

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

Кафедра хімічної інженерії

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 жому у виробництві цукру з буряка.
Розробити барабанну безперервної дії для висушування жому .

Виконав:
студент групи ХМдн-74чк
Левченко Сергій Васильович

_____ 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 2021

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра хімічної інженерії

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

Курс 4 Група ХМдн-74чк Семестр 8

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Левченку Сергію Васильовичу

1 Тема роботи: Сушильна установка жому у виробництві цукру з буряка.
Розробити барабанну безперервної дії для висушування жому

2 Вихідні дані: Розробити барабанну безперервної дії для висушування жому. Продуктивність
проектowanego апарату становить 160 т/добу. Вологість сирого відпресованого жому 88 % мас.;
висушеного жому 12%мас.

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

1. Технологічна схема сушильної установки жому – 1,0 арк.
2. Складальне креслення сушарки жому – 1,0 арк.
3. Складальне креслення сушильного барабана – 1,0 арк.
- 4 Складальне креслення ролика опорного – 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. Гребенюк С.М.. Технологическое оборудование сахарных заводов-Москва :Легкая и пищевая промышленность ,1983-520с.

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 2020 р.

Керівник

підпис

ст.викл. Корнієнко В.М.

Реферат

Пояснювальна записка: сторінок., рис., літературних джерел.

Графічні матеріали: технологічна схема виробництва, складальне креслення апарата, креслення складальних одиниць - всього 4 листа формату А1.

Тема роботи: "Двохбарабанна сушильно-охолоджуюча установка у виробництві цукру-піску .Розробити барабанну сушарку".

Наведено технологічну схему виробництва, теоретичні основи процесу виробництва цукру-піску, опис запроєктованого апарата , вибір конструкційних матеріалів .

Приведені матеріальний і тепловий баланси процесу , виконані технологічні розрахунки процесу і апарата , конструктивні розрахунки апарата, виконаний розрахунок гідравлічного опору апарата , проведений вибір допоміжного обладнання .

Описані методи ремонту і монтажу обладнання для сушки цукру.

Визначені небезпечні і шкідливі виробничі фактори при сушінні цукру –піску, розроблені протипожежні заходи.

Ключові слова: СУШКА, СУШИЛЬНИЙ АГЕНТ, СУШАРКА БАРАБАННА, ВЕНТИЛЯТОР, РОЗРАХУНОК, ЦИКЛОН, ЖОМ, ТОПКА.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Технологічна частина	
1.1 Опис технологічної схеми виробництва.....	7
1.2 Теоретичні основи процесу.....	8
1.3 Опис об'єкту розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.....	14
2. Технологічні розрахунки процесу і апарата	
2.1. Матеріальний та тепловий баланси.....	19
2.2. Технологічні розрахунки.....	36
2.3. Конструктивні розрахунки апарата.....	37
2.4. Гідравлічний опір апарата.....	40
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	41
3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність	
3.1. Визначення товщини стінки апарата і кришки.....	44
3.2. Розрахунок зубчатої передачі.....	47
3.3. Розрахунок опорних роликів.....	52
4. Монтаж та ремонт апарата	
4.1 Монтаж розробленого апарата.....	55
4.2 Ремонт апарата.....	59
5. Охорона праці.....	61
Висновки.....	67
Список літератури.....	68
Додаток Б - Специфікації	

					ПОХНВ.С.00.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата			
Розроб.		Левченко			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Корнієнко			4	68	
Н. контр.		Корнієнко			СумДУ, гр. ХМдн-74чк		
Затв.		Складінський					

Сушильна установка жому у виробництві цукру з буряка
Розробити барабанну сушарку безперервної для висушування жому.

ВСТУП [1]

Харчова промисловість України - одна з провідних галузей агропромислового комплексу України.

Вона об'єднує 22 спеціалізованих галузі, що включають більше 40 основних виробництв, а за обсягом валової продукції - посідає друге місце після машинобудування і металургії.

Більшість вітчизняних технологій не поступаються за ефективністю та технологічністю кращим досягненням європейських держав, вони передбачають виробництво харчових продуктів широкого асортименту та високої якості. Але наявне устаткування має переважно низькі техніко-економічні показники (невисоку продуктивність, велику матеріальну та енергетичну ємкість), що обумовлює підвищення собівартості та зниження якості продукції.

Тільки оснащення харчової промисловості досконалыми високопродуктивними, економічними та автоматизованими технологічними лініями, обладнанням, устаткуванням на рівні кращих світових зразків спроможне забезпечити виробництво якісних продуктів.

Цукрова галузь України за темпами розвитку, рівнем конкуренції та ефективності виробництва значно відстає від зарубіжних країн і на даний час перебуває в кризовому стані, існує, зокрема значне зменшення площ посіву цукрових буряків і виробництва цукру, відбувається руйнування системи оптової торгівлі, а також втрати зовнішніх ринків збуту продукції та системи кредитування всього комплексу в цілому. Таким чином ситуація, що склалась в цукровій промисловості призводить до руйнування всієї галузі в цілому.

Сучасну базу цукрової промисловості в Україні представляють в основному підприємства малої і середньої потужності, основна виробничо-технічна база яких - стара, технічно спрацьована, яка потребує переоснащення і реконструкції .

Коефіцієнт спрацювання основних фондів на багатьох заводах сягає 55 - 65 %, а затрати праці, сировини, палива, допоміжних матеріалів на виробництво продукції значно перевищують показники інших країн. Для подальшого

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

функціонування таких підприємств потрібні значні витрати коштів, що не завжди економічно доцільно, оскільки не сприяє підвищенню рівня концентрації та ефективності виробництва і гальмує технічний прогрес підприємства.

Цінним продуктом бурякоцукрового виробництва є жом. Жом у свіжому, кислому і сухому виді йде на корм худобі. Жом – м'якоть буряку. Вихід жому складає 5 кг на 100 кг буряку. Сухі речовини жому складаються з пектинових речовин (45%), целюлози і геміцелюлози (приблизно по 20%), білків, золи і цукру (по 2-4%). Жом використовують в якості корму для тварин, для виробництва харчового пектину і пектинового клею.

Основними технологічними операціями у виробництві цукру можна вважати дві: вилучення цукру з буряків та випарювання води до кристалізації цукру. Решта операцій – допоміжні.

Свіжий жом виходить із дифузійних апаратів і містить у собі 92-93% води й 8-7% сухих речовин. Він може згодуватися й у такому виді, але для здешевлення й зручності транспортування до споживачів з нього відпресовують частину води і доводять вміст сухих речовин у ньому до 12-14% (віджятий жом). Кислий жом отримують у результаті зберігання свіжого або віджатого жому у сховища.

Жом, що не згодується у свіжому або віджатому виді, піддається висушуванню. Для зменшення витрати тепла на висушування значна частина води зі свіжого жому віддаляється за допомогою пресів з доведенням змісту сухих речовин у ньому до 18-25%. Сухий жом можна брикетувати.

Темою кваліфікаційної роботи передбачена розробка сушильної установки жому у виробництві цукру з буряку .

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

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологічної схеми виробництва[2]

Жом в свіжому кислому і сухому вигляді використовують на корм тваринам. Свіжий жом отримують в дифузійному апараті і містить в собі 92-93% води і 7-8% сухих речовин. Він може згодуватись і в такому вигляді, але з нього відпресовують частину води і доводять вміст сухих речовин до 12-14% (віджятий жом). Кислий жом отримують в результаті зберігання свіжого чи віджатого жому в сховищах.

Жом, який не згоджується в свіжому і віджатому вигляді, піддається висушуванню.

Віджятий жом по конвеєру віджатого жому (поз. 1) подається з дифузійного відділення і по стрічковому транспортеру(поз.2) потрапляє у жомосушильний комплекс. Із стрічкового транспортера (поз.2) жом потрапляє у шнековий конвеєр (поз.3), з нього жом потрапляє у два шнекових дозувальних конвеєрів (поз.4), з яких жом потрапляє у два жомосушильних барабана(поз.6 і 7).

Якщо подача жому перевищує норму, то жом із конвеєра (поз.3) пересипається на аварійний стрічковий транспортер (поз.5) і з нього на стрічковий транспортер віджатого жому (поз. 1).

У топки обох жомосушильних барабанів подається природній газ і вентилятором(поз. 18) нагнітається повітря в камеру згорання. В топи і утворюються топкові гази температурою 600-650°C. У камері змішування топкові гази охолоджуються повітрям, яке подається вентилятором(поз. 16), внаслідок чого їхня температура знижується до 200-250°C, яка необхідна для проведення процесу сушіння. Охолоджені топкові гази контактують з жомом, що подається прямохідно і випаровують з жому надлишкову вологу.

Висушений жом вивантажується із сушарки вивантажувальною камерою і потрапляє у видвижний конвеєр(поз.8), з якого висушений жом з обох сушарок

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

двома норіями(поз. 14) подається на стрічковий транспортер сухого жому (поз. 13). З стрічкового транспортеру сухого жому (поз. 13) сухий жом подається на стрічкову норію (поз. 17) і йде на гранулювання.

Якщо ж жом із сушарок виходить недосушеним то він потрапляє на аварійний стрічковий транспортер (поз.12) і по аварійному стрічковому конвеєру(поз.5) відводиться на конвеєр віджатоного жому (поз. 1).

Відпрацьовані топкові гази з жомовим пилом відсмоктуються з вивантажувальної камери вентиляторами(поз. 15), які стоять після циклонів(поз. 9). У циклонах затримуються і осідають частинки пилу і тому. чисте повітря видаляється в атмосферу, а видалений пил виводиться шнековим конвеєром (поз 10 і 11) і він подається у видвижний шнековий конвеєр (поз 8).

На випадок пожежі, при самозагорянні жому, до жомосушильних барабанів з двох боків підводяться трубопроводи ретурної пари для тушіння пожежі

1.2 Теоретичні основи процесу[2]

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

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

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 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. Жом в свіжому кислому і сухому вигляді йде на корм тваринам. Свіжий жом отримують в дифузійному апараті і містить в собі 92-93% води і 7-8% сухих речовин. Він може згодуватись і в такому вигляді, але з нього відпресовують частину води і доводять вміст сухих речовин до 12-14% (віджатий жом). Кислий жом отримують в результаті зберігання свіжого чи віджатого жому в сховищах.

Жом, який не згодовується в свіжому і віджатому вигляді, піддається висушуванню.

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,

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

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 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.

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

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 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

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

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

$$G = C_{c.p} + W \quad (1.1)$$

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

W - маса вологи (води)

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

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

Відношення маси вологи в матеріалі до маси абсолютно сухої речовини називають вологовмістом.

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

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.

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

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:

$$P_M > P_P : P_M - P_P \leq \Delta P \quad (1.4)$$

де P_P - 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.

$$W = KB(P_M - P_P) S \tau \quad (1.5)$$

де KB - коефіцієнт випарювання.

S - поверхня випарювання;

τ - тривалість сушіння.

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

I виражається у відсотках:

$$W_{\text{вид}} = W - W_p$$

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

Сушіння жому проводиться в сушарках. По конструкції сушарки можуть бути барабанними і шахтно-шаровими (баштового типу). В барабанних сушарках топкові газу переміщуються проточіно по відношенню до висушуваного жому,

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

а в баштового– протитечійно.

Перевагою барабанних сушарок є те, що вони можуть працювати на топкових газах, отриманих в спеціальних топках, чи на відхідних газах котельні заводу. Застосовуються також комбіноване жомосушіння, при якому температура відхідних газів котельні заводу підвищується за рахунок додавання гарячих газів, отриманих в спеціальній додатковій топці.

1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструкційних матеріалів [1]

Сушарка жому складається з корпусу внутрішнім діаметром 3400мм, що виготовлений із товстолистової сталі. На корпусі болтами закріплені два опорні бандажі і зубчастий вінець за допомогою барабан приводиться в обертання.

Бандажі опираються на дві пари роликів опорної і опорно-упорної) станцій. Кожна із станцій закріплена на фундаментній плиті, що в свою чергу закріплена на фундаменті. Упорні ролики попереджують осьовий зсув барабана. На початку барабана в середині приварені перекидні лопатки для кращого розподілу жому по барабану. Решту своєму барабану займають хрестоподібні насадки для збільшення контакту жому з газами. Крім цих насадок до стінок корпусу кріпляться додаткові насадки для пересипання жому.

На корпусі барабана розмішені шість люків, для огляду, обслуговування і ремонту барабана.

Барабан приводиться в обертання від привода, що складається з електродвигуна, трьохступінчастого редуктора і підвінцевої шестерні, що передає обертання на зубчастий вінець. Частота обертання може змінюватись в межах 1,43-2,85 об/хв.

В торцеву частину початку барабана подаються топкові гази в суміші з повітрям температурою 200-250°C, що отримуються в окремій топці і рухаються прямолінійно з висушуваним жомом.

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

В кінці барабана стоїть вивантажувальна камера. В ній розміщена улітка , за допомогою якої можливо збільшувати чи зменшувати тривалість перебування жому в барабані. Улітка складається з двох стінок, з'єднаних лопастями, що вигнуті по ходу обертання. До зовнішньої поверхні улітки кріпляться скребки, що транспортують жом до вивантажувального отвору.

Регулювання улітки здійснюється ручним обертанням валу, що передає обертання на вал улітки. внаслідок чого лопастіулітки повертаються збільшуючи чи зменшуючи кількість вивантажувального жому.

Вивантажувальний пристрій вгорі має дві витяжні трубидля відведення відпрацьованих газів із частинками жому і пилу, що ними захопилися.

Ця суміш пропускається через два циклони де повітря очищається і виводиться в атмосферу.

При сушінні жому може статись самозагоряння жому, тому на вивантажувальному пристрої розміщений патрубок подачі ретурної паридля гасіння пожежі

Жомосушильний барабан працює безперервно на протязі всього часу роботи цукрового заводу, тому пуск сушарки і експлуатація проводиться по певним правилам.

Перед пуском потрібно:

- перевірити заземлення всіх електродвигунів;
- перевірити наявність мастила у всіх точках змащення;
- перевірити ущільнення трубопроводів відсмоктування відпрацьованих газів;
- перевірити ущільнення трубопроводу подачі газу в топку і саму топку;
- перевірити роботу проводу - правильність зачеплення вінцево-зубчастої
- проводять ввімкнення обладнання і перевіряють все ще раз на холостому ході і потім тільки подають віджатий жом на сушарку

В процесі роботи сушарки слідкують за:

- подачею в сушарку віджатого жому
- подачею природного газу в топку і температурою топкових газів;

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

- подачею повітря в топку і в камеру охолодження;
- положенням бандажів відносно опорно-упорної станції і якщо наявне зміщення то відрегулювати положення упорними роликками;
- за роботою приводом станом і навантаженням на двигун; роботою редуктора і наявністю в ньому мастила; за контактом вінцево-зубчастої пари;
- за справністю ущільнень на трубопроводах відсмоктування відпрацьованих газів з пилом;
- за роботою циклонів для очищення повітря.

По закінченні роботи:

провести огляд сушарки через оглядові люки і очистити її від залишків жому; оглянути і очистити все допоміжне транспортне обладнання подачі і відведення жому; оглянути топку і камеру змішування сушарки,

- оглянути привод барабана; особливу увагу звернути на підшипники
- кочення підвінцевої шестерні і редуктора, а також на стан муфт зчеплення;

оглянути труби відсмоктування відпрацьованих газів і циклонів очищення повітря.

Вибір конструкційних матеріалів[11]

Тоді, у відповідність до [11] вибираємо матеріал для барабана сушарки і конструктивних елементів, які безпосередньо контактують із середовищем за нормальної температури не вище 300°C, - сталь СтЗспЗ ГОСТ 380-94.

Сталь СтЗспЗ – 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 харчовій промисловості.

>Бандажі виготовляються з якісних вуглецевих сталей у тому, щоб забезпечити довговічність, оскільки зміна бандажів барабанів надзвичайно важка. По [3] вибираємо сталь 35Л ГОСТ 977-86, яка застосовується виготовлення деталей, яких

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

пред'являються вимоги підвищеної міцї й високого опору зносу, працюючих під впливом середніх статичних і динамічних навантажень. 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 сталї й зуби їх фрезеруються.

По [11] вибираємо сталь 45Л ГОСТ 977-86 ,застосовується для виготовлення деталей, до яких пред'являються вимоги підвищеної міцї й високого опору зносу, працюючих під впливом середніх статичних і динамічних навантажень. Твердість робочих поверхонь зубів вінцової шестерні $M_{M>V2}=235...262\text{HB}$, підвінцової шестерні $H_{\text{нв1}}=269...302\text{HB}$. 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 чистове 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 використання у передачах з більшими на колесами, термічна обробка яких ускладнена [11].

>Ролики виготовляються з матеріалу менш міцного, ніж бандаж. Ролики лише відповідальних випадках робляться сталевими, звичайно ж відливаються з чавуну і потім обточують. Застосування деталей більш м'якого матеріалу і більше число оборотів ролика призводять до прискореному зношуванню і меншою довговічністю роликів проти бандажами. Таке порушення принципу рівномірності робиться свідомо. Річ у тім, зміна бандажа чи його проточка надзвичайно складні і вимагають тривалих зупинок обертових барабанних апаратів, а у тому, що бандажі коштують дорого. Вигідніше зберегти бандаж і забезпечити його довговічність. Зміна ж зношених роликів значно більше проста, та й самі ролики набагато

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

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 [11].

Твердість робочих поверхонь валу $M_{M>v}=212..248НВ$. 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 [11].

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.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технологічні розрахунки процесу і апарата

2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу[4]

Вихідні дані

Вологість сирого жома після дифузії $W_0 = 94 \%$

Вологість від пресованого жому $W_1 = 88 \%$

Вологість жому після сушіння $W_2 = 12 \%$

Продуктивність сушного відділення по висушеному матеріалу

$$G = 200 \text{ Т/доб} = 8333,3 \text{ кг/год}$$

Стан повітря зовні

- температура $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

- відносна вологість $\gamma_0 = 85 \%$

- ентальпія $l_0 = 52,5 \text{ кДж/кг}$

- вологовміст $d_0 = 12,8 \text{ г/кг}$

Сушільний агент – димові газы топливного мазуту.

Температура теплоносія перед сушкою $t_1 = 750 \text{ }^\circ\text{C}$

Температура теплоносія після сушки $t_2 = 120 \text{ }^\circ\text{C}$

Час сушіння $t_{\text{суш}} = 30 \text{ хв.}$

Приймаємо до установки 2 сушільних барабани 160 т/доб. кожний.

По висушеному жому

Кількість відпресованого жома

$$q_1 = q_{\text{ж}} \frac{100 - W_0}{100 - W_1} \quad (2.1)$$

де: $q_{\text{ж}}$ – 90% вихід сирого жома по вазі буряка

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

$$q_1 = 90 \frac{100 - 94}{100 - 88} = 45 \text{ кг}$$

Розрахуємо кількість віділеної вологи на пресах

$$W_{\Pi} = q_{\text{ж}} - q_1 \quad (2.2)$$

$$W_{\Pi} = 90 - 45 = 45 \text{ кг}$$

Визначимо вагу сухого жома, не враховуючи витрат сухих речовин в жомопресовій воді

$$q_2 = q_1 \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \quad (2.3)$$

$$q_2 = 45 \frac{100 - 88}{100 - 12} = 6,14 \text{ кг}$$

Визначимо кількість видаленої вологи на сушці

$$W_{\text{суш}} = q_1 - q_2 \quad (2.4)$$

$$W_{\Pi} = 45 - 6,14 = 38,86 \text{ кг}$$

Визначимо кількість видаленої вологи на сушці на вагу сухого жому

$$W_{\text{с.ж}} = \frac{W_{\text{суш}}}{q_2} * 100\% \quad (2.5)$$

$$W_{\text{с.ж}} = \frac{38,86}{6,14} * 100\% = 633\%$$

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

Визначимо кількість видаленої вологи барабаном

$$W_B = G \frac{W_{с.ж}}{100} \quad (2.6)$$

$$W_B = 666,65 \frac{633}{100} = 4219,9 \text{ кг/год}$$

Визначимо середню насипну вагу жому згідно в кг/м³

$$\rho_{с.р.} = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\ln \frac{\rho_1}{\rho_2}} \quad (2.7)$$

де ρ_1 і ρ_2 — насипна вага відповідно вологого і сухого жому, кг/м³;
приймаємо: $\rho_1 = 350$ і $\rho_2 = 230$.

Тоді

$$\rho_{с.р.} = \frac{350 - 230}{\ln \frac{350}{230}} = 285,81$$

В якості пального використовуємо природний газ. Склад газу по об'єму, %
представлено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Склад газу

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	NO ₂	C ₅ H ₁₂	C ₂ H ₄	C ₆ H ₁₄	N ₂	CO ₂
98,562	0,439	0,143	0,026	0,023	0,003	0,004	0,002	0,761	0,03

Нижча теплота згоряння пального: $Q_P^H = 35858,02 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$

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

Теоретичний об'єм повітря необхідний для повного згоряння газу при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha=1$, температурі 0°C і тиску 760мм.рт.ст. $V^0 = 9,51 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$

Теоретичні об'єми продуктів згоряння при $a=1$

$$V_{\text{RO}_2}^0 = 1 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}; V_{\text{N}_2}^0 = 7,52 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}; V_{\text{HO}_2}^0 = 2,15 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}; V_r^0 = 10,67 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3};$$

Теплота, внесена в топ очну камеру газоподібним паливом, рівна його теплотворній спроможності, тобто:

$$Q_T = Q_H = 35858,02 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тепла в топці,

де q_3 — втрати теплоти від хімічного недопалу, $q_3=1,0\%$.

q_5^m - втрати теплоти від зовнішнього охолодження топки, $q_5^m=1,2\%$.

$$\beta_T = 1 - \frac{1 + 1,2}{100} = 0,978$$

Визначаємо коефіцієнти надлишку повітря, в топочній камері

$$\alpha_T = 2920 \cdot \frac{\beta_T}{\theta_T} \cdot 0,43 \quad (2.8)$$

де θ_T - температура газів в топочній камері $\theta_T=1300^{\circ}\text{C}$.

$$\alpha_T = 2920 \cdot \frac{0,978}{1300} \cdot 0,43 = 1,77$$

- в камері змішування

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

$$\alpha_{\text{к.з.}} = 2920 \cdot \frac{\beta_{\text{T}}}{\theta_{\text{к.з.}}} \cdot 0,43 \quad (2.9)$$

де $\theta_{\text{к.з.}}$ - температура газів в камері змішування, $\theta_{\text{кз}}=850^{\circ}\text{C}$,

$$\alpha_{\text{к.з.}} = 2920 \cdot \frac{0,978}{850} \cdot 0,43 = 2,93$$

- на вході в сушильний барабан

$$\alpha' = \alpha_{\text{к.з.}} + \Delta\alpha' \quad (2.10)$$

де, $\Delta\alpha'$ - приріст коефіцієнта надлишку повітря на вході газів в барабан $\Delta\alpha' = 0,3$.

$$\alpha' = 2,93 + 0,3 = 3,23$$

- на вході в матеріалопровід

$$\alpha'' = \alpha' + \Delta\alpha'' \quad (2.11)$$

де $\Delta\alpha''$ — приріст коефіцієнта надлишку повітря на виході газів з барабану $\Delta\alpha'' = 0,3$.

$$\alpha'' = 3,23 + 0,3 = 3,53$$

Визначаємо об'єм повітря, що подається відповідно в топочну камеру V_n' і камеру змішування

$$V''_{\text{п в}} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3},$$

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

$$V'_n = \alpha_r \cdot V^0 \quad (2.12)$$

$$V'_n = 1,77 \cdot 9,51 = 16,83$$

$$V''_n = (\alpha_{к.з.} - \alpha_r) \cdot V^0 \quad (2.13)$$

$$V''_n = (2,93 - 1,11)9,51 = 11,03$$

Визначаємо теплоту в кДж/м³ внесено з повітрям в топочну камеру Q'_n і камеру змішування Q''_n

$$Q'_n = V'_n \cdot c' \cdot \theta_n' \quad (2.14)$$

$$Q''_n = V''_n \cdot c'' \cdot \theta_n'' \quad (2.15)$$

де c' і c'' - теплоємність повітря, внесеного відповідно в топочну камеру і камеру змішування, кДж/(м³К).

θ_n'' - температура зовнішнього повітря; $\theta_n''=30^\circ\text{C}$.

При вдуванні в топочну камеру повітря, підігрітого в каналах між самою камерою і її кожухом, температура повітря на вході в топочну камеру становитиме $\theta_n'=100^\circ\text{C}$. При $\theta_n'=100^\circ\text{C}$, $c'=1,325$ кДж/(м³К) по [4 ст.175]. Охолодження топочних газів проводиться повітрям із цеху в камері змішування. При температурі цехового повітря $\theta_n''=30^\circ\text{C}$, $c''=1,322$ кДж/(м³К)

Тоді

$$Q = 16,83 \cdot 1,325 \cdot 100 = 2229,98$$

$$Q''_n = 11,03 \cdot 1,322 \cdot 30 = 437,45$$

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

Визначаємо втрати теплоти в топочному пристрої кДж/м³

- від хімічної неповноти згоряння

$$Q_3 = q_3 \cdot \left(\frac{Q_r + Q'_n + Q''_n}{100} \right) \quad (2.16)$$

$$Q_3 = 1 \cdot \left(\frac{35858,02 + 2229,98 + 437,45}{100} \right) = 385,25$$

в навколишнє середовище:

$$Q_5^T = q_5^T \cdot \left(\frac{Q_r + Q'_n + Q''_n}{100} \right) \quad (2.17)$$

$$Q_5^T = 1,2 \cdot \left(\frac{35858,02 + 2229,98 + 437,45}{100} \right) = 462,31$$

Визначаємо ентальпію теоретично необхідної кількості повітря в кДж/м³

$$I_n^0 = V^0 (c \cdot \theta)_n \quad (2.18)$$

де $(c \cdot \theta)_n$ – ентальпія 1 м³ повітря при його температурі в кДж/м³. Значення $(c \cdot \theta)_n$ при $\theta = 1400, 1300, 1100, 1000, 900, 800, 200, 100^\circ\text{C}$

$$I_{n1400}^0 = 9,51 \cdot 2078 = 19761,78$$

$$I_{n1300}^0 = 9,51 \cdot 1915 = 18211,65$$

$$I_{n1100}^0 = 9,51 \cdot 1596 = 15177,96$$

$$I_{n1000}^0 = 9,51 \cdot 1437 = 13665,87$$

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

$$I_{n900}^0 = 9,51 \cdot 1282 = 12191,82$$

$$I_{n800}^0 = 9,51 \cdot 1131 = 10755,81$$

$$I_{n200}^0 = 9,51 \cdot 266 = 2529,66$$

$$I_{n100}^0 = 9,51 \cdot 132 = 1255,32$$

Визначаємо ентальпію продуктів згоряння 1 м^3 газу в кДж/м^3 при $\alpha=1$

$$I_r^0 = V_{\text{RO}_2}(c \cdot \theta)_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}(c \cdot \theta)_{\text{N}_2} + V_{\text{HO}_2}(c \cdot \theta)_{\text{HO}_2} \quad (2.19)$$

$(c \cdot \theta)_{\text{RO}_2}$; $(c \cdot \theta)_{\text{N}_2}$; $(c \cdot \theta)_{\text{HO}_2}$ - ентальпії 1 м^3 відповідно повітря, триаточних газів і водяних парів при температурі θ , кДж/м^3 . Значення ентальпій продуктів згоряння палива

при $\theta = 1400, 1300, 1100, 1000, 900, 800, 200, 100^\circ\text{C}$ Підставляючи дані отримуємо:

$$I_{r1400}^0 = 1 \cdot 3243 + 7,52 \cdot 2011 + 2,15 \cdot 2560 = 23869,72$$

$$I_{r1300}^0 = 1 \cdot 2979 + 7,52 \cdot 1852 + 2,15 \cdot 2346 = 21949,94$$

$$I_{r1100}^0 = 1 \cdot 2460 + 7,52 \cdot 1546 + 2,15 \cdot 1927 = 18228,97$$

$$I_{r1000}^0 = 1 \cdot 2204 + 7,52 \cdot 1395 + 2,15 \cdot 1726 = 16405,3$$

$$I_{r900}^0 = 1 \cdot 1952 + 7,52 \cdot 1244 + 2,15 \cdot 1525 = 14585,63$$

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

$$I_{r800}^0 = 1 \cdot 1705 + 7,52 \cdot 1094 + 2,15 \cdot 1337 = 12806,43$$

$$I_{r200}^0 = 1 \cdot 358 + 7,52 \cdot 260 + 2,15 \cdot 305 = 2968,95$$

$$I_{r100}^0 = 1 \cdot 170 + 7,52 \cdot 130 + 2,15 \cdot 151 = 1472,25$$

Визначаємо ентальпію продуктів згоряння 1м^3 газу в кДж/м^3 при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha_T=1,77$; $\alpha_{кз}=2,93$; $\alpha'=3,23$ і температурі θ_T , рівній 1400, 1300, 1100°C; $\theta_{кз}=1000, 900, 800^\circ\text{C}$; $\theta'=900$ і 800°C ; $\theta''=200$ і 100°C

$$I = I_r^0 + (\alpha - 1) \cdot I_n^0 \quad (2.20)$$

Підставляючи дані отримаємо:

$$I_{r=1400}^{\alpha=1,77} = 23869,72 + (1,77 - 1) \cdot 19761,78 = 39086,29$$

$$I_{r=1300}^{\alpha=1,77} = 21949,94 + (1,77 - 1) \cdot 18211,65 = 35972,91$$

$$I_{r=1000}^{\alpha=2,93} = 16405,3 + (2,93 - 1) \cdot 13665,87 = 42780,43$$

$$I_{r=900}^{\alpha=2,93} = 14585,63 + (2,93 - 1) \cdot 12191,82 = 38115,84$$

$$I_{r=800}^{\alpha=2,93} = 12806,43 + (2,93 - 1) \cdot 10755,81 = 33565,14$$

$$I_{r=900}^{\alpha=3,23} = 14585,63 + (3,23 - 1) \cdot 12191,82 = 41773,39$$

$$I_{r=800}^{\alpha=2,93} = 12806,43 + (3,23 - 1) \cdot 10755,81 = 36791,89$$

$$I_{r=200}^{\alpha=2,93} = 2986,95 + (3,23 - 1) \cdot 2529,66 = 8610,09$$

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

$$I_{r=100}^{\alpha=2,93} = 1472,25 + (3,23 - 1) \cdot 1255,321 = 4271,61$$

Результати розрахунків ентальпій повітря і продуктів згоряння палива зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 Результати розрахунків ентальпій

I_r^0 , кДж/м ³	I_n^0 , кДж/м ³	I , кДж/м ³		θ , °С	
		при $\alpha=1,77$		при $\alpha=2,93$	при $\alpha=3,23$
23869,72	19761,78	39086,29	1400		
21949,94	18211,65	35972,91	1300		
18228,97	15177,96		1100		
16405,3	13665,87		1000	42780,43	
14585,63	12191,82		900	38115,84	41773,3
12806,43	10755,81		800	33565,14	36791,8
2968,95	2529,66		200		8610,09
1472,25	1255,32		100		4271,61

Визначаємо корисне тепловиділення в камері згоряння в кДж/м³

$$Q_T^{\text{кор}} = I_T = Q_T + Q'_n - (Q_3 + Q_5^T) \quad (2.23)$$

$$Q_T^{\text{кор}} = I_T = 35858,02 + 2229,98 + (358,25 + 462,31) = 37240,44$$

Визначаємо температуру в °С газів в камері згоряння, інтерполяцією

$$39086,29 - 35972,91 = 3113,38 \quad 3113,38 - 100^\circ\text{C}$$

$$37240,44 - 35972,91 = 1267,53 \quad 1267,53 - x$$

$$1400 - 1300 = 100^\circ\text{C} \quad x = 40,7$$

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

$$\theta_r = 1300 \cdot 40,7 = 1340,7^\circ\text{C}$$

Визначаємо ентальпію топочних газів на виході з камери змішування, в кДж/м³

$$Q_{\text{к.з.}} = I_{\text{к.з.}} = I_T + Q_n'' \quad (2.24)$$

$$Q_{\text{к.з.}} = I_{\text{к.з.}} = 37240,44 + 437,45 = 37677,89$$

Визначаємо температуру топочних газів на виході з камери змішування, в °C

$$38115,84 - 33565,14 = 4550,7 \quad 4550,7 - 100^\circ\text{C}$$

$$37677,89 - 33565,14 = 4112,75 \quad 4112,75 - x$$

$$900 - 800 = 100^\circ\text{C} \quad x = 90,4^\circ\text{C}$$

$$\theta_{\text{к.з.}} = 800 + 90,4 = 890,4$$

Визначаємо теплоту повітря, що засмоктується в барабан, в кДж/м³:

$$Q'_{\text{зас}} = \Delta\alpha \cdot (c \cdot \theta)_n \quad (2.25)$$

$$Q'_{\text{зас}} = 0,3 \cdot 9,51 \cdot (1,332 \cdot 30) = 113,15$$

Визначаємо ентальпію газів на вході в барабан, в кДж/м³

$$I'_6 = Q'_{\text{г.б.}} = I_{\text{к.з.}} + Q'_{\text{зас}} \quad (2.26)$$

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

$$I'_6 = 37677,89 + 113,15 = 3779104$$

Визначаємо температуру газів в °С на вході в сушильний барабан

$$41773,39 - 36791,89 = 4981,5 \quad 4981,5 - 100^\circ\text{C}$$

$$37791,04 - 36791,89 = 999,15 \quad 999,15 - x$$

$$900 - 800 = 100^\circ\text{C} \quad x = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta = 800 + 20 = 820^\circ\text{C}$$

Ентальпія вихідних газів, в кДж/м³, при $\theta_{\text{вих}} = 130^\circ\text{C}$ і $\alpha = 3,23$

$$8610,09 - 4271,61 = 4338,48 \quad 200 - 100 = 100^\circ\text{C}$$

$$4338,48 - 100^\circ\text{C} \quad x - 30^\circ\text{C}$$

$$x = 1301,54$$

$$I_{\text{вих}} = Q_2 = 4271,61 + 1301,54 = 5573,15$$

Визначаємо втрату теплоти від зовнішнього охолодження барабана, в кДж/м³

$$Q_5^6 = q_5^6 \cdot \left(\frac{Q_{\text{к.з}} + Q'_n + Q''_n}{100} \right) \quad (2.27)$$

де q_5^6 - втрати теплоти від зовнішнього охолодження барабану, $q_5^6 = 1,5\%$.

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

$$Q_5^6 = 1,5 \cdot \frac{(37677,89 + 2229,98 + 437,45)}{100} = 605,18$$

Визначаємо корисну використану теплоту сушильного агента, віднесену до 1 м³ пального, в кДж/м³

$$Q_{\text{повн}} = Q_1 = I_{\text{к.з}} - Q_5^6 - I_{\text{вих}} \quad (2.28)$$

$$Q_{\text{повн}} = 37677,89 - 605,18 - 5573,15 = 31499,56$$

Визначаємо теплоту в кДж/кг переданому сушеному жому і віднесену до 1 кг випареної вологи

$$q_{\text{с.ж}} = C_{\text{с.ж}} \cdot \frac{(t_{\text{с.ж}} - t_{\text{в.ж}}) \cdot \text{CB}_1}{\text{CB}_2 - \text{CB}_1} \quad (2.29)$$

де $C_{\text{с.ж}}$ - теплоємність сушеного жому, кДж/(кг·°К)

$t_{\text{в.ж}}$ - температура віджатого жому, $t_{\text{в.ж}} = 30^\circ\text{C}$. $C_{\text{с.ж}} = 1,85$ кДж/(кг·°К).

$$q_{\text{с.ж}} = 1,85 \cdot \frac{(100 - 30) \cdot 18}{88 - 18} = 33,3$$

Визначаємо ентальпію водяної пари, в $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, при $\theta_{\text{вих}} = 130^\circ\text{C}$

$$i_{\text{пар}} = 2500 + 1,875 \cdot \theta_{\text{вих}} \quad (2.30)$$

де $\theta_{\text{вих}}$ - температура газів на виході з барабану.

$$i_{\text{пар}} = 2500 + 1,875 \cdot 130 = 2743,75$$

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

Визначаємо теплоту, що корисно використовується відносно 1кг випареної
вологи, в $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$$q_{\text{пов}} = i_{\text{пар}} - C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot t_{\text{в.ж}} + q_{\text{с.ж}} \quad (2.31)$$

де $C_{\text{H}_2\text{O}}$ - теплоємність води, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{K})$; $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{K})$;

$$q_{\text{пов}} = 2743,75 - 4,19 \cdot 30 + 33,3 = 2651,35$$

Визначаємо випарну спроможність пального, в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$$U = \frac{Q_{\text{пов}}}{q_{\text{пов}}} \quad (2.32)$$

$$U = \frac{31499,56}{2651,35} = 11,88$$

Знаходимо витрати пального, в $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$,

$$B = \frac{G_{\text{H}_2\text{j}}}{U} \quad (2.33)$$

$$B = \frac{16203,7}{11,8} = 1363,95$$

Визначаємо масу видаленої вологи, в $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$, при отриманні 1кг сушеного жому

$$g_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{CP_2}{CP_1} - 1 \quad (2.34)$$

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

$$g_{H_2O} = \frac{88}{18} - 1 = 3,89$$

Визначаємо теплоту, в $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$:

- що відходить з установки з сушеним жомом

$$Q_{\text{с.ж.}} = \frac{U \cdot C_{\text{с.ж.}} \cdot t_{\text{с.ж.}}}{g_{H_2O}} \quad (2.35)$$

$$Q_{\text{с.ж.}} = \frac{11,88 \cdot 1,85 \cdot 100}{3,89} = 564,99$$

що потрапляє в установку з віджатиим жомом

$$Q_{\text{в.ж.}} = U \cdot \left(C_{H_2O} + \frac{C_{\text{в.ж.}}}{g_{H_2O}} \right) \cdot t_{\text{в.ж.}} \quad (2.36)$$

$$Q_{\text{в.ж.}} = 1,88 \cdot \left(4,19 + \frac{1,85}{3,89} \right) \cdot 30 = 1662,81$$

- корисно використану теплоту:

$$Q_1 = Q_{\text{повн.}} + Q_{\text{в.ж.}} - Q_{\text{с.ж.}} \quad (2.37)$$

$$Q_1 = 31499,56 + 1662,81 - 564,99 = 32597,38$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.3.

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

Таблиця 2.3 Тепловий баланс процесу

Прихід теплоти	Q_i' кДж/м ³	Втрати теплоти	Q_i кДж/м ³
З паливом $Q_T(q_T)$	35858,02	Корисно використана теплота $Q_1(q_1)$	32597,38
З пов. в топкову камеру $Q'_n(q'_n)$	2229,98	З відхідними газами $Q_2(q_2)$	5573,15
З повітрям в камеру змішування $Q''_n(q''_n)$	437,45	З сушеним жомом	564,99
З віджатиим жомом $Q_{в.ж.}(q_{в.ж.})$	1662,81	Втрати теплоти від хім. неповн. згорання $Q_3(q_3)$	385,25
З засмокт. повітря в сушильний барабан $Q'_{зас}(q'_{зас})$	113,15	Втрати теплоти в н.с. топковим пристроєм $Q^T_5(q^T_5)$	462,31
		Втрати теплоти в	605,18
Разом	40301,41		40188,26

Визначаємо ККД жомосушильної установки, у

$$\eta = q_1 = \frac{100 \cdot Q_1}{\Sigma Q_{inp}} \quad (2.38)$$

$$\eta = q_1 = \frac{100 \cdot 32597,38}{40301,41} = 80,88$$

Визначаємо необхідну об'ємну витрату повітря за 1 год, в м³

- в камеру згорання:

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

$$V_T^{\Pi} = B \cdot V_n' \quad (2.39)$$

$$V_T^{\Pi} = 1363,95 \cdot 16,83 = 22955,28$$

- в камеру змішування:

$$V_{к.з.}^{\Pi} = B \cdot V_n' \quad (2.40)$$

$$V_{к.з.}^{\Pi} = 1363,95 \cdot 11,03 = 15044,37$$

- сумарна витрата:

$$V_c = V_T^{\Pi} + V_{к.з.}^{\Pi} \quad (2.41)$$

$$V_c = 22955,28 + 15044,37 = 37999,65$$

Визначаємо об'єм продуктів згоряння 1 м^3 пального при $\alpha''=3,53$, по [14 ст.208]

$$V_{д.г.} = V_{\text{RO}_2}^0 + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + (\alpha'' - 1) \cdot V^0 \quad (2.42)$$

$$V_{д.г.} = 1 + 7,52 + 2,15 + (3,53 - 1) \cdot 9,51 = 34,73$$

Визначаємо витрату відпрацьованого сушильного агента, в $\text{м}^3/\text{год}$

$$V_{в.а.} = B \cdot \left(V_{д.г.} + \frac{U}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} \right) \quad (2.43)$$

де, $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ - густина водяних парів, $\text{кг}/\text{м}^3$. За нормальних умов $\rho_{\text{H}_2\text{O}}=0,804$

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

$$V_{\text{в.а.}} = 1363,95 \cdot \left(34,73 + \frac{11,88}{0,804} \right) = 67523,87$$

2.2 Технологічні розрахунки [2]

Визначимо тривалість процесу сушіння, в год

$$\tau = 2 \cdot \frac{\beta \cdot \rho_{\text{ср}}}{A} \cdot \frac{W_1 - W_2}{200 - (W_1 + W_2)} \quad (2.44)$$

$$\tau = 2 \cdot \frac{0,216 \cdot 285,81}{163,68} \cdot \frac{82 - 12}{200 - (82 + 12)} = 0,5$$

де β - коефіцієнт заповнення барабану

W_1 - вологість у віджатому жомі;

W_2 - вологість у сушеному жомі

Тривалість перебування жому в барабані залежить від багатьох факторів конструкції барабану та насадок, швидкості руху сушильного агента, рівномірності подачі жому, коефіцієнта заповнення барабана і т.д., тому при проектуванні барабанних жомосушильних установок доцільно передбачити можливість зміни частоти обертання барабана, що дозволить встановити її оптимальне значення.

Приймаємо, що частота обертання барабана може змінюватись від 1,43 до 2,85 об/х

Загальний об'єм жомосушильного барабана, м³;

$$V = \frac{24 \cdot G_{\text{с.ж.}} \cdot A \cdot \text{CP}_{\text{в.ж.}} \cdot (100 - \text{П}_c)}{1000 \cdot q \cdot \text{CP}_{\text{с.р.}}} \quad (2.45)$$

де $G_{\text{с.ж.}}$ – технічна продуктивність жомосушильного апарату по сушеному жому, т/добу;

A – вологонапруженні одиниці об'єму апарата, $A=160\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$.

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

$СВ_{в.ж.}$ – вміст сухих речовин у віджатому жому. $СВ_{в.ж.}=18\%$.

$СВ_{с.ж.}$ – вміст сухих речовин в сухому жомі. $СВ_{с.ж.}=88\%$.

q – кількість води, що випаровується при сушінні жому в % до маси віджатого жому.

$П_c$ – втрати сухих речовин під час сушки, %до маси сухих речовин віджатого жому. $П_c = 3\%$.

k – коефіцієнт підвищення продуктивності.

$$V = \frac{24 \cdot 158 \cdot 165,0 \cdot 18(100-3)}{1000 \cdot 80 \cdot 88} \cdot 1,1 = 160 \text{ м}^3$$

де V – загальний об'єм жомосушильного барабана, м^3 ;

2.3 Конструктивні розрахунки[3]

Визначаємо продуктивність сушарки по вологому жому, в кг/год ,

$$G_{в.ж.} = G_{с.ж.} \cdot \frac{1000 \cdot (100 - W_2)}{24 \cdot (100 - W_1)} \quad (2.46)$$

$$G_{в.ж.} = 200 \frac{1000 \cdot (100 - 12)}{24 \cdot (100 - 82)} = 40740,7$$

Визначаємо масу віджатого жому, в кг , що проходить через сушарку за час сушіння

$$M_{в.ж.} = G_{в.ж.} \cdot \tau \quad (2.47)$$

$$M_{в.ж.} = 40740,7 \cdot 0,5 = 20370,4$$

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

При вологості віджатого жому $W_{\text{В.Ж.}} = 82\%$ ($W_{\text{В.Ж.}}^c = 455,6\%$), його насипна вага становить $\rho_n = 350 \text{ кг/м}^3$.

Тоді жом займе об'єм, в м^3

$$V_{\text{В.Ж.}} = \frac{M_{\text{В.Ж.}}}{\rho} \quad (2.48)$$

$$V_{\text{В.Ж.}} = \frac{29370,4}{350} = 58,2$$

Приймаємо, що середня вологість жому у барабані становить $W=50\%$, тоді об'ємна усадка жому в процесі сушіння становитиме $\delta=65\%$.

Визначаємо об'єм, в м^3 , та середню площу поперечного перерізу жому в барабані, в м^2 .

$$V = V_{\text{В.Ж.}} \cdot (1 - \delta) \quad (2.49)$$

$$V = 58,2 \cdot (1 - 0,65) = 19,86$$

$$S = \frac{V}{L} \quad (2.50)$$

$$S = \frac{19,86}{20} = 0,99$$

Визначаємо площу поперечного перерізу S' в м^2 , барабана без продукту

$$S' = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.51)$$

$$S' = \frac{3,14 \cdot 3,7^2}{4} = 10,7$$

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

Визначаємо площу вільного перерізу барабана, з продуктом, в м²:

$$F = S' - S \quad (2.52)$$

$$F = 9,07 - 1,45 = 7,62$$

Відповідно до рис 4.1. складаємо рівняння площі сегмента, тобто площі поперечного перерізу жому в барабані в стані спокою

$$S = \frac{\pi R^2 \cdot 2 \cdot \alpha}{360} - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot R \cdot \cos \alpha \cdot R \cdot \sin \alpha \quad (2.53)$$

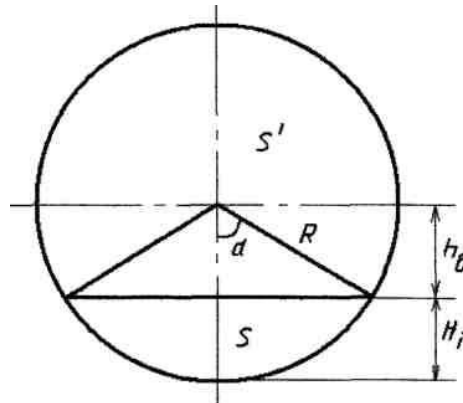


Рис. 4.1 Переріз барабана

Звідси

$$S = R^2 \left(\frac{\pi}{180} \cdot \alpha - \cos \alpha \cdot \sin \alpha \right) \quad (2.54)$$

Підставляючи значення S чисельним методом знаходимо значення кута α

$$R = \frac{3,7}{2} = 1,85$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$1,45 = \frac{3,14 \cdot 1,7^2 \cdot 2 \cdot 1}{360} - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1,7 \cdot \cos \alpha \cdot 1,7 \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha = 55^\circ$$

$$h_B = R \cdot \cos \alpha$$

$$h_B = 1,85 \cdot \cos 55 = 0,83$$

$$H = R \cdot (1 - \cos \alpha)$$

$$H = 1,85 \cdot (1 - \cos 55) = 0,87$$

2.4 Гідрравлічний опір апарата[1]

Гідрравлічний опір апарата складається з втрат тиску на подолання тертя по довжині і місцевих опорів повітреводів

$$\Delta p_a = \Delta p_{тр} + \Delta p_H = \frac{\omega^2 \rho}{2} \left(\lambda \frac{l}{d_3} + \varepsilon \varphi \right) \quad (2.55)$$

де $d_3 = 3,4$ 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:

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

$$Re = \frac{\omega d_e \rho}{\mu};$$

$$Re = \frac{5 * 3,4 * 0,65}{2,2 * 10^{-5}} = 2,66 * 10^5;$$

Коефіцієнт тертя розраховуємо по формулі Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0.25}} = \frac{0.3164}{\sqrt[4]{2,66 * 10^5}} = 0.014$$

Таким чином

$$\Delta p_a = \frac{5^2 * 0,65}{2} \left(0,014 * \frac{12}{1,8} + 2,75 \right) = 23,1 \text{ Па}$$

2.5 Підбір допоміжного обладнання[4]

Приймаємо до встановлення норію для транспортування сухого жому типу НМ-175 продуктивністю 175т/добу, ширина ременя 150мм, кількість ковшів - 350, швидкість руху стрічки 2,0м/с. Потужність двигуна - 11кВт.

Приймаємо до встановлення норію транспортування жому в грануляційне відділення таку ж як і попередню.

Розраховуємо необхідний об'єм повітря, який потрібно подати у топку для повного згоряння газу, в м³

$$V_n = V_{\Pi} * V^0 \quad (2.56)$$

де V_{Π} - витрата газу; м³ /год; $V_{\Pi} = 2125$;

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

V^0 - теоретичний об'єм повітря, необхідний для повного згоряння 1 м^3 газу;
 $V^0 = 9,51\text{ м}^3 / \text{м}^3$.

$$V_n = 2125 \times 9,51 = 21208$$

Приймаємо до встановлення вентилятор подачі повітря в топку, типу В.Ц5-50-9,01 продуктивністю 16-45 тис. $\text{м}^3/\text{год}$. Робочий тиск 3170-22600 Па, ККД - 0,81.

Двигун - АИМ180М4, потужністю 30 кВт, частотою обертання - 1450 об/хв.

Така ж кількість повітря подається в камеру змішування, тому встановлюємо такий самий вентилятор.

Визначаємо об'єм відхідних газів, в $\text{м}^3/\text{год}$,

$$V_B = V_T + V_{H_2O} \quad (2.57)$$

де V_T – об'єм топкових газів, м^3 ;

$$V_T = 2 \cdot 20208 = 40416$$

V_{H_2O} – об'єм випареної вологи, м^3 .

$$V_{H_2O} = \frac{G_{H_2O}}{\rho_{\text{пари}}} \quad (2.58)$$

де G_{H_2O} – кількість випареної вологи; кг; $G_{H_2O} = 26736$ густина парів; $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $\rho_{\text{пари}} = 2,08$

$$V_{H_2O} = \frac{26736}{2,08} = 13010$$

Тоді

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

$$V_b = 40416 + 13010 = 53426$$

Приймаємо до встановлення вентилятор після циклонів, В.Ц-4-60-112,5-01УЗ продуктивністю 40-60 тис м³ /год, робочим тиском 0-5000 Па, ККД - 07. двигун - 4А180М4 потужністю 30кВт, частотою обертання - 14-40 об/хв.

Приймаємо до встановлення циклони очищення відпрацьованих газів. Циклони типу ЦОЛ-30, продуктивністю 30 тис м³/год і встановлюємо їх два.

					ПОХНВ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3 Розрахунок апарата на міцність та герметичність

3.1 Визначення товщини стінки апарата і кришки[12]

Розрахунок барабана на міцність слід вести як для балки на двох опорах з рівномірним розподіленням навантаження по довжині та з урахуванням крутного моменту. Опори встановлюються на деякій відстані від кінців балки.

Відстань між опорами рекомендується приймати:

$$l_{on} = 0.586 \cdot L_{\bar{o}} = 0.586 \cdot 12 = 7.032 \text{ м}$$

для подальшого розрахунку приймаємо наступні величини ваги окремих елементів барабана:

вага зубчастого вінця $G_{\text{він}}=4000$ кг;

вага бандажа $G_{\text{бан}}=2500$ кг;

вага барабана $G_{\text{бар}}=65000$ кг;

число бандажів на барабані $k=2$.

Розрахуємо вагу матеріала у барабані

$$G_{MAT} = \frac{G_1 \cdot t_{\text{суш}}}{60} = \frac{18000 \cdot 30}{60} = 9000 \text{ кг} \quad (3.1)$$

Розрахуємо рівномірне навантаження на одиницю довжини барабана

$$q = \frac{G_{MAT} + G_{\bar{o}}}{L_{\bar{o}}} = \frac{18000 + 65000}{12} = 6167.66 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \quad (3.2)$$

Розрахуємо рівномірне навантаження ділянки між балками

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

$$Q_1 = q \cdot l_{on} = 6167.66 \cdot 7.032 = 43360 \text{ кг} \quad (3.3)$$

Визначаємо розрахунковий момент попередньо визначаючи його складові:

- 1) згинаючий момент від рівномірного навантаження

$$M_1 = \frac{Q_1 \cdot l_{on}}{8} = \frac{43360 \cdot 7.032}{8} = 38120 \text{ кг} \cdot \text{м} \quad (3.4)$$

- 2) згинаючий момент від зосередженого навантаження

- 3)

$$M_1 = \frac{G_{він} \cdot l_{on}}{4} = \frac{4000 \cdot 7.032}{4} = 7032 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

- 4) сумарний згинаючий момент

$$M_{зг} = M_1 + M_2 = 38120 + 7320 = 45150 \text{ кг} \cdot \text{м} \quad (3.5)$$

- 5) крутний момент

$$M_{кр} = \frac{R_6 \cdot (G_{бар} + 25 \cdot G_{МАТ})}{30} = \frac{1.4 \cdot (65000 + 9000)}{30} = 13530 \text{ кг} \cdot \text{м} \quad (3.4)$$

- 6) розрахунковий момент

$$\begin{aligned} M_{роз} &= 0.35 \cdot M_{зг} + 0.65 \cdot \sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2} = \\ &= 0.35 \cdot 45150 + 0.65 \cdot \sqrt{45150^2 + 13530^2} = 44180 \text{ кг} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.5)$$

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

Допустиме напруження на згин приймаємо $[\sigma_{зг}] = 60 \text{ МПа}$, тоді визначаємо мінімальний момент опору:

$$W_{\min} = \frac{M_{\text{роз}}}{[\sigma_{зг}]} = \frac{44180 \cdot 10}{60 \cdot 10^6} = 0.074 \text{ м}^3 \quad (3.6)$$

Момент опору для барабанів визначається:

$$W = \frac{\pi \cdot D_{\text{бар}}^2}{4} \cdot S = \frac{3.14 \cdot 2.8^2}{4} \cdot 0.014 = 0.086 \text{ м}^3 \quad (3.7)$$

Тоді мінімальна товщина стінки повинна бути:

$$S_{\min} = \frac{4 \cdot W_{\min}}{\pi \cdot D_{\text{б}}^2} = \frac{4 \cdot 0.074}{3.14 \cdot 2.8^2} = 0.012 \text{ м} \quad (3.8)$$

Тобто при $S=0.014 \text{ м}$ міцність стінки буде забезпечена.

Для оптимальної роботи установки перевіряємо величину прогина, допустиме значення якого

$$[f] \leq \frac{1}{3000} \text{ м} = 0.00033 \text{ м} \quad (3.9)$$

Визначаємо зовнішній діаметр барабана

$$D_{\text{зов}} = D_{\text{б}} + 2 \cdot S = 2.8 + 2 \cdot 0.014 = 2.828 \text{ м}$$

Визначаємо осьовий момент інерції

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

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (D_{\text{зов}}^4 - D_{\text{б}}^4) = \frac{3.14}{64} \cdot (2.828^4 - 2.8^4) = 0.123 \text{ м}^4 \quad (3.10)$$

Тоді стріла прогину буде дорівнювати

$$f_0 = \frac{1000 \cdot l_{\text{он}}^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{1000 \cdot 7.032^2}{48 \cdot 1.88 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0.123} = 0.0000139 \text{ м} < [f] = 0.00033 \text{ м}, \quad (3.10)$$

де $E=1.88 \cdot 10^5$ Мпа – модуль пружності для листової сталі.

3.2 Розрахунок зубчатої передачі[11]

Споживча потужність на обертання барабана.

Як показав багаторічний дослід експлуатації барабанних сушарок потужність, що необхідна для приведення в рух барабана, встановленого на роликах, визначається за формулою:

$$N = 0.0013 \cdot D_{\text{б}}^3 \cdot L_{\text{б}} \cdot \gamma_{\text{ср.н}} \cdot n_{\text{б}} \cdot \sigma = 0.0013 \cdot 2.8^3 \cdot 12 \cdot 410 \cdot 2.5 \cdot 0.026 = 9.126 \text{ кВт} \quad (3.10)$$

де $\sigma=0.026$ – коефіцієнт потужності.

Потужність двигуна з урахуванням ККД приводу буде дорівнювати

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta_{\text{прив}}} = \frac{9.126}{0.8} = 11.4 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

По каталогу вибираємо двигун АИР180М8 з потужністю $N_{\text{дв}}=15$ кВт, та частотою обертання ротора $n_{\text{дв}}=730$ об/хв

Для розрахункової жомосушильної установки приймаємо циліндричну зубчасту передачу.

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

Встановлюємо:

- відношення довжини зуба до кроку $\frac{b}{t} = 2$
- число зубців веденої шестерні $z_2 = 115$
- $K_{3\Gamma} = 73.5$ МПа

Крок зубців визначаємо за формулою:

$$t = 4.73 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{K_{3\Gamma} \cdot z_2 \cdot \frac{b}{t}}} = 4.73 \cdot \sqrt[3]{\frac{13530 \cdot 10^3 \cdot 10}{73.5 \cdot 115 \cdot 2}} = 94.622 \text{ мм} \quad (3.11)$$

Модуль колеса буде дорівнювати:

$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{94.622}{3.14} = 30.119 \text{ мм} \quad (3.12)$$

Діаметр початкового кола

$$D_{н.к.} = m \cdot z_2 = 30.119 \cdot 115 = 3467 \text{ мм} \quad (3.13)$$

Довжина зуба

$$b = 2 \cdot t = 2 \cdot 94.622 = 190 \text{ мм приймаємо } 200 \text{ мм} \quad (3.14)$$

Діаметр кола виступів

$$D_{к.в.} = m \cdot (z_2 + 2) = 30.119 \cdot (115 + 2) = 3524 \text{ мм} \quad (3.15)$$

Повна висота зуба

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

$$h_{\text{зуб}} = 2.2 \cdot m = 2.2 \cdot 30.119 = 66.262 \text{ мм} \quad (3.16)$$

Висота головки зуба

$$h_{\text{гол}} = m = 30.119 \text{ мм}$$

Висота ніжки зуба

$$h_{\text{ніж}} = 1.2 \cdot m = 1.2 \cdot 30.119 = 36.143 \text{ мм}$$

Діаметр кола впадин

$$D_{\text{к.вп.}} = D_{\text{к.в.}} - 2 \cdot h_{\text{зуб}} = 3524 - 2 \cdot 66.262 = 3391 \text{ мм} \quad (3.17)$$

Товщина зуба

$$S_z = 0.48 \cdot t = 0.48 \cdot 94.622 = 45.42 \text{ мм}$$

Колова сила

$$F_t = \frac{2 \cdot M_{\text{кр}}}{D_{\text{н.к.}}} = \frac{2 \cdot 13530}{3.467} = 7814 \text{ кг} \quad (3.18)$$

Кутова швидкість:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_{\text{н.к.}} \cdot n}{60} = \frac{3.14 \cdot 3.467 \cdot 2.5}{60} = 0.141 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.19)$$

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

Вінець повинен бути зроблений роздільним, так як максимальна величина діаметра для цільних зубчастих колес являється 1800 мм.

Визначимо мінімальну товщину обода колеса:

$$\delta_{об} = \frac{t}{2} = \frac{94.622}{2} = 47.3 \text{ мм} \approx 50 \text{ мм}, \text{ приймаємо } \delta_{об}=170 \text{ мм}$$

Розрахунок шестерні ведемо аналогічно, приймаючи число зубців $z_1=20$.

Тоді:

Крок зубців $t = 94.622 \text{ мм}$

Модуль шестерні: $m = 30.119 \text{ мм}$

Крутний момент на шестерні:

$$M_{кр}^{ш} = \frac{M_{кр}}{u \cdot \eta_{пер}} = \frac{13530}{5.75 \cdot 0.97} = 2426 \text{ кг} \cdot \text{м}, \quad (3.20)$$

де $u_{з.п.} = z_2/z_1 = 115/20 = 5.75$ – передаточне чило передачі;

$\eta_{пер} = 0.97$ – ККД зубчастої передачі.

Діаметр початкового кола:

$$D_{п.к.} = m \cdot z_1 = 30.119 \cdot 20 = 602.381 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Довжина зуба

$$b = 2 \cdot t = 190 \approx 210 \text{ мм}$$

Діаметр кола виступів

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

$$D_{к.в.} = m \cdot (z_1 + 2) = 30.119 \cdot (20 + 2) = 662.619 \text{ мм} \quad (3.22)$$

Повна висота зуба

$$h_{зуб} = 2.2 \cdot m = 2.2 \cdot 30.119 = 66.262 \text{ мм}$$

Висота головки зуба

$$h_{гол} = m = 30.119 \text{ мм}$$

Висота ніжки зуба

$$h_{ніж} = 1.2 \cdot m = 1.2 \cdot 30.119 = 36.143 \text{ мм}$$

Діаметр кола впадин

$$D_{к.вп.} = D_{к.в.} - 2 \cdot h_{зуб} = 662.619 - 2 \cdot 66.262 = 530.095 \text{ мм} \quad (3.23)$$

Товщина зуба

$$S_3 = 0.48 \cdot t = 0.48 \cdot 94.622 = 45.42 \text{ мм}$$

Колова сила

$$Ft = \frac{2 \cdot M_{кр}^{ш}}{D_{п.к.}} = \frac{2 \cdot 2426}{3.049} = 8056 \text{ кг} \quad (3.24)$$

Передаточне число приводу буде дорівнювати

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

$$u_{np} = \frac{n_{дв}}{n_{бар}} = \frac{730}{2.5} = 292 \quad (3.25)$$

Оскільки передаточне число зубчастої передачі $u_{з.п.}=5.75$, то передаточне число редуктора буде дорівнювати:

$$u_{ред} = \frac{u_{прив}}{u_{з.п.}} = \frac{292}{5.75} = 50.78 \quad (3.26)$$

По каталогу вибираємо трьохступінчастий редуктор з зачепленням Новікова 1ЦЗН-450 з передаточним числом $u_{ред}=50$, та номінальним крутним моментом на вихідному валу $M_H=40000$ Нм, що повністю задовольняє нашим умовам.

3.3 Розрахунок опорних роликів[12]

Бандажі слугують для передачі тиску від ваги всіх обертових частин апарта на опорні ролики. Бандажі представляють собою кільця прямокутного та коробчастого перерізу, іноді вигинаються із рельса.

Визначимо навантаження на один бандаж з урахуванням власної ваги бандажа:

$$Q = \frac{G_{він} + G_{бан} + G_{бар} + G_{мат}}{2} = \frac{4000 + 2500 + 65000 + 9000}{2} = 40250 \text{ кг} \quad (3.27)$$

В нашому випадку бандажі кріпляться до барабана в 16 точках на відстані 22.5° . Приймаючи, що навантаження розподіляється рівномірно між точками кріплення, маємо бандаж навантажений в 16 точках вертикальними силами:

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

$$P = \frac{Q}{16} = \frac{40250}{16} = 2516 \text{ кг}$$

Загальний момент бандажа розраховується за формулою

$$\begin{aligned} M_{\text{заг}} &= \frac{P \cdot R_{\text{бан}}}{\pi} \cdot \left(m \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\cos \beta} + (\pi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{\pi}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\delta}{2} \right) \right) = \\ &= \frac{2516 \cdot 1.614}{3.14} \cdot \left(8 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\cos 150^\circ} + (\pi - 2.61) \cdot \operatorname{tg} 150^\circ - \frac{3.14}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{60^\circ}{2} \right) \right) = \quad (3.28) \\ &= -14150 \text{ кг} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

де $m=3$ – число пар навантаження;

$R_6=1.614$ – радіус бандажа (приймаємо);

$\beta=150^\circ$; $\delta=60^\circ$ - крок між кріпленнями бандажа.

Визначаємо повздовжню силу на бандажах

$$\begin{aligned} N_{\text{повз}} &= \frac{m \cdot P}{\pi} \cdot \left(\frac{1}{2} + (\pi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \beta \right) = \\ &= \frac{8 \cdot 2516}{3.14} \left(\frac{1}{2} + (3.14 - 2.61) \cdot (-0.57) \right) = 1262 \text{ кг} \quad (3.29) \end{aligned}$$

Встановлено, що значення максимального момента буде при $\varphi=150^\circ$, то максимальний момент буде дорівнювати:

$$\begin{aligned} M_{\text{max}} &= M_{\text{заг}} - M_{\text{заг}} \cdot (1 - \cos \nu) - P \cdot R_{\text{бан}} \cdot (\sin \nu - \sin 30^\circ) - \\ &- P \cdot R_{\text{бан}} \cdot (\sin \nu - \sin 90^\circ) = -14150 - 14150 \cdot (1 - (-0.866)) - \\ &- 2516 \cdot 1.614 \cdot (0,5 - 0,5) - 2516 \cdot 1.614 \cdot (0,5 - 1) = 4822 \text{ кг} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

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

для бандажа приймаємо сталіне литво двутаврового перерізу зі співвідношенням ширини верхньої полки та висоти $\frac{a}{h} = 1$, для такого перерізу і співвідношення розмірів момент опору розраховується:

$$W = 0.15 \cdot h^3 = 0.15 \cdot 0.2^3 = 0.0012 \text{ м}^3,$$

де $h=a=0.2$ м – висота бандажа (приймаємо).

Фактичне напруження в бандажі складає

$$\sigma_{32} = \frac{M \max}{W} = \frac{4822}{0.0012} = 40.2 \text{ МПа} \quad (3.30)$$

Розраховуємо опорні ролики, які розставляються під подвійним кутом до осі барабана $2\varphi=60^\circ$. Тоді реакція на ролики буде

$$T = \frac{Q}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{40250}{2 \cdot 0.866} = 23210 \text{ кг} \quad (3.31)$$

Питоме навантаження на ролики

$$P_{\text{рол}} = \frac{T}{h} = \frac{23210}{0.2} = 116050 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \quad (3.32)$$

Визначаємо мінімальний діаметр ролика:

$$d_{\text{рол}} = 0.33 \cdot D_{\text{бан}} = 0.33 \cdot 3.228 = 0.807 \text{ м} \quad (3.33)$$

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

4 Монтаж та ремонт апарата[6]

4.1 Монтаж розробленого апарата[6]

При монтажі сушарок з особливою увагою потрібно виконувати вузли з'єднань сушильної камери з повітреходами, калориферами, дверями, витяжними трубами для уникнення проникання в камеру повітря.

При висушуванні матеріалів здатних виділяти пил, потрібно установити необхідні протипожежні заходи біля розвантажувального пристрою, де можливе загорання пилі.

Все електрообладнання на сушарці, а також металеві конструкції (каркас, сходи, площадки і т. п.) повинні бути заземлені.

Барабанна сушарка поставляється на завод в ящиках. Без упаковки поставляються крупногабаритні деталі.

Барабанні сушарки монтуються на спеціально виготовлені фундаменти. Висота фундаменту залежить від відстані від чистої підлоги, що вказано в будівничому кресленні.

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 вала , 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 .

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

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

На заводах застосовують спосіб ремонту пошкоджених ділянок часто зношуємого 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 .

Поверхність 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 зубчатий 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 шпоночний канавці шестерні повинна бути міцною в нижній та верхній площинах і заразом до 0,1 мм . по бокових площинах .

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

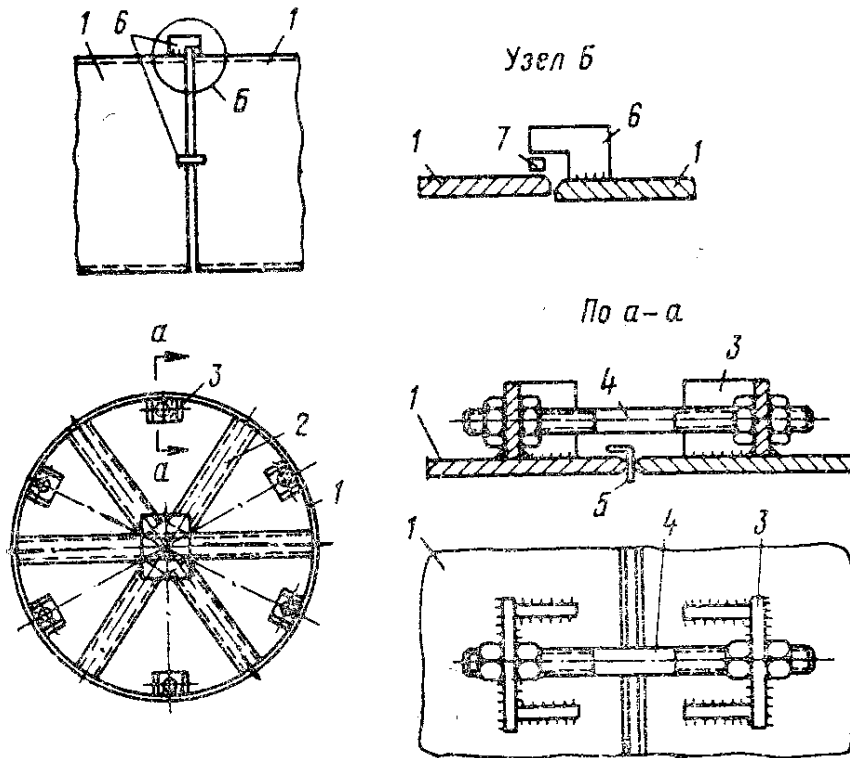
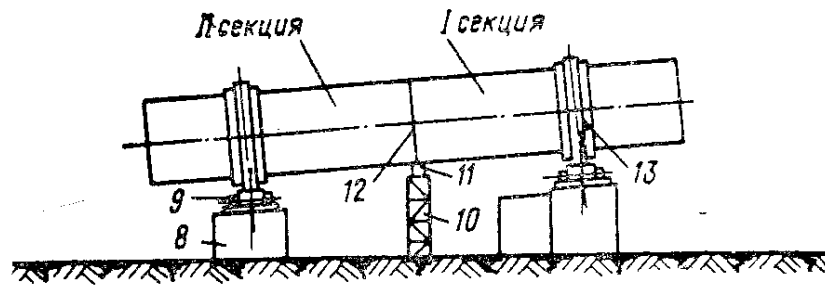


Рис.4.1 Схема монтажу барабанної сушарки

1 – секція корпусу; 2 – розпорка; 3 – кронштейн; 4 – шпилька; 5 - пластинка-фіксатор; 6 – скоба; 7 – клин; 8 – фундамент; 9 – опорна конструкція; 10 – опора-підставка; 11 – сідло; 12 – монтажний стик; 13 – бандаж секції.

Монтаж норії проводять у наступній послідовності:

1. Змивають бензином або розчином захисне антикорозійне покриття з деталей та вузлів.
2. Протирають змиті місця поверхні.
3. Проводять ревізію підшипникових вузлів та гальмівного механізму.
4. Підготовляють місце проведення монтажу:
 - бетонують фундаменти;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- вирівнюють їх по рівню.
- 5. Встановлюють головку норії з приводом на місце по рівню і закріплюють її.
- 6. З'єднують та відцентровують вали барабану, редуктора.
- 7. З'єднують вали муфтою.
- 8. Встановлюють башмак норії на фундамент по відвісу, таким чином, щоб осі валів барабанів башмака і головки лежали в одній вертикальній площині.
- 9. Заміряють відстань між фланцями кожуха головки та башмака.
- 10. Проводять контрольне збирання труб норії на горизонтальній площадці, підганяючи її монтажну довжину до необхідної.
- 11. Монтують норійні труби, встановлюючи гумові, або картонні ущільнення, звертаючи увагу на щільність стиків.
- 12. Встановлюють рамки заслінок на труби по висоті близько 1900 мм від низу башмака і забезпечивши вільне переміщення заслінок приварюють їх до труб.
- 13. По шаблону пробивають у стрічці отвори під болти, якими закріплюються ковші, витримуючи необхідний крок між отворами.
- 14. Заводять стрічку на барабан при допомозі вантажопідйомних механізмів, таким чином, щоб її кінці знаходилися у натяжному люкові.
- 15. При допомозі спеціальних стягуючих пристроїв з'єднують кінці стрічки, використовуючи з'єднувальні кутики, згідно схеми з'єднання.
- 16. На змонтовану стрічку встановлюють і закріплюють ковші.
- 17. Встановлюють огороження рухомих частин.
- 18. Встановлюють пускорегулюючу апаратуру, датчики та реле контролю швидкості та датчики рівня.
- 19. Заземлюють двигун та пускорегулюючу апаратуру.
- 20. Під'єднують башмак та головку норії до аспіраційної мережі.
- 21. Під'єднують вибухорозрядник до головки норії.
- 22. Наповнюють підшипникові вузли і редуктор маслом.
- 23. Проводять пробний пуск норії без навантаження.

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

24. Усувають виявлені недоліки.
25. Проводять пуск норії під навантаженням.
26. Проводиться здача норії в експлуатацію шляхом складення акту виконаних робіт та випробувань.

4.2 Ремонт апарата [6]

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 .

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

Поверхність 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 .

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

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 зубчатий 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 заміняють новими .

Посадка шпонки , як в гнізді так і в шпоночний 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.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Охорона праці [9]

Аналіз потенційних небезпекта шкідливостейпід час роботи обладнання.

Повітря робочої зони

1. Мікроклімат

Мікроклімат нормується за допустимими нормами, тому що б цеху спостерігається значне тепловиділення від жомосушильних барабанів і топки.

2. Загазованість

Загазованість наявна під час роботи сушильної установки. В повітря потрапляють гази, утворені від згорання палива, тому загазованість повинна періодично контролюватись (один раз на два місяці).

3. Запиленість

Переважна більшість виробничих технологічних процесів в цукровому виробництві супроводжуються значними пило виділеннями. Під час роботи жомосушильної установки в повітря робочої зони потрапляє жомовий пил.

Заходи підтримання чистоти повітря виробничих приміщень – запобігання проникненню пилу у повітря робочої зони за рахунок герметизації обладнання, ущільнення з'єднань, удосконалення технологічного процесу;видалення пилу за рахунок вентиляції, аспірації або очищення і нормалізації повітря за допомогою кондиціонерів,застосування засобів захисту людини. Пил - основний шкідливий фактор на багатьох харчових та переробних підприємствах, обумовлений недосконалість технологічних процесів.

Основні фізико-хімічні властивості пилу: хімічний склад, дисперсність (ступінь подрібнення), будова частинок, іоно- чинність, щільність, питома поверхня, нижня та верхня концентраційні межі вибуховості суміші пилу з повітрям, електричні властивості та ін. Знання усіх цих показників дає можливість оцінити ступінь небезпеки та шкідливості пилу, пожежо- та вибухонебезпеку.

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

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників, що діють у відділенні сушіння жому наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників

Джерела виникнення небезпечних і шкідливих виробничих чинників	Шкідливі та небезпечні виробничі чинники
1. Стрічковий конвеєр	Шум, обертові деталі, електричний струм
2. Шнек	Шум, обертові деталі, електричний струм
3. Сушарка жому	Температура, обертові деталі, електричний струм, виділення пилу. Виділення пилу, електричний струм.
4. Циклони	Шум, обертові деталі, електричний струм
5. Норія	Обертові деталі, електричний струм
6. Вентилятор	

Пилове забруднення повітря

Пил - основний шкідливий фактор на багатьох харчових та переробних підприємствах, обумовлений недосконалість технологічних процесів.

Основні фізико-хімічні властивості пилу: хімічний склад, дисперсність (ступінь подрібнення), будова частинок, іаоз- чинність, щільність, питома поверхня, нижня та верхня концентраційні межі вибуховості суміші пилу з повітрям, електричні властивості та ін. Знання усіх цих показників дає можливість оцінити ступінь безпеки та шкідливості пилу, пожежо- та вибухонебезпеку.

Дисперсний склад характеризує пилові частки за розміром і значною мірою обумовлює властивості пилу. Для організму людини найбільш небезпечний пил, що складається з часток розміром 0,015 мкм, тому що погано затримується слизовими оболонками верхніх дихальних шляхів і потрапляє далеко в легеневу тканину. Також має значення форма частинок пилу. Частинки зазубреної коллоїдної форми небезпечніші за сферичні, бо подразнюють шкіру, легеневі тканини та слизові оболонки, даючи змогу просмоктуватися в- організм інфекційним мікроорганізмам, що супроводжують пил або знаходяться у повітрі. Це призводить до атрофічних, гіпертрофічних, гнійних, виразкових та інших змін слизових оболонок, бронхів, легень, шкіри, що веде до катару верхніх дихальних шляхів, виразкового захворювання носової перетинки, бронхиту, пневмонії, кон'юнктивіту, дерматиту та іншим захворюванням. Довгострокове вдихання пилу, що попадає в легені, викликає пневмоконіоз. Найбільш небезпечна його форма - сілікоз - розвивається при систематичному вдиханні пилу, що містить вільний діоксид кремнію SiO_2 . Борошняний, зерновий пил та інший може викликати хронічний бронхіт.

Розрахунок вентиляція виробничого приміщення [9]

Вентиляція жомосушительного комплексу загальнообмінна та припливно-втяжна з механічним та природним збудженням повітря. Від технологічного обладнання і місць утворення пилу встановлені системи аспірації. Запилене повітря перед викидом в атмосферу підлягає очищенню впиловідділювачах.

Для компенсації повітря, яке видаляється системами аспірації та технологічним забором повітря з виробничих приміщень встановленій! припливна механічна установка П1 та припливні природні установки ПЕ1 - ПЕ8.

Системи ПЕ1 - ПЕ8 подають зовнішнє повітря в приміщення на висоті 4,000 м.

Загальнообмінна втяжна вентиляція здійснюється установками В І-В3 та ВЕ1-ВЕК.

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

Димовидалення виконується через природні витяжні системи ВЕ1- ВЕ14 та вікна з механічним відкриванням фрауг в верхній частині будівлі.

На випадок пожежі вентилятори припливно-витяжних систем підлягають автоматичному відключенню.

Вентиляція виробничих приміщень механічна, припливно-витяжна, розрахована на забезпечення необхідних санітарних норм в помешканнях. Вона здійснюється штучним шляхом із встановленням дефлекторів на даху будівлі. Приточне повітря потрапляє у приміщення крізь спеціальні канали, створені у нижній частині панелей будівлі, попередньо очищаючись у фільтрах, для стерильного середовища у приміщенні. В фіксованих місцях виділення пилу встановлене устаткування місцевих відсмоктувачів, пилевідділяюче обладнання має аспіраційні установки з очисткою повітря.

Для швидкої заміни повітря у приміщенні відділення на випадок аварії передбачена система аварійної вентиляції, яка вмикається автоматично при досягненні допустимої концентраційної межі шкідливих або небезпечних виділень.

В приміщенні потрібно підтримувати температуру $18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за ГОСТ 12.1024-83. Це досягається шляхом кондиціювання повітря.

Приміщення, де встановлена сушарка, добре вентилується і має місцеві відсмоктувачі, а також аспіраційну установку з очисткою повітря.

Вихідні дані						
F, м ²	V, м/с	P ₁ , гПа	P ₂ , гПа	d _{вид} , г/м ³	d _{п.с} , г/м ³	V _п , м ³ ·10 ²
30	0,2	22,61	55,87	17,25	12,87	15,0

Для видалення надлишкової вологи і забезпечення нормованих показників мікроклімату в приміщеннях продуктивність вентиляції (в м³/г) розраховується за формулою:

$$L = \frac{1000 \cdot W_{\text{над}}}{\gamma(d_{\text{вид}} - d_{\text{п.с}})} \quad (5.1)$$

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

Кількість вологи, яка випаровується з поверхні F , розраховується за формулою

$$W_{\text{над}} = F \cdot n(\lambda + 0,0174 \cdot V)(P_2 - P_1); \frac{\text{кг}}{\text{год}}. \quad (5.2)$$

Кратність повітрообміну вираховується за формулою

$$N = \frac{L}{V_{\text{п}}}; \text{год}^{-1}; \frac{\text{обмін}}{\text{год}}. \quad (5.3)$$

де n - кількість одиниць обладнання з відкритою поверхнею випаровування ($n=1$).

Розраховуємо

$$W_{\text{над}} = 30 \cdot 1(0,028 + 0,0174 \cdot 0,2)(55,87 - 22,61) \cdot 0,75024 = 23,56 \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}}\right)$$

Переводимо гПа в мм.рт.ст.

1 мм.рт.ст.=133,322Па, звідки 1 Па=7,5024·10³мм.рт.ст.

Кількість повітря на вентиляцію

$$L = \frac{23,56 \cdot 10^3}{1,2(17,25 - 12,87)} = 4483 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

γ - густина повітря при даній температурі, за нормальних умов $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$

Кратність повітрообміну

$$N = \frac{4483}{1500} = 2,9 \frac{\text{обмін}}{\text{год}}; \text{год}^{-1}$$

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

Тоді продуктивність вентиляційної системи повинна забезпечувати 4483 м³/год.

Технічні дані вентиляційної установки:

Продуктивність – від 5500 до 15500 м³·год.

Напір повітря в трубопроводі колектора – 100 мм.вод.ст.;

Потужність двигуна – 4,6 кВт;

Швидкість обертання робочого колеса – 485 об/хв.

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

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра розраховано і розроблено барабанна сушарка для висушування жому.

Наведена технологічна схема відділення сушіння сирого при виробництві цукру. В якості теплоносія використовується суміш повітря і димових газів.

Наведені технологічні розрахунки, матеріальний і тепловий баланси, визначені конструктивні розміри апарата. Виконано розрахунок гідравлічного опору апарата.

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

Приведино методику проведення монтажних і ремонтних робіт.

В розділі з охорони праці визначені основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, проведено розрахунок вентиляції дільниці.

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

Список літератури

- 1 Гулий І.С., Орлов Л.О.. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості /За ред. академіка Гулого І.С./ – Вінниця – Нова книга, 2001, - 575с
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах. - М.- Машиностроение, 1979. - 728с.
- 3.Азрилевич М. Я. Технологическое оборудование сахарных заводов, 1972г.
- 4.Бузыкин Н. А. Основы проектирования свеклосахарных заводов. Высшая школа К. 1975. - 257с.
5. Временные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов. Гипросахпром, М. , 1977. - 224-с.
- 6.Гальперин Д.М. Монтаж и наладка технологического оборудования предприятий пищевой промышленности. Справочник. - М.- Агропромиздат, 1988. - 320с.
- 7.Гребенюк СМ. Технологическое оборудование сахарных заводов. - М.- Легкая и пищевая промышленность, 1983 - 520с
- 8.С А. Веселов, В. Ф. Веденеев Вентиляционные и аспирационные установки - М.- Колос, 2004г - 160с.
- 9.Купчик М.П., Гандзюк М.П. Основы охорони праці - К.-Основа, 2000 - 416с.
- 10.Орлов В. Д., Заборейн А.Ф. Производство сушеного свекловичного жома. - М.- Лёгкая и пищевая промышленность, 1983- 112с
11. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах. - М.- Машиностроение, 1979. - 728с.
12. Основы расчёта и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. Под. Ред. А.Я. Соколова И:-Пищепромиздат, 1960. - 744с.

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