтримку справності або працездатності, відновлення ресурсу технологічного встаткування в ході планових ремонтних впливів, а також усунення відмов і несправностей, що виникають у процесі експлуатації.

Відповідно до особливостей ушкоджень і зношування складових частин устаткування, а також трудомісткістю ремонтних робіт на підприємствах, як правило, здійснюється проведення наступних видів ремонту: поточного (Т) і капітального (ДО).

Поточний ремонт - ремонт, виконуваний з метою забезпечення або відновлення працездатності встаткування й складає в заміні й (або) відновленні його окремих складових частин. Залежно від конструктивних особливостей устаткування, характеру й обсягу проведених ремонтних робіт поточні ремонти можуть бути підрозділені на перший поточний ремонт (Т1), другий поточний ремонт (Т2) і третій поточний ремонт (Т3). Перелік робіт, що підлягають виконанню при поточному ремонті, повинен бути визначений у ремонтній документації технологічного цеху.

Як правило, при поточному ремонті виконуються основні роботи, перелік яких приводиться нижче:

- проведення операцій періодичного технічного обслуговування;
- заміна швидкозношуваних деталей і вузлів;
- ремонт футеровок і протикорозійних покриттів, фарбування;
- заміна прокладок, набивань сальників, ревізія арматур;
- перевірка на точність;
- ревізія електроустаткування.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Типовий перелік робіт, що підлягає виконанню при поточному ремонті конкретного виду встаткування, складається керівником підрозділу (зам. начальника цеху по встаткуванню, механіка цеху, майстром ЦЦР, РМЦ), затверджується головним механіком підприємства і є обов'язковим додатком до "Ремонтного журналу" (форма 2).

Конкретний набір й обсяг робіт, що підлягають виконанню в майбутній поточний ремонт, складається на основі типового переліку, для чого досить перелічити пункти обов'язкового додатка до "Ремонтного журналу".

Капітальний ремонт (КР) - ремонт, виконуваний для забезпечення або відновлення справності, а також повного або близького до ; повного відновлення ресурсу встаткування. При цьому здійснюється заміна або відновлення будь-яких його частин, включаючи базові (під базовою розуміють основну частину встаткування, призначену для компонування й установки на неї; інших складових частин). Післяремонтний ресурс повинен становити не менш 80% ресурсу нового обладнання. Близький ресурс до зазначеного рівня, капітальний ремонт устаткування економічно виправдує. Призначається післяремонтний ресурс організацією, що виконала ремонт.

При ремонті сушарки барабанного типу знімають огороження , розбирають привід . Розбирають ролики , з підняттям барабана , очищають корпус , деталі і вузли , що змащуються . При розбиранні агрегату розділяються всі деталі , знімають свинцеві відтиски зі всіх підшипників для визначення величини зазорів . Встановлюють причини задирів на цапфах , і шийках вала приводу . Визначають овальність і конусність шийок валу , перевіряють посадку на вал приводної шестерні , шків та муфти.

Підняття барабану проводиться , якщо необхідний ремонт цапф і їх підшипників . Величина центрального кута дуги , по який вкладиш прилягає до цапори , дорівнює 60 – 75 .

Заміна опорних роликів проводиться у випадку сильного зношення цапфи , зменшення товщини ободу кочення , одностороннього зношення поверхні кочення і при наявності тріщин на ній .

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На заводах застосовують спосіб ремонту пошкоджених ділянок часто зношеного корпусу апарату при якому царги вирізають і на їх місце вварюють нові . Лопатки повинні мати правильну форму та міцно закріпляються . Якщо на бандажі з'явилися поперечні чи повздовжні тріщини , а також у випадку значного зносу , бандаж замінюють новим .

Поверхня бандажів і опорних роликів повинні бути чистими і мати правильну циліндричну форму , що забезпечує оберти барабана без ривків . Опорні ролики виготовляють із більш легкого матеріалу ніж бандажі . Зубчастий вінець і приводну шестерню зміцнюють при зносі зубців або при наявності не підлягаючих відновленню пошкоджень обода .

До початку роботи необхідно перевірити розміри нової вінцевої шестерні . Вінцева шестерня повинна бути встановлена так , щоб вісь її при перевірці співпав з повздовжньою віссю барабану .

При зборці під зубчастий вінець підкладають гумові прокладки . Радіальне биття зубчатого вінця повинно бути не більше 3 мм , а бокове биття не більше 5мм. Радіальні бокові зазори між зубцями виміряють гнучкими або клиноподібними щупами в тих точках шестерень , в яких проводились радіальне і торцеве биття .

Після установки зачеплення перевіряють по фарбі торкання робочих зубів . Відбитки фарби повинні розташовуватись в середній частині бокової поверхні зуба і займати не менше 50% його довжини .

При зношенні вкладишів підшипників приводу їх розточують або замінюють новими .

Посадка шпонки , як в гнізді так і в шпоночній канавці шестерні повинна бути міцною в нижній та верхній площинах і разом до 0,1 мм . по бокових площинах.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз потенційних небезпек та шкідливостей під час роботи обладнання Сушильно-охолоджувальні установки повинні бути укомплектовані автоматичними регуляторами температури повітря і розрідження.

У конструкції сушильно-охолоджувальної установки з кип'ячим шаром потрібно передбачити шлюзні затвори для входу і виходу цукру.

Всі джерела утворення пилу в сушильних установках повинні бути закриті і обладнані аспірацією.

Сушильні барабани повинні бути герметично закриті і працювати під розрідженням. Повітря перед викидом у атмосферу повинне бути знепилене.

З'єднувальні муфти, шківни, ланцюгові передачі, а також приводні зубчасті колеса і катки сушильних барабанів повинні мати суцільне огороження.

Всі місця утворення пилу в приміщенні сушки цукру (пересипання цукру з барабанів, елеваторів на стрічку конвеєра тощо) повинні бути укриті та обладнані місцевою витяжкою.

Розсіювальні пристрої (вібраційні та інші конструкції) повинні бути обладнані герметичними кожухами, які підключені до системи аспірації.

Рухома роликів опора вібраційного конвеєра повинна бути огорожена.

Турнікети повинні бути закриті. Конструкція вивантажувального лотка повинна виключати можливість вільного доступу до обертового барабана турнікету.

Сушильно-охолоджувальне обладнання повинно мати пристрої для відведення статичної електрики. Електропровід і пускові пристрої повинні бути у вибухобезпечному виконанні.

У сушильному відділенні не повинно бути механічних і електричних джерел іскроутворення.

Бункери для цукру повинні бути постійно закриті.

Користуватися у сушильному відділенні відкритим вогнем, а також палити забороняється; для цього на видному місці потрібно вивісити попереджувальні

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаки і написи.

Прибирання сушильного відділення від пилу необхідно проводити, застосовуючи засоби механізації (пилососні установки тощо) за графіком, який затверджений власником.

Розсіювальні машини для цукру

Сита та інші працюючі органи повинні бути укриті і підключені до систем аспірації з очищенням повітря.

Цукор потрібно подавати у розсіювальну машину через шлюзовий затвір.

Кінці тросів, на яких підвішені працюючі органи машин, повинні бути запаковані мідним дротом і запаяні.

У конструкціях розсіювальних машин повинні бути пристрої, які виключають випадання ситових рам або переміщення їх у пазах.

Конструкція і аспіраційне обладнання розсіювальних машин і сушильноохолоджувальних установок повинні забезпечувати у робочій зоні вміст цукрового пилу не повинен перевищувати 6 мг/м^3 .

Виробничий шум і вібрація.

Обладнання (вібросито РЗ-ПРМ), що є джерелом шуму та вібрації, встановлюється на спеціальних віброізоляторах, а робочі місця біля них ізолюються гумовими ковриками.

Всі насоси в комплекті з електродвигунами встановлюються на окремому фундаменті не зв'язаному з фундаментом будівлі.

Витяжні і всмоктувальні патрубки вентиляторів з'єднуються з повітропроводами брезентовими вставками. Характеристики вентиляторів підбираються так, щоб коліві швидкості не перевищували допустимі. За ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ та ГОСТ 12.1.012-90 рівень шуму тут 70 одиниць.

Електробезпека

Для обмеження можливості попадання обслуговуючого персоналу під небезпечну для життя напругу в проекті передбачено захисні заходи.

Запроектоване захисне заземлення всіх металевих неструмоведучих частин електрообладнання (корпусів електродвигунів, щитків і пулів управління,

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металевих оболонки, кабелів та ін.) які можуть перебувати під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Біля пультів і всередині щитів положено захисні килими. Вся пускова апаратура встановлена вологозахисна.

а) Захисне занулення.

Для електрообладнання в приміщеннях з нормальним середовищем в якості захисних провідників повинні бути використані нульві робочі жили кабелів, з'єднаних з глухозаземленою нейтраллю трансформаторної підстанції потужністю 2х1600 кВА, напругою 6/0,4 кВ.

Занулення електрообладнання (електродвигунів, магнітних пускачів, вимикачів шляхових та ін.) в вибухонебезпечних приміщеннях необхідно виконувати лише приєднанням спеціальної нульової захисної жили кабелю до занулюючого контакту в ввідному пристрої електрообладнання. Нульова жила кабелю приєднується до глухозаземленої нейтралі існуючої трансформаторної підстанції потужністю 2х1600 кВА, напругою 6/0,4 кВ.

Вторинний контур заземлення з смугової сталі розміром 25х4 мм прокладається по стінах по периметру приміщення на висоті 0,4 м від рівня підлоги і є допоміжним захисним засобом.

Зовнішній контур заземлення виконується з електродів з круглої сталі Ø12 мм довжиною 5 м, з'єднаних між собою смуговою сталлю розмірами 40х4 мм, що покладена на глибині 0,5 м від рівня землі.

Опір контуру заземлення не повинен перевищувати 4 Ом. Якщо опір виявиться більшим, необхідно забити додаткові електроди.

Всі з'єднання заземлювачів виконуються зваркою. Проходи магістралі заземлення скрізь фундаменти повинні виконуватись в водогазопровідних трубах.

б) Захист від прямих ударів блискавки.

Сушильне відділення по влаштуванню блискавкозахисту відноситься до II категорії.

В зв'язку з тим, що на приміщенні цукросушильного відділення верхні плити перекриття укладені на металеві ферми і при цьому використовуються

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

негорючі утеплювачі і гідроізоляція, немає потреби у встановленні блискавкоприймачів або накладання блискавкоприймальної сітки. При цьому забезпечується неперервний електричний зв'язок металевих ферм між собою і з заземлювачами накладанням сталюого дроту $\varnothing 6$ мм на ферми по периметру приміщення. З'єднання сталюого дроту з фермами виконується зваркою.

Струмовідводи, що з'єднують ферми з заземлювачами, виконуються з сталюого дроту $\varnothing 6$ мм і прокладаються по кутах приміщення. Величина імпульсного опору заземлювача для кожного струмовідводу повинна бути не більш 10 Ом.

в) Захист від електростатичної індукції.

Захист від електростатичної індукції здійснюється шляхом приєднання сталююю катанкою $\varnothing 6$ мм металічних корпусів всюого обладнання і апаратів, а також металічних конструкцій до захисного заземлююючого пристрою приміщення.

г) Захист від електромагнітної індукції.

Захист від електромагнітної індукції виконується в виді пристрою через кожні 25...30 м металевих перемічок між трубопроводами і іншими простягнутими металічними предметами в місцях їх взаємного зближення на відстань менше 10 см.

д) Захист від заносу високих потенціалів.

На вводі в приміщення цукросушильного відділення всі підземні металічні комунікації і зовнішні наземні металеві конструкції і комунікації необхідно приєднати до захисного заземлююючого пристрою приміщення.

Всі з'єднання блискавкозахисних пристроїв виконуються зваркою.

е) Індивідуальні засоби захисту.

Кожний працююючий забезпечується відповідним спецодягом, взуттям і захисними засобами для виробництва і ремонту обладнання, що відповідають відповідним стандартам. До захисних засобів відносяться: окуляри, респіратори, запобіжні пояси, діелектричні рукавиці, ізолюючі шланги, плоскогубці та ін.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захисне приладдя зберігається як цеховий інвентар і видається по мірі потреби під час виконання робіт, крім приладдя, яке знаходиться в чергового персоналу, яке передається позмінно.

Протипожежні заходи

По вибуховій, вибухопожежній і пожежній небезпеці приміщення цукросушильного відділення відноситься до категорії “Б” і до II ступені вогнестійкості.

Протипожежна безпека приміщення досягається застосуванням конструкцій і матеріалів, що мають необхідну границю вогнестійкості і які забезпечують приміщенню необхідну ступінь вогнестійкості.

Для евакуації людей з приміщення з всіх поверхів існує два розподілені виходи. Один- через східцеву клітку безпосередньо на вулицю, інший- в сусіднє приміщення (в продуктове відділення).

Роботи по влаштуванню іскронедуючих підлог виконуються згідно з вимогами “Підлоги. Правила виконання і прийняття робіт”.

Металеві підлоги покриті гумовими килимками. Металічні косоури і балки майданчиків покриті вогнезахисним складником ОФП-ММ товщиною 40 мм.

Проектом розроблені наступні заходи:

- безперебійна подача води на внутрішнє і зовнішнє пожежегасіння;
- забезпечення розрахункових напорів і витрат води з розрахунку 15,0 л/с на внутрішнє пожежегасіння і 30,0 л/с на зовнішнє пожежегасіння;
- два джерела енергоживлення від електросистеми і дизеля;
- встановлення в сушильному відділенні (на входах) пожежних кранів в пожежних шафах, що допускають розміщення в них 2-х ручних вогнегасників (решта пожежних кранів встановлюється в пожежних шафах);
- розміщення на зовнішніх мережах пожежних гідрантів з розрахунку тушіння джерела пожежі з 2-х точок довжиною не більш як 150 м;
- кільцеві мережі з відключаючою арматурою, яка встановлюється в криницях із збірних залізобетонних елементів.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок необхідної кількості води на пожежегасіння.

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, [m^3] \quad (5.1)$$

де 3600 та 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно години в секунди і літрів- в м³.

n1– витрата води на внутрішнє пожежегасіння, (n1=15 л/с);

n2– витрата води на зовнішнє пожежегасіння (n2=30 л/с), виходячи з того що відділення пожежонебезпекою відноситься до категорії “Б”, ступінь вогнестійкості- “II”, та об’єм приміщення рівний

$$V_{пр} = L \cdot S \cdot H \quad (9.2)$$

де L- довжина;

S- ширина;

H- висота сушильного відділення;

$$V_{пр} = 39 \times 15 \times 12 = 7020 \text{ м}^3, \text{ то } n_2 = 30 \text{ л/с.}$$

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (15 + 30)}{1000} = 486 [m^3]$$

Пожежна сигналізація.

Для своєчасного оповіщення про пожежу передбачена автоматична пожежна сигналізація.

В якості автоматичних сповіщувачів прийняті теплові пожежні сповіщувачі ДПС-038.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підключення пожежних сповіщувачів ДПС-038 до прийомної станції ППС-3 здійснюється через інтервально-виконавчі органи ПІО-017, які встановлюються в приміщенні мотор-генераторної.

При виході на східцевий майданчик кожного поверху встановлені ручні пожежні сповіщувачі типу ИПР, які підключаються безпосередньо до ППС-3 через телефонну коробку БКТ 20x2.

Шлейфи пожежної сигналізації від кожного ДПС-038 до відповідного ПІО-17 виконані проводом ПВ 1x1,0 мм², що прокладається в сталевих трубах по перекриттю відповідного поверху. Для заземлення корпусу пожежних

сповіщувачів використовується провід ПВ 1x1,0 мм². Розгалуження до кожного сповіщувача від магістрального нульового проводу здійснюється в коробці КТ 040. Сповіщувач заземлюють через існуючий на його корпусі заземлюючий зажим.

При вводі проводів в сповіщувач передбачена установка розділюючого ущільнення.

З'єднувальна мережа від ПІО-017 до приймаючої станції ППС-3, яка встановлена на прохідній заводу, виконується загальним кабелем марки ТПВ 10x2x0,5.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі бакалпава розраховано і розроблено барабанна сушарка для висушування цукру-піску.

Наведена технологічна схема суцільного відділення у виробництві цукру, нагрівання повітря здійснюється в парових калориферах, в якості теплоносія використовується екстра пара першого корпусу випарки, обґрунтовані теоретичні основи процесу сушіння, приведений опис барабанної сушарки та вибір необхідних конструкційних матеріалів. Матеріал, з якого виготовлений апарат, - корозійностійкий, що дозволяє зменшити витрати при експлуатації.

Складений матеріальний і тепловий баланс процесу, проведені технологічні розрахунки, визначені конструктивні розміри апарата.

Визначений гідравлічний опір апарата, проведено вибір допоміжного обладнання.

Проведені розрахунки на міцність, жорсткість і герметичність, які підтверджують доцільність прийнятих технічних і конструктивних рішень.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азрилевич М. Я. Технологическое оборудование сахарных заводов – М.: Пищевая промышленность, 1972-312 с; Марценюк О.С., Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Підручник .-К. НУХТ, 2011-407с.
2. Ведомственные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов: М., Минпищепром СССР, 1985- 205с.
3. Марценюк О.О., Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв.- К., НУХТ, 2011.- 407 с.
4. Малежик І.Ф., Марценюк О.С., Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування.- К., НУХТ, 2012-544с.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию /Под редакцией докт. техн. наук, проф. Ю.И. Детнерского – М.: Химия, 1983 -272 с.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., А.А.Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов / Под ред. П.Г.Романкова. 9-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1981. — 560 с.
7. Лацинский А.А., Толчинский А.Р.. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник. — Л.: Машиностроение, 1970. — 752 с.,
8. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов/В.Г. Белик, С.А. Зозуля, Б.Н. Жарик и др.– К.: Техника ,1982 – 304 с.
9. Фарамазов В.Н. Ремонт и монтаж химического и нефте-перерабатывающего оборудования: -М.: Химия, 1985.-246с.
10. Андрианов И. О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов – М.: Пищевая промышленность, 1973 – 328 с.;
15. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець та ін.. – К.: Основа, 2000. – 416 с.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		