

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 багатотрубну сушарку .

Виконав:
студент групи ХМдн-64-чк
Карабка Олег Олегович

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

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-64-чк Семестр

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студент Карабка Олег Олегович

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

2 Вихідні дані: Розробити багатотрубну сушарку. Продуктивність 10000т пероблюваного буряка за добу . Вміст вологи(% мас.):початковий-0,8;кінцевий-0,05.

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

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

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.....	6
1.2 Теоретичні основи процесу.....	12
1.3 Опис об'єкта розробки та вибір основних конструктивних матеріалів.....	20
2 Технологічні розрахунки процесу і апарата	
2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу.....	25
2.2 Технологічні розрахунки.....	29
2.3 Конструктивні розрахунки.....	34
2.4 Гідравлічні розрахунки.....	42
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	45
3 Розрахунки апарата на міцність та герметичність	
3.1 Розрахунок товщини стінки барабана і кришки.....	53
3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання.....	56
3.3. Розрахунок опори.....	64
4 Монтаж та ремонт апарата	
4.1 Монтаж розробленого апарата.....	67
4.2 Ремонт апарата.....	74
5 Охорона праці.....	80
Висновки.....	87
Список літератури.....	88
Додаток - Специфікації	

					ПОХНВ.С.00.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата				
Розроб.		Карадка			Сушильна установка у виробництві цукру - піску . Розробити багатотрубну сушарку.	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Корнієнко				3	88	
Н. контр.		Корнієнко			СумДУ, гр. ХМдн-64чк			
Затв.		Складінський						

ВСТУП

Цукор займає важливе місце в раціоні харчування людини. Біля половини енергії, що витрачається людиною, відновлюється вуглеводами, з них 1/3-цукром. Основною сировиною для промислового виробництва цукру в нашій країні являються цукрові буряки.[1]

Вже в перші роки його існування прогресивні державні діячі, вчені, землевласники побачили в цукрових буряках і в виробництві цукру засіб покращення системи землеробства, економічного зростання господарств для розв'язання задачі продовольчої незалежності країни.

За виробничим потенціалом Україна відноситься до найбільших світових виробників бурякового цукру, Головним завданням цукрової промисловості є забезпечення потреби держави цукром за рахунок власного виробництва' нарощування його обсягів, збільшення експорту та повної відмови від ввезення тростинного цукру-сирцю для внутрішніх потреб.

Природно-кліматичні та ґрунтові умови сприяють вирощуванню високих врожаїв цукрового буряку, що разом із географічними, транспортними та соціальними факторами зумовлює оптимальне розміщення і розвиток підприємств цукрової промисловості.

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 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) [3]

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

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 дріжджі ; у пивоварному – солод; у крохмально поточному - крохмаль – та відходи виробництва; у макаронному – макаронні вироби[2].

Для зменшення втрат цукру та витрат повітря при сушінні даною кваліфікаційною роботою передбачається розробити багато трубну сушильну установку, яка покращує сушіння і охолодження цукру при незначних затратах повітря, що сприяє зниженню собівартості цукру, зменшує подрібнення цукру при сушінні, що надає більшої якості і кращого товарного вигляду.

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

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологічної схеми виробництва [8]

Виробництво цукру-піску на цукробурякових заводах здійснюється по типових технологічних схемах. Типові технологічні схеми розробляються на основі сучасних досягнень науки й техніки за умови одержання вироблюваного продукту високої якості. Для виконання окремих операцій у технологічній схемі застосовується типове технологічне встаткування.

При прийманні цукрового буряка на завод, сировинна лабораторія проводить аналіз одержуваного буряка. Технологічна якість цукрового буряка характеризується рядом показників, з яких основними є цукристість і чистота бурячного соку буряка, вони взаємозалежні: зі збільшенням цукристості підвищується і його чистота.

Приймання цукрового буряка, відбір зразків, визначення забруднення й цукристості проводять відповідно до вимог ДЕРЖСТАНДАРТ 17421-82 "Буряк цукрова для промислової переробки. Вимоги при заготівлях договору, контракції й інструкції із приймання, зберіганню й обліку цукрового буряка".

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. Продуктивність бурякорізок можна регулювати зміною частоти обертання ротора або кількістю працюючих ножів. 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 протитоку соку й стружки при рівномірному заповненні

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

всього апарата. Гарна робота дифузійного апарата можлива тільки на стружці високої якості.

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 оптимальною. Дифузійний сік - полікомпонентна система. Він містить сахарозу й нецукри, представлені розчинними білковими, пектиновими речовинами й продуктами їхнього розпаду, що редукують цукрами, амінокислотами й ін.

Всі нецукри в більшій або меншій мірі перешкоджають одержанню кристалічної сахарози і збільшують втрати сахарози з малясою. Тому однієї з найважливіших завдань технології цукрового виробництва є максимальне видалення нецукрів із цукрових розчинів. Для рішення цього завдання застосовуються фізико-хімічні процеси очищення. Несахара дифузійного соку різні по хімічній природі й у силу цього мають широкий спектр фізико-хімічних властивостей, що спричиняється різною природою реакцій, що приводять до видалення їх з осаду. При використанні як реагенти для очищення гідроксида кальцію й діоксида вуглецю здійснюються реакції коагуляції, осадження, розкладання, гідролізу, адсорбції й іонообмена.

За значенням виконуваних функцій, складності й вартості в тепловій схемі центральне місце займає випарна установка, що складається з окремих апаратів. Чотирьох корпусна випарна установка з концентратором відрізняється підвищеною стійкістю в експлуатації й високою тепловою економічністю, завдяки великій кратності використання її вторинних пар. Ця випарна установка в цей час прийнята в якості типової. Сік II сатурації повинен бути згущений до сиропу зі змістом сухих речовин до 65-70% при первісному значенні цієї величини 14-16%. Випарна установка дозволяє витратити на згущення соку 40-50% пари до маси всього соку за рахунок багаторазового використання парового тепла.

Для створення розрідження в останньому корпусі й концентраторі й видалення газів, що не конденсуються, із системи в схему включена

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

конденсаційна установка, що складається із двох щаблів: предконденсатора, основного конденсатора, каплеловловлювачів, збірників барометричної води й компресора.

У сокоочисному відділенні з дифузійного соку віддаляється близько 1/3 нецукрів, інші нецукри разом із сахарозою надходять у продуктове відділення, де більша частина сахарози викристалізовується у вигляді цукру-піску, а нецукри залишаються в межкристальному розчині.

У даній схемі випарної станції надходить у збірник, звідки поступає у колектор, де змішується з білою патокою й потім іде у вакуум-апарат першого продукту, де упарюється при температурі 70-75 °C і до концентрації сухих речовин 92% - 93%. Пара подається у вакуум-апарат з першого, або із другого корпусу випарної станції. Не сконденсовані пари з парової камери вакуум-апарата приділяються на барометричний конденсатор.

В даній схемі сироп після випарної станції поступає в збірник 1 звідки надходить в колектор, де змішується з білою патокою з збірника 2, і потім надходить у вакуум-апарат першого продукту, де упарюється при температурі 70-75 °C і упарюється до концентрації сухих речовин 92%-93%. Пар подається у вакуум-апарат з першого чи другого ступеня випарної станції. Не сконденсовані пари з парової камери вакуум-апарата відводяться на послідуєчу 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/в-білої патоки та зеленої патоки в результаті промивки кристалів цукру піску водою температурою 70-95° C. Після відділення першого відмітку (зеленої патоки)

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

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 , зеленої патоки далі на випарювання. Цукор-пісок вологі стю 0,8% вивантажують на вібраційний конвеєр 11 і далі подають на сушку.

Метою сушіння є видалення поверхневої вологи й забезпечення тривалого зберігання кристалічного цукру. На сушіння направляється цукор з $t=60\text{C}$ після центрифугирования й вологістю 0.8-1.2%.. Вологий цукор піднімається елеватором і попадає в сушильну частину установки, де висушується гарячим повітрям ($t=105^\circ\text{C}$).

Від центрифуг до сушильно-охолоджувальної системи цукор – пісок подається за допомогою вібротранспортера, при рухові по якому розбиваються грудочки, кристали не злипаються, майже, не стираються, цукор не пристає до поверхні транспортера .

Від вібротранспортера цукор-пісок температурою 50-55°C піднімають вверх ковшовим елеватором і завантажують в сушильно-охолоджувальну систему.

Для сушки цукру-піска встановлена барабанна багатотрубна сушильно-охолоджувальна установка .

Установка складається з шести сушильних труб та шести охолоджувальних труб, калорифера, вентилятора, скрубера, норії, привода та стрічкового конвеєра.

Норією вологий цукор після центрифугування подається в вхідний патрубок апарата, де в свою чергу задається в центральні сушильні труби. Вентилятор нагнітає повітря , попередньо нагріте в калорифері, яке прямоітно рухається відносно руху цукру в трубах. В середині труб на їх поверхні розташовані лопаті, які розподіляють цукор по перерізу труб, що сприяє кращому контакту повітря з кристалами цукру. Висушений цукор самотоком поступає в зовнішні охолоджуючі труби. В охолоджуючих трубах цукор перемішується протитічно холодному повітрю, яке вентилятором нагнітається через отвір холодного повітря.

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

Охолоджений цукор через вивантажувальний отвір поступає на конвеєр і подається в пакувальну дільницю. Грудки цукру направляються на трясун. Відпрацьоване повітря вентилятором направляється в скрубєр, де очищається від цукрової пудри. Очищене повітря по витяжній трубі видаляється в атмосферу.

Труби закріплені на трубовалу, який приводиться в рух від привода, барабан обертається зі швидкістю 5 обертів за хвилину. Апарат закріплений на двох підшипникових опорах та опорних лапах бандажів. Апарат даної конструкції використовується на цукрових заводах великої потужності і має продуктивність 100 тон цукру за годину. Сушка включає паралельні труби діаметром 1320 та 1620 мм, згруповані в формі двох концентричних пучків, з'єднаних з центральною несучою трубою. Несуча труба покоїться на двох опорах з роликівими підшипниками і приводиться в дію електродвигуном, що клинопасовою передачею з'єднаний з багатоступінчатим редуктором. Вологий цукор поступає в центральний пучок (6 труб діаметром 1320 мм), створюючий сушарку, через вхідний короб, який приймає гаряче повітря і обертає вхідну обичайку. За допомогою спіралі та направляючих ковшів вологий цукор рівномірно розподіляється в шести сушильних трубах. В сушильній частині теплообмін проходить в прямоці, тобто цукор і гаряче повітря рухається в одному напрямку.

Досягнувши другого кінця пучка сушарки цукор через жолоби, потрапляє в охолоджувальну частину. В охолоджувальних трубах (6 штук діаметром 1620 мм) цукор та холодне повітря рухається в протivotці. Висушений та охолоджений цукор вивантажується через жолоб, в якому встановлений балансуєчий клапан.

Змішане (відпрацьоване) повітря видаляється з сушарки через вихідний короб (короб змішаного повітря) і направляється в вузол пиловловлювання.

Цей вузол працює з одним головним вентилятором, який всмоктує зовнішнє повітря, що проходить через калорифери, і одночасно видаляє змішане відпрацьоване повітря в скрубєр-пиловловлювач.

В місцях забирання повітря ззовні, або з середини приміщення, безпосередньо перед калориферами встановлені фільтри, екіповані

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

фільтрувальною тканиною, що забезпечує ефективне фільтрування повітря. Далі по напрямку руху повітря після тканинних фільтрів змонтовані кожухи з дозуючими жалюзійними пристроями для регулювання кількості повітря.

Нагрівання повітря здійснюється в парових калориферах, в якості теплоносія використовується екстра пара першого корпусу випарки. Передбачена установка підігрівача холодного повітря, щоб одержати вологість повітря для охолодження цукру меншу 60% в холодну пору року шляхом нагрівання зовнішнього повітря на декілька градусів.

Відцентровий вентилятор всмоктує зовнішнє повітря через фільтри, нагрівачі, яке далі поступає в сушарку. Вентилятор оснащений поворотними лопатями всмоктування для регулювання загального потоку повітря.

Вентилятор також оснащений внутрішньою мийкою для очистки лопатей робочого колеса в процесі роботи. На нижній точці спіралі вентилятора мається виступ, призначений для відведення конденсата, що утворюється в процесі роботи. Для попередження передачі вібрації на раму між шасі вентилятора і рамою монтажної конструкції встановлені антивібраційні шпильки.

Обезпилення відпрацьованого повітря з сушарки здійснюється у вихровому скрубєрі. Гази, що надходять в скрубєр з високою швидкістю, впливають на рідину, яка знаходиться в нижній частині, і викликають сильну турбулентність і змішування газу і рідини. Розчинні частинки безпосередньо вловлюються рідиною.

Такий сильний взаємовплив середовищ викликає появу туману, котрий поступає в секцію розділення. Під час цього руху самий мілкий пил прилипає до краплин рідини. Направлені газом краплини призупиняються, проходячи через ножовий розподілювач. Дренажний вінець навколо ножового розподілювача забезпечує повернення краплин в нижній бункер.

Скрубєр працює як відкрита петля з безперервним підведенням гарячої води з температурою $75 \div 85$ °C і безперервною витяжкою. На виході зі скрубєра солодка рідина має брикс $25 \div 40$.

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

Рівень рідини в нижньому бункері скрубера підтримується постійним шляхом відваженого переливу через боковий короб переливу. Солодкий розчин з нижнього бункера скрубера через контрольний ящик відводиться на збірник соку перед випаркою.

Після розсіву, де виділяються агломерати і липкі фракції, цукор надходить в бункера, які знаходяться в упаковочному відділенні, зважується, зашивається і стрічковим транспортером надходить в склад.

Товарний цукор повинен мати вологість 0,1 – 0,14% при зберіганні в мішках і 0,03-0,05 % при зберіганні без тари.

1.2 Теоретичні основи процесу. [3]

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.

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

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.

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.

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

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 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

$$G = C_s \cdot p + W \quad (1.1)$$

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

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

W - маса вологи (води)

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

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

Відношення маси вологи в матеріалі до маси абсолютно 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:

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

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.

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

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

де $KВ$ - коефіцієнт випарювання.

S - поверхня випарювання;

$г$ - 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:

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

Щоб збільшити $W_{\text{вид.}}$, потрібно зменшити W_p , тобто для сушіння потрібно використати повітря з меншою відносною вологістю. $A = W/V\tau$, кг/м³/год.,

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

V – об'єм 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 висушують при $t=750$ °С – $A = 185$, а при $t=400$ °С – $A = 100$; для кам'яного вугілля $A=32-40$. 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.

Товарний цукор-пісок повинен мати вологість $0,1 \div 0,14\%$ при зберіганні в мішках і $0,03 \div 0,05\%$ при безтарному зберіганні в силосних спорудах. Крім того цукор потрібно охолодити до температури зберігання ($\sim 25^\circ\text{C}$). Для цього застосовують сушильні і охолоджувальні апарати.

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

По конструкції розрізняють апарати барабанні з під'ємно-лопатевими пристроями, шахтно-шарові, камерні з «киплячим» шаром, барабанно-шарові, камерні, тунельні та інші.

В цукровій промисловості України найбільше розповсюдження одержали безперервнодіючі атмосферні конвективні барабанні апарати.

Однобарабанна установка для сушіння цукру для заводу потужністю 3000 тонн на добу.

Апарат складається з двох секцій – сушильної та охолоджуючої і нахилений під кутом $2^{\circ} 16'$ до горизонту в сторону переміщення цукру. Корпус апарата опирається бандажами на дві пари роликів і приводиться в рух від приводу через вінцеву шестерню; він обертається зі швидкістю 3,8 обертів за хвилину. Через ротаційний живильник цукор поступає в нерухому головку і потім в корпус апарата, в якому розташована розподільча насадка. Висушений і охолоджений цукор видаляється з апарата через ротаційний затвор. В сушильній частині барабана повітря, підігрите в калорифері, рухається прямолінійно з цукром; в охолоджувальній частині барабана повітря з приміщення поступає по патрубку, частина зовнішнього повітря добавляється по трубі. Кількість поступаючого повітря регулюється шибером.

Відпрацьоване нагріте і холодне повітря видаляється через патрубок в циклон і потім в атмосферу. Патрубок приєднаний до нерухомого кожуха, в якому обертається корпус апарата. На корпусі мають отвори для виходу відпрацьованого підігрітого і холодного повітря. Щоб цукор не висипався в ці отвори, над ними встановлені жалюзі, лопаті яких перекривають одна другу, і зовні кінці їх направлені вперед по напрямку обертання барабана. Таким чином, в місці відбору повітря з барабана цукор переміщується без перешкод вздовж його вісі.

Ротаційні живильники значно знижують вміст цукрової пилу в повітрі приміщення.

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

Однобарабанна сушильна установка оснащена автоматичними регуляторами для регулювання температури повітря, поступаючого в апарат і виходячи з нього.

Сушильно-охолоджувальний апарат типу СПС, оснований на застосуванні методу «киплячого» шару. Апарат складається з двох камер – сушильної і охолоджувальної.

Камери розділені підтримуючими решітками, встановленими під кутом 2-3° в сторону руху цукру. На решітку сушильної камери живильником подається вологий цукор. Під розподільчу решітку цієї камери вентилятором нагнітається повітря, нагріте в калорифері.

Повітря розрихляє цукор, він переходить в стан псевдо розрідження і висушується. Одночасно цукор переміщується по похилій решітці і через секторний шибер, котрий служить для регулювання товщини шару, переходить в охолоджувальну камеру, де потрапляє на підтримуючу решітку. Під розподільчу решітку цієї камери вентилятором нагнітається повітря, яке розріджує цукор і охолоджує його. З охолоджувальної камери цукор через секторний шибер і шлюзовий затвор виходить з апарата і потрапляє на конвеєр, транспортує його на упаковку або безтарне зберігання. Повітря, що виходить з-під решіток, яке висушило і охолодило цукор, через аспіраційні колектори та патрубків відсмоктується вентилятором. Камери апарата обладнані оглядовими вікнами. Апарати даної конструкції використовуються на цукрових заводах потужністю до 3000 тисяч тонн буряків на добу.

Двохбарабанна сушарка складається з сушильного барабана, охолоджувального барабана, підігрівача-калорифера, вентиляторів для нагнітання повітря, циклона для вловлювання пилу, збірника для розчину цукру, проміжного елеватора, приводів та стрічкового транспортера.

Принцип дії даної сушарки заключається в наступному. По лотку цукор поступає в сушильний герметичний барабан. Вентилятор нагнітає повітря, попередньо нагріте в калорифері, протитоком цукру, що переміщується в барабані. Повітря в калорифері підігрівається за допомогою пари до 118-120°C. В

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

середині барабана на його поверхні розміщені по лінії багато західного гвинта лопатки, що розподіляють цукор по всій площі барабана, що сприяє кращому контакту гарячого повітря з кристалами цукру. Висушений цукор із сушильного барабана поступає в охолоджувальний. Якщо в промислових умовах неможна забезпечити попадання цукру з сушильного барабана в охолоджувальний барабан самопливом, встановлюють ковшовий елеватор.

В охолоджувальному барабані цукор переміщується, відповідно, протитоком холодному повітрю, що вентилятором нагнітається через відкриту частину барабана. Охолоджений цукор через ситчастий пояс поступає на магнітний сепаратор, а потім транспортером подається в упаковочне відділення. Грудочки цукру, не пройшовши через сито, направляються в мішалку-розчинник. Відпрацьоване повітря після сушки направляється на циклон. Цукровий пил, що розчинився у воді після циклона направляють у збірник, а очищене повітря направляють в атмосферу. Із збірника цукровий розчин направляють в ємкості, що встановлені перед вакуум-апаратами. Обидва барабана приводяться в рух від окремих приводів через циліндричні шестерні.

Шахтні сушарки належать до установок безперервної дії і використовуються в харчовій промисловості для сушіння сипучих матеріалів. Теплоносій і вологий матеріал в цих сушарках рухаються у протилежних напрямках.

Вологий матеріал подається живильником в сушильну камеру, в якій закріплені перфоровані перегородки, що мають отвори в центральній частині. На вертикальному валу сушарки встановлені конуси зі скребками, якими висушуваний матеріал підгрібається до центрального отвору перфорованих перегородок. Теплоносій подається у сушильну камеру знизу і рухаючись догори, назустріч вологому матеріалу, висушує його. Висушений матеріал відбирається в нижній частині сушарки, а відпрацьований теплоносій відсмоктується з верхньої частини вентилятором. Сушарки цього типу працюють на топкових газах або на гарячому повітрі.

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

Стрічкові сушарки: для безперервного переміщення висушеного продукту в сушильних камерах встановлюють один або декілька стрічкових транспортерів. В одно стрічкових апаратах матеріал висушується нерівномірно по висоті шару, тому більш розповсюдженими в промисловості є багатострічкові сушарки.

Багатострічкова сушарка включає, прямокутну камеру, в якій розміщено декілька стрічкових транспортерів. Стрічки виготовлені з прогумової бавовняно-паперової тканини або з металевої сітки. Сушарка має канали для підводу теплоносія та пристрої для завантаження і розвантаження продукту.

Матеріал, що підлягає сушінню, подається завантажувальним пристроєм на стрічку верхнього транспортера. Шар матеріалу певної товщини переміщається на стрічці до протилежного кінця сушарки і зсипається на стрічку нижнього транспортера, яка переміщає його у зворотному напрямку. Переміщуючись до нижньої частини камери, сухий продукт зсипається в розвантажувальний пристрій. Теплоносій поступає в камеру через канали і проходить послідовно над всіма стрічками, або піднімається знизу догори зі швидкістю-3 м/с, а стрічки рухаються зі швидкістю-0,3-0,5 м/с.

У такій сушарці кожна стрічка корисно використовується тільки на половині її довжини, нижні ж ділянки стрічок рухаються без продукту. Цей недолік ліквідується в багато стрічковій сушарці з перекидними полками, де матеріал знаходиться на стрічці і при прямому і зворотному русі

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

Барабанна багатотрубна сушильно-охолоджувальна установка складається з шести сушильних труб та шести охолоджувальних труб, двох бандажів, калорифера, вентилятора, скрубера, норії, привода та стрічкового конвеєра.

Труби закріплені на трубовалу, який приводиться в рух від привода, барабан обертається зі швидкістю 5 обертів за хвилину. Апарат закріплений на двох підшипникових опорах та опорних лапах бандажів. Апарат даної конструкції

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

використовується на цукрових заводах великої потужності і має продуктивність 100 тон цукру за годину.

Принцип дії сушильної установки заключається в наступному. Нерією вологий цукор після центрифугування подається в вхідний патрубок апарата, де в свою чергу задається в центральні сушильні труби. Вентилятор нагнітає повітря, попередньо нагріте в калорифері, яке прямолінійно рухається відносно руху цукру в трубах. В середині труб на їх поверхні розташовані лопаті, які розподіляють цукор по перерізу труб, що сприяє кращому контакту повітря з кристалами цукру. Висушений цукор самотоком поступає в зовнішні охолоджуючі труби. В охолоджуючих трубах цукор перемішується протитічно холодному повітрю, яке вентилятором нагнітається через отвір холодного повітря.

Охолоджений цукор через вивантажувальний отвір поступає на конвеєр і подається в пакувальну дільницю. Грудки цукру направляються на трясун. Відпрацьоване повітря вентилятором направляється в скруббер, де очищається від цукрової пудри. Очищене повітря по витяжній трубі видаляється в атмосферу.

Труби закріплені на трубовалу, який приводиться в рух від привода, барабан обертається зі швидкістю 5 обертів за хвилину. Апарат закріплений на двох підшипникових опорах та опорних лапах бандажів. Апарат даної конструкції використовується на цукрових заводах великої потужності і має продуктивність 100 тон цукру за годину.

Сушка включає паралельні труби діаметром 1320 та 1620 мм, згруповані в формі двох концентричних пучків, з'єднаних з центральною несучою трубою. Несуча труба покоїться на двох опорах з роликівими підшипниками і приводиться в дію електродвигуном, що клинопасовою передачею з'єднаний з багатоступінчатим редуктором. Вологий цукор поступає в центральний пучок (6 труб діаметром 1320 мм), створюючий сушарку, через вхідний короб, який приймає гаряче повітря і обертає вхідну обичайку. За допомогою спіралі та направляючих ковшів вологий цукор рівномірно розподіляється в шести сушильних трубах. В сушильній частині теплообмін проходить в прямоці, тобто цукор і гаряче повітря рухається в одному напрямку.

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

Досягнувши другого кінця пучка сушарки цукор через жолоби, потрапляє в охолоджувальну частину. В охолоджувальних трубах (6 штук діаметром 1620 мм) цукор та холодне повітря рухається в протivotоці. Висушений та охолоджений цукор вивантажується через жолоб, в якому встановлений балансуєчий клапан.

Змішане (відпрацьоване) повітря видаляється з сушарки через вихідний короб (короб змішаного повітря) і направляється в вузол пиловловлювання.

Цей вузол працює з одним головним вентилятором, який всмоктує зовнішнє повітря, що проходить через калорифери, і одночасно видаляє змішане відпрацьоване повітря в скрубєр-пиловловлювач.

В місцях забирання повітря ззовні, або з середини приміщення, безпосередньо перед калориферами встановлені фільтри, екіповані фільтрувальною тканиною, що забезпечує ефективне фільтрування повітря. Далі по напрямку руху повітря після тканинних фільтрів змонтовані кожухи з дозуючими жалюзійними пристроями для регулювання кількості повітря.

Нагрівання повітря здійснюється в парових калориферах, в якості теплоносія використовується екстра пара першого корпусу випарки. Передбачена установка підігрівача холодного повітря, щоб одержати вологість повітря для охолодження цукру меншу 60% в холодну пору року шляхом нагрівання зовнішнього повітря на декілька градусів.

Відцентровий вентилятор всмоктує зовнішнє повітря через фільтри, нагрівачі, яке далі поступає в сушарку. Вентилятор оснащений поворотними лопатями всмоктування для регулювання загального потоку повітря.

Вентилятор також оснащений внутрішньою мийкою для очистки лопатей робочого колеса в процесі роботи. На нижній точці спіралі вентилятора мається виступ, призначений для відведення конденсата, що утворюється в процесі роботи. Для попередження передачі вібрації на раму між шасі вентилятора і рамою монтажної конструкції встановлені антивібраційні шпильки.

Обезпилення відпрацьованого повітря з сушарки здійснюється у вихровому скрубєрі. Гази, що надходять в скрубєр з високою швидкістю, впливають на рідину, яка знаходиться в нижній частині, і викликають сильну турбулентність і

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

змішування газу і рідини. Розчинні частинки безпосередньо вловлюються рідиною.

Такий сильний взаємовплив середовищ викликає появу туману, котрий поступає в секцію розділення. Під час цього руху самий мілкий пил прилипає до краплин рідини. Направлені газом краплини призупиняються, проходячи через ножовий розподілювач. Дренажний вінець навколо ножового розподілювача забезпечує повернення краплин в нижній бункер.

Скрубер працює як відкрита петля з безперервним підведенням гарячої води з температурою $75 \div 85$ °C і безперервною витяжкою. На виході зі скрубера солодка рідина має брикс $25 \div 40$.

Рівень рідини в нижньому бункері скрубера підтримується постійним шляхом відваженого переливу через боковий короб переливу. Солодкий розчин з нижнього бункера скрубера через контрольний ящик відводиться на збірник соку перед випаркою.

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 °C і працюючих в ненавантаженому чи слабонавантаженому стані.

При високій температурі в умовах експлуатації в середовищі нагрітого повітря в продуктах горіння палива відбувається окислення сталі (газова корозія). На поверхні сталі утворюється спочатку тонка плівка окисів яка з часом збільшується, і утворюється окалина.

- Жароміцність характеризується межею міцності – напруженням яка викликає руйнування при заданій температурі в даному інтервалі часу. Для роботи при температурах до 400 °C використовують звичайні конструкційні сталі (вуглеродисті та низьколеговані). конвеєрні стрічки транспортерів вологого та сухого цукру виконані зі спеціальної харчової стрічки, яка запобігає появі статичної електрики;

- ковші елеваторів для підйому вологого та сухого цукру, а також їх тягові ланцюги виконані з нержавіючої сталі X18H10T;

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

- все електрообладнання, включаючи електродвигуни, електричні щити, пускачі та кнопки управління вибухнебезпечного виконання;
- прийнята конструкція ступінчатих армованих бетонних фундаментів дозволяє використання прости дерев'яних опалубок та заливку масивів фундаментів передвигники насосами;
- для виконання металічних колон під підшипникові опори сушарки використані труби діаметром 325 × 10, що мають незначну вагу і достатній момент інерції поперечного перерізу. Для гасіння можливих вібрацій при роботі обладнання трубні вітки колон залиті бетоном, що також підвищує несучу здібність опорних конструкцій;
- враховуючи те, що в сушильному відділенні відсутні розливи продуктів та не має випаровувань перекриття на відмітці + 8,1 м та на допоміжних площадках виконуємо з профільованих сталевих листів товщиною 5 мм, що дає змогу скоротити терміни виконання робіт та зменшує трудозатрати на виконання будівельно-монтажних робіт.

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ І АПАРАТА

2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу [3]

Визначаємо кількість отриманого сухого цукру після сушки (в кг/год), за формулою:

$$G_2 = \frac{P \cdot a}{100 \cdot 24} = \frac{10000 \cdot 14,46}{100 \cdot 24} = 60250 \text{ кг/год} \quad (2.1)$$

де $P=10000$ т/добу – продуктивність підприємства згідно завдання.

$a= 14,46\%$ - вихід білого цукру, згідно відомих норм.

До установки приймаємо багатотрубну сушарку цукру продуктивністю 100 т/год сухого цукру.

Після центрифугування цукор має температуру близько 60°C та вологість 0,7-0,8%. З умови часткового охолодження на трясуні та стрічковому конвеєрі його температура перед сушаркою складає близько 55°C .

Особливістю сушіння цукру є те, що потрібно не тільки висушити, але і охолодити до температури повітря в складах, а саме близько до 25°C .

Після центрифугування цукор має температуру близько 60°C та вологість 0,7-0,8%. З умови часткового охолодження на трясуні та стрічковому конвеєрі його температура перед сушаркою складає близько 55°C .

Особливістю сушіння цукру є те, що потрібно не тільки висушити, але і охолодити до температури повітря в складах, а саме близько до 25°C .

На цукрових заводах використовуються сушарки з підігрівом повітря, які дають можливість при порівняно невеликих відносних розмірах обладнання висушити цукор з високою вологістю і регулювати процеси сушіння і охолодження цукру.

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

Для розрахунку сушарки приймаємо такі величини розрахункових параметрів:

Вологість цукру:

- перед сушаркою $\omega_1 = 0,8\%$
- після сушарки $\omega_2 = 0,05\%$

Визначаємо кількість вологого цукру з рівняння матеріального балансу сушарки цукру

$$G_2 = G_1 \cdot (100 - w_1 / 100 - w_2) \quad (2.2)$$

де G_2 – кількість висушеного цукру;

G_1 – кількість вологого цукру.

$$G_1 = 100 \cdot (100 - 0,8/100 - 0,005) = 100,766 \text{ т/год}$$

Визначаємо кількість видаленої вологи по формулі

$$W = G_1 - G_2 = 100,766 - 100 = 0,766 \text{ т/год} = 766 \text{ кг/год} = 0,2128 \text{ кг/с} \quad (2.3)$$

Приймаємо вихідні параметри для повітря.

Температура в осінній період $t_0 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря 76,5 %.

Температура повітря після нагріву в калорифері $t = 132 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

Для осінньої пори :

$$I_0 = 10 \text{ к/Дж. ; } I_1 = 163 \text{ к/Дж.}$$

$$X_0 = 0,012 \text{ кг/кг ; } X_1 = 0,035 \text{ кг/кг;}$$

Для зимньої пори

$$I_0 = -3 \text{ к/Дж. ; } I_1 = 142 \text{ к/Дж.}$$

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

$X_0 = 0,003$ кг/кг ; $X_1 = 0,027$ кг/кг;

Визначаємо питому витрату повітря:

Для осінньої пори :

$$L = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0,035 - 0,012} = 43,48 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \quad (2.4)$$

Для зимньої пори :

$$L = \frac{1}{0,027 - 0,003} = 41,67 \text{ кг/кг}$$

Виразуємо кількість теплоти, затрачені на нагрівання цукру.

$$Q_c = G_1 \times C \times (t_2 - t_1)$$

де $C = 1,05$ кДж/кг - теплоємність цукру

$t_1 = 26$ °С температура цукру на вході в сушарку

$t_2 = 60$ °С - температура цукру на виході із сушильної камери.

При цьому температуру сушильного агента на виході з сушильної камери, для забезпечення теплопередачі приймаємо 70 °С

Теплові витрати в розрахунку на 1 кг випареної вологи складають

$$Q_c = \frac{100000}{3600} \times 1,054 \times (60 - 26) = 995,44 \frac{\text{кДж}}{\text{с}};$$

Теплові витрати на 1 кг. випареної вологи складає

$$g_{\text{пот.}} = 0,12 \times q = 0,12 \times 3732,4 = 447,9 \text{ кДж/кг};$$

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

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

$$\Delta = g + g_{\text{пот}} - C_{\text{п}} \times t_0 \quad (2.5)$$

де $C_{\text{п}} = 1,009$ кДж/кг - теплоємність сухого повітря при -10°C

Для осінньої пори

$$\Delta = 3732,4 + 995,44 - 1,013 \times 20 = 4707,6 \text{ кДж.}$$

Для зимової пори

$$\Delta = 3782,4 + 995,44 - (-10) \times 1,009 = 4767,8 \text{ кДж.}$$

Тоді ентальпія повітря I_2 для осінньої пори складає

$$I_2^0 = I_1^0 - \left(\frac{\Delta}{L}\right) = 163 - \left(\frac{4707,6}{43,48}\right) = 66,17 \text{ кДж/кг} \quad (2.6)$$

В зимову пору

$$I_2^3 = 142 - \left(\frac{4767,8}{41,67}\right) = 40,24 \text{ кДж/кг}$$

Витрати повітря в осінню пору:

$$L = \frac{W}{x_1^0 - x_0^0} = \frac{0,1228}{0,035 - 0,012} = 5,62 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad (2.7)$$

Витрати повітря в зимову пору:

$$L = \frac{W}{x_1^3 - x_0^3} = \frac{0,1228}{0,027 - 0,003} = 5,39 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Тепловий баланс сушильної камери:

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

$$Q_1 + Q_k + Q_0 = Q_2 + Q_3 + Q_{\text{пот}} \quad (2.8)$$

де Q_1 - кількість тепла поступаю чого 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 повітрю в калорифері :

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

Для осінньої пори:

$$Q_k^0 = (5,62 \times 143,44 + 3,39 \times 1,05 \times 60 + 447,3 \times 0,1293) - (13,38 \times 1,013 \times 26 + 5,62 \times 20) = 1017,94 \text{ кВт.}$$

Для зимової пари

$$Q_k^3 = (5,39 \times 120,87 + 13,39 \times 1,05 \times 60 + 447,3 \times 0,1293) - (13,38 \times 1,013 \times 26 + 5,39 \times (-3)) = 1216,67 \text{ кВт.}$$

2.2 Технологічні розрахунки

$$V_n = L/\rho \quad (2.9)$$

де $\rho = 1,164 \text{ кг/м}^3$ – густина повітря при температурі повітря 20°C

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

$$V_n = \frac{20232}{1,164} = 17381.4 \text{ м}^3/\text{год}$$

При температурі 20°C для повітря $\rho=1,164 \text{ кг/м}^3$ Стор.194[2]

Потрібне повітря для охолодження 1 кг цукру розраховуємо по формулі:

$$L = \frac{0,25(v_2 - v'_2)}{\left(0,24 + 0,47 \frac{d_0}{1000}\right) \times (t_2 - t_1)} ; \text{ кг} \quad \text{Стор. 257[1]} \quad (2.10)$$

де v'_2 – температура цукру після охолодження

Приймаємо $v'_2=27^\circ\text{C}$

$$L = \frac{0,25(56-27)}{\left(0,24 + 0,47 \times \frac{10,5}{1000}\right) \times (45-20)} = 1,184 \text{ кг}$$

Для охолодження 100 т/год цукру потрібно повітря:

$$L_{\text{пов}} = 100 \cdot 1000 \cdot 1,184 = 118400 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (2.11)$$

Об'єм повітря для охолодження цукру при зовнішній температурі 20°C складе:

$$V_{\text{п.ох}} = \frac{118400}{1,164} = 101718 \text{ м}^3/\text{год}$$

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.

$$\omega_{\text{св}} = \frac{\mu_{\text{сп}}}{d \times \rho_{\text{сп}}} \left[\frac{\text{Ar}}{18 + 0,575\sqrt{\text{Ar}}} \right] \quad (2.12)$$

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

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

d - середній еквівалентний діаметр частин цукру.5,62

$$d = \frac{d_{min} + d_{max}}{2} = \frac{0,4 + 0,2}{2} = 0,9 \text{ мм}; \quad (2.13)$$

де Ar - критерій Архімеда

$$Ar = \frac{d^3 \rho_u \rho_{cp} \times g}{\mu_{cp}^2} \quad (2.14)$$

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

g - прискорення сили тяжіння.

Середня швидкість сушильного агента ρ_{cp} дорівнює.

$$\rho_{cp} = [M_{св}(P_o - p) + M_{вр}] \times \frac{T_o}{V_o P_o (T_o + t_{ср})}; \quad (2.15)$$

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:

$$p = \frac{\left(\frac{X}{M_B}\right) \times P_o}{\frac{1}{M_{св}} + \frac{X}{M_B}} \quad (2.16)$$

де: M_B - мольна маса водяних парів, $M_B = 18 \text{ кг/к моль}$;

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

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

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 швидкість сушильного агента дорівнює :

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

Вязкість сушильного агента при середній температурі:

$$\mu_{\text{сз}} = 2,6 \times 10^{-5} \text{ ПаС}$$

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

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

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

$$Ar = \frac{d_{\text{те}}^3 \rho_{\text{сг}}}{V^2 \rho_{\text{в}}} \quad (2.17)$$

де : $d_{\text{те}}$ - середній еквівалентний діаметр частин цукру.

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

$$d_e = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2} = \frac{0.4 + 1.4}{2} = 0.9 \text{ мм} \quad (2.18)$$

де $\rho_c = 1600 \text{ кг/м}^3$ - 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_v - густина повітря;

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

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;

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5.22\sqrt{Ar}} \quad (2.19)$$

Підставив значення получимо:

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

Швидкість початку псевдожиження:

$$\omega_{\text{пс}} = \frac{Re \cdot V_{\text{ср}}}{d_e} \quad (2.20)$$

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

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

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

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

Швидкість вільного витання:

$$\omega_{\text{св.}} = \frac{V}{d_{\min}} \left[\frac{Ar}{18 + 0.575\sqrt{Ar}} \right] \quad (2.21)$$

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

Робоча швидкість сушильного агента вибирається в рамках цих швидкостей.

2.3 Конструктивні розрахунки [1]

Визначення необхідного об'єму одного сушильного барабана розраховується по формулі:

$$V_6 = \frac{W}{nA} \quad (2.22)$$

де $A = 10 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$ - напруженість барабана по волозі [8, табл. Н8],

$n=6$ -кількість паралельно працюючих барабанів;

$$V_6 = \frac{766}{6 \cdot 10} = 12,77 \text{ м}^3$$

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

Визначаємо діаметр сушильних барабанів:

$$D_{\text{с.т}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_n}{3,14 \cdot \omega_n \cdot n}}; \quad (2.23)$$

де $\omega_n = 0.6$ - швидкість повітря, м/с;

$$V_n = \frac{17381.4}{3600} = 4.83 \text{ м}^3/\text{с-об'єм повітря для сушіння цукру};$$

$n = 6$ шт. - кількість труб;

$$D_{\text{с.т}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.83}{3,14 \cdot 0.6 \cdot 6}} = 1,31\text{м};$$

Приймаємо до установки сушильні труби діаметром 1320мм

Необхідну довжину барабана визначимо за формулою:

$$L_{\text{с.т.}} = \frac{4V}{3.14D^2}; \quad (2.24)$$

Тоді:

$$L_{\text{с.т.}} = \frac{4 \cdot 12.77}{3.14 \cdot 1.32^2} = 9,336\text{м};$$

Приймаємо довжину сушильних труб 9,5м

Діаметр охолоджуючих труб визначаємо (в м) по формулі:

$$D_{\text{ох.т.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{н.ох.}}}{3,14 \cdot \omega_n \cdot n}}; \quad (2.25)$$

де $V_{\text{н.ох.}} = \frac{101718}{3600} = 28,2\text{м}^3/\text{с}$ – об'єм повітря для охолодження цукру;

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

$\omega_{\text{п}} = 2.45$ - швидкість повітря, м/с;

$n = 6$ шт. - кількість труб;

$$D_{\text{ох.т.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 28,2}{3,14 \cdot 2,45 \cdot 6}} = 1,5632\text{м};$$

Приймаємо до встановлення $D_{\text{ох.т.}} = 1,62\text{м}$;

Об'єм охолоджуючої труби визначаємо (в м^3) по формулі:

$$V_{\text{ох.т.}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ох.т.}}^2}{4} \cdot L_{\text{т}}; \quad (2.26)$$

де $L_{\text{т}} = 9.0\text{м}$ -прийнята довжина охолоджуючої труби;

$$V_{\text{ох.т.}} = \frac{3,14 \cdot 1,62^2}{4} \cdot 9,511 = 21,5\text{м}^3.$$

Дійсна швидкість газів в барабані $\omega_{\text{г}}$:

$$\omega_{\text{г}} = \frac{V_{\text{в}}}{0,785 \times D^2 \times n} \quad (2.27)$$

Дійсна швидкість сушильного агента з урахуванням наявності шести барабанів:

$$\omega_{\text{г}} = \frac{4,83}{0,785 \times 1,32^2 \times 6} = 0,65\text{м/с.}, \text{що відповідає допустимим значенням.}$$

Дійсна швидкість повітря в охолоджуючих барабанах з урахуванням наявності шести барабанів складе:

$$\omega_{\text{п}} = \frac{28,2}{0,785 \times 1,62^2 \times 6} = 2,2\text{ м/с.}, \text{що відповідає допустимим значенням.}$$

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

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3,14 \cdot v \cdot \rho}}; \text{ м} \quad (2.28)$$

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 патрубку для подачі цукру в сушарку за формулою:

$$D_{\text{вх.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 27,99}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 870}} = 0,286 \text{ м}$$

Приймаємо $D_{\text{вх.}} = 300 \text{ мм}$.

Визначаємо діаметр патрубку для відведення цукру із сушарки за формулою:

$$D_{\text{вих.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 27,77}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 870}} = 0,285 \text{ м}$$

Приймаємо $D_{\text{вих.}} = 300 \text{ мм}$.

Кінематичний розрахунок привода

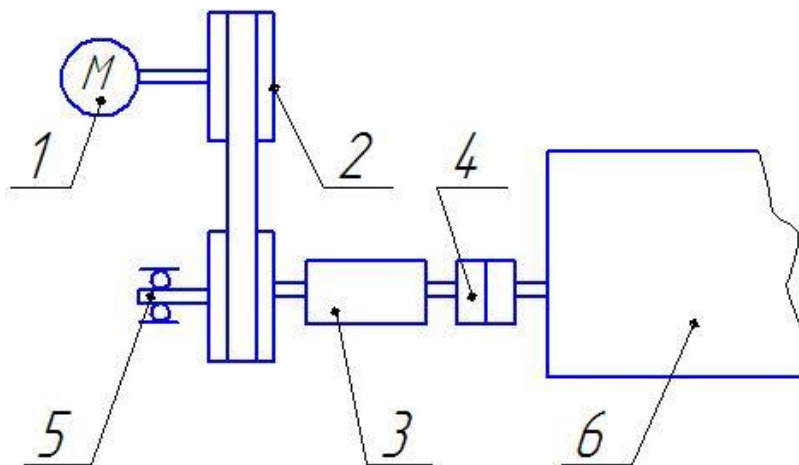


Рис.2.1 Кінематична схема привода

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 – двигун; 2 – пасова передача; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – підшипники; 6 – барабан.

Загальне передаточне число знаходимо по формулі:

$$U_{\text{заг.}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n}; \quad (2.29)$$

$$U_{\text{заг}} = \frac{1500}{5} = 300;$$

Знаходимо передаточне число редуктора по формулі:

$$U_{\text{заг}} = U_n \cdot U_p; \quad (2.30)$$

Приймаємо $U_n = 2$;

$$U_p = \frac{U_{\text{заг}}}{U_n} = \frac{300}{2} = 150;$$

Приймаємо до встановлення циліндричний трьохступінчастий горизонтальний редуктор марки ЦЗН-500, передаточне число $U_p = 160$.

Тоді

$$U_n = \frac{U_{\text{заг}}}{U_p} = \frac{300}{160} = 1,8;$$

Розраховуємо пасову передачу.

Обертний момент (в Н·мм) знаходимо за формулою

$$T = \frac{P}{\omega_{\text{дв}}} \quad (2.31)$$

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

де: $P = 105 \cdot 10^3$ Вт – потужність електродвигуна

$\omega_{\text{дв}}$ - кутова швидкість

Кутову швидкість (в рад/с) знаходимо за формулою

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \quad (2.32)$$

де $n_{\text{дв}} = 1500$ хв⁻¹ – частота обертання двигуна

Знайдені величини підставляємо у формулу 2.18 і розраховуємо:

$$T = \frac{10,5 \cdot 10^3}{157} = 669$$

Діаметр меншого шківa (в мм) знаходимо за формулою

$$d_1 = 4\sqrt[3]{T} = 4 \cdot \sqrt[3]{669 \cdot 10^3} = 350 \quad (2.33)$$

Приймаємо діаметр меншого шківa $d_1 = 355$ мм

Діаметр більшого шківa (в мм) знаходимо за формулою:

$$d_2 = U \cdot d_1 (1 - \varepsilon) = 1,8 \cdot 355 (1 - 0,015) = 629,4 \quad (2.34)$$

де $\varepsilon = 0,015$ – коефіцієнт ковзання паса

Приймаємо діаметр більшого шківa $d_2 = 1400$ мм

Міжосьову відстань (в мм) потрібно приймати в інтервалі і розраховувати за формулою:

$$a_{\text{min}} = 0,55(d_1 + d_2) + T_0 = 0,55(355 + 1400) + 10,5 = 976 \quad (2.35)$$

де: $T_0 = 10,5$ мм – висота перерізу паса

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

$$a_{\text{тах}} = d_1 + d_2 = 1755 \quad (2.36)$$

Приймаємо приблизне значення

$$a_n = 1800 \text{ мм}$$

Розрахункова довжина паса (в мм) визначається за формулою:

$$L = 2a_n + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_n} = 2 \cdot 1800 + 0,5 \cdot 3,14(355 + 1400) + \frac{(1400 - 355)^2}{4 \cdot 1800} = 650 \quad (2.374)$$

Приймаємо довжину паса $L = 6500$ мм.

Уточняємо значення міжосьової відстані (в мм) з врахуванням стандартної довжини паса

$$a_n = 0,25 \left[(L - W) + \sqrt{(L - W)^2 - 2y} \right] \quad (2.38)$$

$$W = 0,5\pi(d_1 + d_2) = 0,5 \cdot 3,14(355 + 1400) = 2755 \text{ мм} \quad (2.26)$$

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (1400 - 355)^2 = 10,9 \cdot 10^5 \quad (2.39)$$

Знайдені величини підставляємо у формулу 2.25 і розраховуємо

$$a_n = 0,25 \left[(6500 - 2755) + \sqrt{(6500 - 2755)^2 - 2 \cdot 10,9 \cdot 10^5} \right] = 1797$$

При монтажі передачі необхідно забезпечити можливість зменшення міжосьової відстані на $0,01L = 0,01 \cdot 6500 = 65$ мм для полегшення надягання пасів на шків та можливість його збільшення на $0,25L = 0,25 \cdot 6500 = 162,5$ мм для збільшення натягу пасів.

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

Кут обхвату меншого шківa (в град) визначається за формулою

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_n} = 180^\circ - 57 \frac{1400 - 355}{6500} = 171^\circ \quad (2.40)$$

Коефіцієнт режиму роботи, що враховує умови експлуатації пасової передачі для приводу сушарки цукру при двозмінній роботі $C_p = 1,5$

Коефіцієнт, що враховує вплив довжини паса, для паса довжиною $L = 6500$ мм коефіцієнт $C_L = 1,12$

Коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату при $\alpha_1 = 171^\circ$ коефіцієнт $C_\alpha = 0,98$

Коефіцієнт, що враховує кількість пасів в передачі; передбачаючи, що кількість пасів буде більшою 6, прийmemo коефіцієнт $C_z = 0,85$

Кількість пасів в передачі (в шт.) визначається за формулою:

$$z = \frac{P C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z} = \frac{105 \cdot 1,5}{16,09 \cdot 1,12 \cdot 0,98 \cdot 0,85} = 10,5 \quad (2.41)$$

де $P_0 = 16,09$ – потужність, що передається одним пасом

Приймаємо кількість пасів 11 шт.

Натяг гілки клинового паса (в Н) визначається за формулою:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot \vartheta \cdot C_\alpha} + \theta \cdot \vartheta^2 \quad (2.42)$$

де ϑ – швидкість

$\theta = 0,3$ – коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил

Швидкість (в м/с) знаходимо за формулою:

$$\vartheta = 0,5 \omega_{дв} \cdot d_1 = 0,5 \cdot 157 \cdot 355 \cdot 10^{-3} = 27,9 \quad (2.43)$$

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

Знайдені величини підставляємо у формулу 4.30 і обчислюємо

$$F_0 = \frac{850 \cdot 105 \cdot 1,5 \cdot 1,12}{11 \cdot 27,9 \cdot 0,85} + 0,3 \cdot 27,9^2 = 808$$

Тиск на вали (в Н) визначаємо за формулою:

$$F_B = 2F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 808 \cdot 11 \cdot \sin \frac{171}{2} = 17721 \quad (2.44)$$

Ширина шківів (в мм) визначається за формулою:

$$B_{ш} = (z-1)e + 2f = (11-1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17 = 289 \quad (2.45)$$

2.4 Гідравлічні розрахунки [4]

Гідравлічний опір апарата складається з втрат тиску на подолання тертя по довжині і місцевих опорів відповідних барабанів Цей опір складатиметься з опору сушильних та охолоджуючих труб, тобто:

$$\Delta p_a = \Delta p_c + \Delta p_{ох}; \text{ Па}$$

де Δp_c – загальний опір сушильних труб,

$\Delta p_{ох}$ – загальний опір охолоджуючих труб.

Загальний опір сушильних труб визначимо за формулою:

$$\Delta p_c = n(\Delta p_{тр} + \Delta p_m) = n \frac{\omega^2 \rho}{2} \left(\lambda \frac{1}{d_3} + \varepsilon \varphi \right) \quad (2.46)$$

де n – кількість труб;

$d_3 = 1,32\text{м}$ - внутрішній діаметр сушильного барабана;

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

$l = 9,5$ м - довжина барабана;

$\varphi_{\text{вх}} = 0,5$ – коефіцієнт місцевого опору на вході і виході в барабан;

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

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

$\varphi_c = 0,75$ – коефіцієнт опору лопаток при сушінні;

λ - коефіцієнт тертя по довжині;

Для визначення величини λ визначаємо критерії Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega d_e \rho}{\mu}; \quad (2.47)$$

де ω – дійсна швидкість руху повітря;

ρ – густина повітря при середній температурі сушіння;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості;

$$Re = \frac{0,65 * 1,32 * 1,165}{1,86 * 10^{-5}} = 4,08 * 10^4;$$

Коефіцієнт тертя по довжині розраховуємо по формулі Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{0,408 * 10^5}} = 0,022 \quad (2.48)$$

Таким чином:

$$\Delta p_a = 6 \frac{0,65^2 * 1,165}{2} \left(0,022 * \frac{9,5}{1,32} + 2,75 \right) = 3,51 \text{ Па}$$

Загальний опір охолоджуючих труб визначимо за формулою:

$$\Delta p_{\text{ох}} = n(\Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{м}}) = n \frac{\omega^2 \rho}{2} \left(\lambda \frac{l}{d_3} + \varepsilon \varphi \right) \quad (2.49)$$

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

де n-кількість труб;

$d_3 = 1,62\text{ м}$ - внутрішній діаметр сушильного барабана;

$l = 9,0\text{ м}$ - довжина барабана;

$\varphi_{\text{вх}} = 0,5$ – коефіцієнт місцевого опору на вході і виході в барабан;

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

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

$\varphi_c = 0,75$ – коефіцієнт опору лопаток при сушінні;

λ - коефіцієнт тертя по довжині;

Для визначення величини λ визначаємо критерії Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{2,2 * 1,62 * 1,165}{1,86 * 10^{-5}} = 2,03 * 10^5;$$

Коефіцієнт тертя по довжині розраховуємо по формулі Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{2,03 * 10^5}} = 0,015$$

Таким чином:

$$\Delta p_{\text{ох}} = 6 \frac{2,2^2 * 1,165}{2} \left(0,017 * \frac{9,0}{1,62} + 2,75 \right) = 48,12 \text{ Па}$$

При цьому загальний гідравлічний опір апарата становитиме:

$$\Delta p_a = \Delta p_c + \Delta p_{\text{ох}} = 3,51 + 48,12 = 51,63 \text{ Па}$$

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

2.5 Вибір допоміжного обладнання [1]

Розрахунок конвеєра для волого цукру

Вихідні дані:

Продуктивність конвеєра $Q' = 100,766$ тонн цукру/год

Об'ємна маса вологого цукру $\rho = 0,85$ т/м³

Кут природного схилу цукру $\varphi_0 = 40^\circ$

Для розрахунку ширини стрічки по нерівномірності хвилинного вантажопотоку $K_n = 1,25 \dots 2,0$.

З умови, що цукор з сушарки вивантажується через вивантажувальний клапан нерівномірно, приймаємо $K_n = 2,0$

Вибір ширини стрічки

При транспортуванні сипучих матеріалів необхідна ширина стрічки визначається по розрахунковій

продуктивності з врахуванням умови повної відсутності просипання вантажу зі стрічки в процесі руху; $v = 0,9$ м; $B = 0,05$ м,

де $v = 0,9$ м – робоча ширина стрічки;

$B = 0,05$ м – повна ширина стрічки.

Кут при основі шару вантажу приймають

$$\varphi = (0,35 \dots 0,5) \varphi_0 \quad (2.50)$$

$$\varphi = (0,35 \dots 0,5) \cdot 40 = 14 \dots 20^\circ$$

Приймаємо $\varphi = 16^\circ$

Кут нахилу бокових роликів слід примати на

трьохроликовій опорі при ширині $B = 800 \dots 1300$ мм, $\alpha_{ж} = 30^\circ$

Визначаємо необхідну ширину стрічки по формулі

$$B = 1,1(Q_T \cdot K_B \cdot K_n \cdot v \cdot \rho + 0,05) \quad (2.51)$$

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

де Q_T – розрахункова маса продуктивності конвеєра;

$K_\beta = 1$ – коефіцієнт кута нахилу конвеєра;

$K_H = 470$

$v = 1$ м/с - швидкість руху стрічки;

Визначаємо розрахункову масову продуктивність конвеєра по формулі

$$Q_T = Q' \cdot K_\beta \cdot K_H = 100,766 \cdot 1 \cdot 2,0 = 201,5 \text{ т/год} \quad (2.52)$$

Знайдені величини підставляємо у формулу (4.76) і розраховуємо

$$B = 1,1(201,5 \cdot 1 \cdot 470 \cdot 1 \cdot 0,85 + 0,05) = 0,885 \text{ м}$$

До установки приймаємо стандартну ширину стрічки

$B = 1,0 \text{ м} = 1000 \text{ мм}$.

Визначаємо потрібну потужність на стрічковий конвеєр для сухого цукру по формулі

$$N = Q' \cdot 367 \cdot (1,8 \cdot L + H) \quad (2.53)$$

де $L = 20$ м – довжина конвеєра;

H – висота підйому конвеєра, (в м) при відсутності підйому $H = 0$)

$$N = 100 \cdot 367 \cdot (1,8 \cdot 20 + 0) = 9,8 \text{ кВт}$$

Розрахунок норії для вологого цукру

Вихідні дані для розрахунку норії – продуктивність $P=100$ т/год = 27,7 кг/с; висота підйому $H=15$ м; вантаж – вологий цукор. Для підйому вологого цукру приймаємо стрічкову норію з швидкохідним відцентровим вивантаженням, тип ковшів – М; середній коефіцієнт заповнення – 0,8; швидкість стрічки – 1...2 м/с, приймаємо 2. [5, ст. 255]

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

Визначаємо діаметр барабана. [5, ст. 392]

$$D_6 \leq 0,204V^2 = 0,204 \cdot 2^2 = 0,816 \text{ м} \quad (2.54)$$

де V – швидкість руху стрічки

Приймаємо діаметр привідного барабана 900 мм. Кінцевий барабан приймаємо такого ж діаметра.

Частота обертання барабана. [5, ст. 393]

$$n_6 = \frac{60V}{\pi D_6} = \frac{60 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,9} = 42,4 \text{ мин}^{-1} \quad (2.55)$$

Полюсна відстань

$$l = \frac{895}{n_6^2} = \frac{895}{42,4^2} = 0,49 \text{ м} \quad (2.56)$$

Погонна ємкість ковшів

$$\frac{i_0}{a} = \frac{\Pi}{3,6V\gamma_p\psi} = \frac{100}{3,6 \cdot 2 \cdot 510 \cdot 0,8} = 34 \text{ л/м} \quad (2.57)$$

де $\psi=0,7$ – коефіцієнт заповнення ковшів

a – крок розстановки ковшів

Π – продуктивність норії

Так як $\frac{i_0}{a}=34$ вибираємо ковш глибокий, ємкістю $i_0 = 30$ л, ширина ковша $B_k = 800$ мм, крок розстановки ковшів $a = 630$ мм, виліт ковша $A = 4$, висота ковша $h = 235$ мм. [5, табл. 79 ст. 393]

Стрічку назначають ширшою від ковша на 125...150 мм. Потужність привідного двигуна при ккд привідного механізму $\eta = 0,85$ і коефіцієнті запасу $K_3 = 1,25$ [7, ст. 93]

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

$$N = K_3 \cdot B_1 \cdot H \cdot g / 1000, \text{кВт} \quad (2.58)$$

де: Н-висота підйому; м

Таким чином:

$$N = 1,25 \cdot 27,7 \cdot 15 \frac{9,8}{1000} = 5,1 \text{ кВт}$$

Розрахунок стрічкового конвеєра сухого цукру.

Вихідні дані:

Продуктивність конвеєра $Q' = 100$ тонн цукру/год

Об'ємна маса сухого цукру $\rho = 0,75$ т/м³ Стор 128[4]

Кут природнього схилу цукру $\varphi_0 = 40^\circ$

Коефіцієнт нерівномірності завантаження конвеєра K_n

Для розрахунку ширини стрічки по нерівномірності хвилинного вантажопотоку:

$$K_n = 1,25 \div 2,0 \text{ Стор. 142[5]}$$

З умови, що цукор з сушарки вивантажується через вивантажувальний клапан нерівномірно, приймаємо $K_n = 2,0$

При транспортуванні сипучих матеріалів необхідна ширина стрічки визначається по розрахунковій продуктивності з врахуванням умови повної відсутності просипання вантажу зі стрічки в процесі руху; $v = 0,9$; $B = 0,05$, де:

B – повна ширина стрічки, м;

v – робоча ширина стрічки, м;

Кут при основі шару вантажу приймають: $\varphi = (0,35 \div 0,5)\varphi_0$,

де: φ_0 – кут природнього схилу вантажу в покої.

Кут нахилу бокових роликів слід приймати на трьох роликівій опорі при ширині $B = 800 \div 1300$ мм

$$\alpha_{ж} = 30^\circ \text{ Стор. 145[5]}$$

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

$$B = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{200 \times 1}{470 \times 1 \times 0,75}} + 0,05 \right) = 0,883 \text{ м} \quad (2.59)$$

Швидкість руху стрічки вибираємо: $v = 1 \text{ м/с}$ Стор. 143[5] Табл. 4.39

До установки приймаємо стандартну ширину стрічки: $B = 1,0 \text{ м} = 1000\text{мм}$

Потрібну потужність на стрічковий конвеєр для сухого цукру визначаємо по формулі:

$$N = \frac{Q}{367} \times (1,8 \times L + H) \text{ кВт}, \quad \text{Стор. 82[1]} \quad (2.60)$$

де Q – годинна кількість транспортуємого цукру, тонн;

L – довжина конвеєра, м;

H – висота підйому, м; (при відсутності підйому $H = 0$)

$$N = \frac{100}{367} \cdot (1,8 \cdot 20 + 0) = 9,8 \text{ кВт}$$

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. Для очищення відпрацьованого повітря від цукрового пилу його пропускають через скруббер.

Загальна кількість повітря (в $\text{м}^3/\text{с}$) складатиметься із повітря для сушки та охолодження цукру.

$$V_3 = V_{\text{п. ох.}} + V = 101718 + 74685 = 175403 \text{ м}^3/\text{год.} = 48,7\text{кг/с.} \quad (2.70)$$

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

Необхідний діаметр (в м) скрубера визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4V_3}{\pi\omega}}; \quad (2.71)$$

де: $\omega = 3,7$ м/с – швидкість руху повітря в циліндричному перерізі скрубера;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 48,7}{3,14 \cdot 3,7}} = 4,134$$

Приймаємо внутрішній діаметр скрубера 4134 мм.

Конструктивно висоту скрубера приймаємо 5204 мм.

Діаметр (в м) патрубку для подачі відпрацьованого повітря визначається за формулою :

$$d_n = \sqrt{\frac{4V_3}{\pi\omega}}; \quad (2.72)$$

де $\omega = 30$ м/с – швидкість руху повітря в патрубку після вентилятора

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 48,7}{3,14 \cdot 30}} = 1,44$$

Приймаємо діаметр патрубку $d_n = 1600$ мм.

Необхідну температуру нагріву повітря в калорифері знаходимо по I-d діаграмі в точці перетину лінії постійного вологовмісту $d_0 = d_1 = 10,5$ г/кг з лінією постійної теплоємності, що проходить через точку, визначену параметрами $\varphi_2 = 10\%$ і $t_0 = 72^\circ\text{C}$.

В даному випадку одержуємо $t_1 = 97^\circ\text{C}$.

З врахуванням запасу 10% калорифер повинен передати повітря тепло

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

$$Q = 1,1 \cdot V \cdot \rho \cdot (I_1 - I_0); \quad (2.74)$$

$$Q = 1,1 \cdot 5,62 \cdot 1,164 \cdot (125 - 46) = 568,47 \text{ кВт}$$

Фірмою-виробником сушильно-охолоджувальна установка укомплектована калорифером для нагріву повітря. В якості теплоносія використовується екстра пара першого корпусу випарки з параметрами $P = 2,5 \text{ ат}$; $t_n = 126^\circ$

По таблицях знаходимо тепловміст гріючої пари $I = 2716 \text{ кДж/кг}$.

Визначаємо витрати пари на калорифер по формулі

$$D = \frac{Q}{i - t_k} \quad (2.75)$$

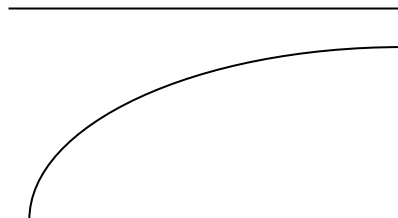
де $t_k = 124.8^\circ\text{C}$ – температура конденсату;

$$D = \frac{568,47}{2716 - 124,4,187} = 0,26 \text{ кг/с}$$

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

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}; \quad (2.76)$$

Будуємо графік температурних навантажень



$$\Delta t_6 = t_n - t_{n.n.} = 126 - 20 = 106$$

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

$$\Delta t_M = t_{II} - t_{II.K} = 126 - 97 = 29$$

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

$$\Delta t = \frac{106 - 29}{2,3 \cdot \lg \frac{106}{29}} = \frac{77}{1,27} = 60,6^\circ\text{C}$$

Для парових калориферів швидкість теплоносія приймаємо 0,8м/с.,тоді згідно рекомендацій по ГОСТ 7201-70 коефіцієнт теплопередачі становитиме 33,1Вт/м²°К.

Знайдені величини підставляємо у формулу (4.11) і обчислюємо:

$F = \frac{548,474 \cdot 10^3}{33,1 \cdot 60,6} = 273,4\text{м}^2$,що з урахуванням запасу необхідної площі поверхні становитиме 355,42м²

Приймаємо до установки 2 калорифери КПБ-12Б площею 160,42м² кожний,габаритними розмірами 1727*1575*220мм,масою 5229кг.

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

3 РОЗРАХУНКИ АПАРАТА НА МІЦНІСТЬ ТА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

3.1 Розрахунок товщини стінки барабана і кришки [6]

Попередньо вибираємо товщину стінки барабана.

$$S_6 = (0.007-0.01) D_6 = (0,007-0,01) \times 1100 = 8-11 \text{ мм.}$$

Приймаємо $S_6 = 10 \text{ мм.}$

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 , навантажено рівномірно загрузкою від ваги барабана завантажуваного матеріалу і локальної загрузки від вінцевої шестерні.

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

де M – сумарний згинаючий момент;

W_6 – момент опору перерізу барабана;

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

$$M_1 = \frac{G_6 + G_M}{2} \cdot \frac{e_0}{2} - \delta \frac{L^2}{8} \quad (3.2)$$

де G_6 – вага пустого барабана;

G_M – вага матеріалу в барабані;

$$G_6 = \pi D S L \rho_6 g \quad (3.3)$$

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

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

Тоді вага барабана складає:

$$G_6 = 3,14 \cdot 1,32 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 9,5 \cdot 7900 \cdot 9,81 = 3051.6 \approx 0,031 \text{ МН}$$

Вага матеріалу барабана:

$$G_M = B_1 \cdot \tau \cdot g = 27.79 \cdot 0,49 \cdot 60 \cdot 9,81/6 = 623 \text{ Н} = 0,00062 \text{ МН}$$

Розподілене навантаження δ :

$$\delta = \frac{G_6 + G_M}{L};$$

$$\delta = \frac{0.031 + 0.00062}{9,5} = 0,003 \frac{\text{МН}}{\text{м}};$$

Згинаючий момент від рівномірно розподіленого навантаження між опорами:

$$M_1 = \frac{0.031 + 0,00062}{2} \cdot \frac{0,585 \cdot 9,5}{2} - 0,003 \cdot \frac{9,5^2}{8} = 0,0178 \text{ МН} \cdot \text{м};$$

Момент опору розгину барабана визначаємо так:

$$W_6 = 0,785 D^2 \cdot S \quad (3.4)$$

$$W_6 = 0,785 \cdot 1,32^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ м}^3;$$

$$\sigma_H = \frac{0,0178}{0,01} = 1,78 \text{ МН/м}^2 < [\sigma]_H (5 \div 10 \text{ МН/м}^2)$$

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

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:

$$f = 0,0003e_0; \quad (3.5)$$

Допустимий прогин для даної сушарки буде дорівнювати:

$$[f] = 0,0003 \cdot 0,585 \cdot 9,5 = 0,0017 \text{ м};$$

Прогин барабана від дії рівномірно розподіленого навантаження:

$$f_1 = \frac{5 \cdot \delta \cdot e_0^4}{384 \cdot E \cdot I}; \quad (3.6)$$

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

I – момент інерції кільцевого перерізу барабана визначаємо по формулі:

$$I = \frac{\pi D^3 f}{8} S = \frac{\pi}{8} (D + S)^3 S \quad (3.7)$$

$$I = \frac{3,14}{8} (1,32 + 10 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,005 \text{ м}^4$$

Визначимо прогин барабана від дії рівномірно розподіленого навантаження:

$$f_1 = \frac{5 \cdot 0,003 \cdot (0,585 \cdot 9,5)^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,04} = 0,47 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

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

Умова міцності барабана на прогин:

$$f < [f]$$

$$0,47 \cdot 10^{-5} < 0,0017$$

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

3.2. Розрахунок фланцевого з'єднання [6]

Товщину втулки фланця приймаємо рівною товщині обичайки $S_0 = 6\text{мм}$, що задовольняє умови для плоских приварних фланців $S_0 \geq S$

Висоту втулки фланця визначаємо по формулі:

$$h_0 \triangleright 0.5\sqrt{D(S_0 - C)} = 0.5\sqrt{1000(6 - 2)} = 31.6\text{мм} \quad (3.8)$$

Приймаємо $h_0 = 40\text{мм}$

Діаметр болтової окружності визначаємо по формулі:

$$D_{\bar{o}} = D + 2(S_0 + d_{\bar{o}} + u) \quad (3.9)$$

де $d_{\bar{o}}$ - зовнішній діаметр болта 20 мм

u - нормативний зазор, 8мм

$$D_{\bar{o}} = 1000 + 2(2 \cdot 6 + 20 + 8) = 1080\text{мм}$$

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

Зовнішній діаметр фланця:

$$D_n = D_o + a, \quad (3.10)$$

де: $a=40$ мм, для шестигранних гайок при $d_\delta=20$ мм

$$D_n = 1080 + 40 = 1120 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр прокладки:

$$D_{nn} = D_o - e = 1080 - 39 = 1041 \text{ мм}, \quad (3.11)$$

де: $e=39$ мм – для плоских прокладок

Середній діаметр прокладки:

$$D_{cn} = D_{nn} - b = 1041 - 12 = 1029 \text{ мм},$$

де b – ширина прокладки 12мм.

Кількість болтів, необхідних для забезпечення герметичності з'єднання визначається з умови .

$$n_o \geq \pi \cdot D_o / t_{ui} = 3,14 \cdot 1080 / 88 = 38 \text{ шт} \quad (3.12)$$

де $t_{ui} = 4,4 \cdot 20 = 88$ мм - крок розміщення болтом М20 на болтовій окружності при $p=0,1$ МПа

Приймаємо $n_3 = 38 \text{ шт}$

Висота (товщина) фланця:

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

$$n_{\phi} \lambda_{\phi} \cdot \sqrt{D \cdot S_{\text{эке}}} = 0,34 \sqrt{1000 \cdot 6} = 26,33 \text{ мм} \quad (3.13)$$

де $\lambda_{\phi} = 0,34$ - для плоских приварних фланців при тиску $p=0,1 \text{ МПа}$

$$S_{\text{эке}} = S_0 = 6 \text{ мм}, \text{ так як для плоских фланців } \beta_1 = S_1 / S_0 = 1$$

Приймаємо $h_{\phi} = 35 \text{ мм}$.

Розрахункова довжина болта:

$$l_{\bar{o}} = l_{\bar{o}.o} + 0,28 \cdot d_{\bar{o}} = 74 + 0,28 \cdot 20 = 79,6 \text{ мм} \quad (3.14)$$

де $l_{\bar{o}.o} = 2 \cdot (h_{\phi} + h_n) = 2 \cdot (35 + 2) = 74 \text{ мм}$ - відстані між опорними поверхнями головки болта і гайки при товщині прокладки 2 мм.

Рівнодійна внутрішнього тиску

$$F_{\bar{o}} = P_p \cdot \pi \cdot D_{cn}^2 / 4 = 0,232 \cdot 3,14 \cdot 1,029^2 / 4 = 0,19 \text{ МН} \quad (3.15)$$

Реакція прокладки:

$$\begin{aligned} R_n &= \pi \cdot D_{cn} \cdot d_o \cdot K_{np} \cdot P_p = 3,14 \cdot 1,029 \cdot 0,012 \cdot 2,5 \cdot 0,232 = \\ &= 0,022 \text{ МН} \end{aligned} \quad (3.16)$$

де $K_{np} = 2,5$ - для прокладки з пароніта

$$d_o = d = 12 \text{ мм} = 0,012 \text{ м}$$

Зусилля, що виникають від температурних деформацій визначають за формулою:

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

$$F_t = \frac{y_{\bar{\sigma}} \cdot n_{\bar{\sigma}} \cdot f_{\bar{\sigma}} \cdot E_{\bar{\sigma}} (\alpha_{\phi} \cdot t_{\phi} - \alpha_{\bar{\sigma}} \cdot t_{\bar{\sigma}})}{Y_n + Y_{\bar{\sigma}} + 0,5 \cdot Y_{\phi} \cdot (D_{\bar{\sigma}} - D_{cn})^2} \quad (3.17)$$

де $\alpha_{\phi} = 16,6 \cdot 10^{-6} 1/0C$ и $\alpha_{\bar{\sigma}} = 13,3 \cdot 10^{-6} 1/0C$ - коефіцієнти лінійного розширення матеріалу фланців і матеріалу болтів відповідно (Сталь 12X18H10T)

$t_{\phi} = 0,96 \cdot t = 0,96 \cdot 150 = 144^0C$ - розрахункова температура неізолюваних фланців

$t_{\bar{\sigma}} = 0,95 \cdot 150 = 142,5^0C$ - розрахункова температура болтів

$E_{\bar{\sigma}} = 2,0 \cdot 10^5 MPa$ - модуль пружності матеріалу болтів

$t_{\bar{\sigma}} = 3,14 \cdot 10^4 m^2$ - площа поперечного перерізу болта діаметром 20мм,

$n_{\bar{\sigma}} = 38шт$ - кількість болтів.

$Y_{\bar{\sigma}}, Y_n, Y_{\phi}$ - податливості відповідно болтів, прокладки і фланців.

$$F_t = \frac{0,33 \cdot 10^{-4} \cdot 38 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^5 (16,6 \cdot 10^{-6} \cdot 144 - 13,3 \cdot 10^{-6} \cdot 142,5)}{0,638 \cdot 10^{-4} + 0,33 \cdot 10^{-4} + 0,5 \cdot 0,00419 \cdot (1,080 - 1,029)^2} = 0,38 MN$$

Відповідні величини визначені по

Податливість болтів:

$$Y_{\bar{\sigma}} = l_{\bar{\sigma}} / (E_{\bar{\sigma}} \cdot f_{\bar{\sigma}} \cdot n_{\bar{\sigma}}) = 0,008 / (2 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 38) = 0,33 \cdot 10^{-4} m / MN \quad (3.18)$$

Податливість прокладки:

$$Y_n = K_n \cdot n_n / (E_n \cdot \pi \cdot D_{c.n.} \cdot b) = 2,5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} / (2000 \cdot 3,14 \cdot 1,029 \cdot 0,012) = 0,638 \cdot 10^{-4} m / MN \quad (3.19)$$

де $E_n = 2000 MPa$ - модуль пружності прокладки податливість фланця:

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

$$Y_{\phi} = [1 - \nu(1 + 0.9 \cdot \lambda_{\phi})] \cdot \psi_2 / (h_{\phi}^3 \cdot E) =$$

$$= [1 - 0,709(1 + 0,9 \cdot 0,45)] \cdot 9,33 / (0,035^3 \cdot 2 \cdot 10^5) = 0,00419 \text{ М / МН} \quad (3.20)$$

$$\lambda_{\phi} = h_{\phi} / \sqrt{d \cdot S_{\text{экв}}} = 0,035 / \sqrt{1,000 \cdot 0,006} = 0,45$$

$$\psi_2 = (D_H + D) / (D_H - D) = (1,12 + 1,0) / (1,12 - 1,0) = 9,33$$

$$\nu = \frac{1}{1 + 9 \cdot \lambda_{\phi} (1 + \psi_1 \cdot h_{\phi}^2 / S_{\text{экв}})} =$$

$$= \frac{1}{1 + 0,9 \cdot 0,45 (1 + 0,062 \cdot 0,035^2 / 0,006)} = 0,709$$

при $\psi_1 = 1,28 \cdot \lg(D_H / D) = 1,28 \cdot \lg(1,120 / 1,0) = 0,062$

$E = 2 \cdot 10^{-5} \text{ МПа}$ - модуль пружності матеріалу фланця ст.12Х18Н10Т. Визначаємо коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання.

$$K_{\text{жс}} = \frac{Y_{\delta} + 0,5 \cdot Y_{\phi} (D_{\delta} - D - S_{\text{экв}})(D_{\delta} - D_{\text{с.н.}})}{Y_n + Y_{\delta} + 0,5 \cdot Y_{\phi} (D_{\delta} - D_{\text{с.н.}})^2} =$$

$$= \frac{0,33 \cdot 10^{-4} + 0,5 \cdot 0,00419 (1,080 - 1,0 - 0,006)(1,080 - 1,029)}{0,638 \cdot 10^{-4} + 0,33 \cdot 10^{-4} + 0,5 \cdot 0,00419 (1,080 - 1,029)^2} =$$

$$= 0,40 \quad (3.21)$$

Болтове навантаження в умовах монтажу до подачі внутрішнього тиску

$$F_{\delta 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} K_{\text{жс}} \cdot F_{\delta} + R_n = 0,40 \cdot 0,19 + 0,022 = 0,098 \text{ МПа} \\ 0,5 \cdot \pi \cdot D_{\text{с.н.}} \cdot b_0 \cdot p_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 1,029 \cdot 0,012 \cdot 20 = 0,38 \text{ МПа} \end{array} \right\} =$$

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

$$=0,38\text{МПа} \quad (3.22)$$

де: $P_{np} = 20\text{МПа}$ - приведений тиск для паронітової прокладки.

Болтове навантаження в робочих умовах визначається по формулі :

$$F_{\sigma 2} = F_{\sigma 1} + (1 - K_{жс})F_{\sigma} + F_t = 0,38 + (1 - 0,40) \cdot 0,19 + 0,38 = 0,874\text{МН}$$

Приведений згинаючий момент:

$$M_0 = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5(D_{\sigma} - D_{cn}) \cdot F_{\sigma 1} \\ 0,5[(D_{\sigma} - D_{cn}) \cdot F_{\sigma 2} + (D_{cn} - D - S_{экс})F_{\sigma 2}] \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} \end{array} \right\} =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} 0,5(1,080 - 1,029) \cdot 0,38 = 0,0096\text{МПа} \\ 0,5[(1,08 - 1,029) \cdot 0,874 + (1,029 - 1,0 - 0,006) \cdot 0,19] \cdot \frac{160}{142} \end{array} \right\} =$$

$$= 0,027\text{МН} \cdot \text{м}$$

$$= 0,027\text{МН} \cdot \text{м} \quad (3.23)$$

де $[\sigma]_{20} = 160\text{МПа}$ и $[\sigma] = 142\text{МПа}$ - допустимі напруги для матеріалу фланця при 20°C і при робочій температурі 150°C

Перевірка міцності і герметичності з'єднання

Умова міцності болтів:

$$F_{\sigma 1} / (n_{\sigma} \cdot f_{\sigma}) P[\sigma]_{\sigma}^{20} \quad (3.24)$$

$$F_{\sigma 2} / (n_{\sigma} \cdot f_{\sigma}) P[\sigma]_{\sigma} \quad (3.25)$$

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

де $[\sigma]_{\delta}^{20} = 230 \text{ МПа}$ - допустима напруга матеріалу болтів при 20°C ,

$[\sigma]_{\delta} = 218,3 \text{ МПа}$ - допустима напруга матеріалу болтів при $142,5^{\circ} \text{C}$

$$0,38 / (38 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4}) = 31,8 < 230 \text{ МПа}$$

$$0,874 / (38 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4}) = 73,2 < 218,3 \text{ МПа} - \text{ умови виконуються}$$

Умови міцності прокладки

$$F_{\bar{\sigma}_{\max}} / (\pi \cdot D_{\text{сн.}}) < [P_{\text{пр}}] \quad (3.26)$$

де $[P_{\text{пр}}] = 130 \text{ МПа}$ – допустимий тиск обжаття прокладки

$$F_{\bar{\sigma}_{\max}} = \max\{F_{\bar{\sigma}_1}, F_{\bar{\sigma}_2}\} = \{0,38, 0,874\} = 0,874 \text{ МПа}$$

$$0,874 / (3,14 \cdot 1,029 \cdot 0,012) = 22,54 \text{ МПа} > 130 \text{ МПа} - \text{ умови виконуються}$$

Максимальна напруга в перетині, що обмежений розміром S_0 :

$$\begin{aligned} \sigma_0 &= f_{\phi} \cdot \sigma_1 = f_{\phi} \cdot T_{\phi} \cdot M_0 \cdot \nu / [D(S_1 - C)^2] = \\ &= 1 \cdot 1,86 \cdot 0,027 \cdot 0,709 / [1,0(0,006 - 0,002)^2] = 22,25 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (3.27)$$

Так як у плоского фланця втулка циліндрична $f_{\phi} = 1$, так як $S = S_0$,
 $D > 20 \cdot S_0$ ($1,4 > 20 \cdot 0,006 = 0,12 \text{ м}$)

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

$$T_{\phi} = \frac{D_H^2 [1 + 8.551g(D_H / D)] - D^2}{(1.05 \cdot D^2 + 1.945 \cdot D_H^2)(D_H / D - 1)} = \frac{1.120^2 [1 + 8.551g(1.120/1.0)] - 1.0^2}{(1.05 \cdot 1.0^2 + 1.945 \cdot 1.120^2)(1.120/1.0 - 1)} = 1.86 \quad (3.28)$$

Напруга в втулці від внутрішнього тиску тангенціальна

$$\sigma_t = P_p \cdot D / [2(S_0 - C)] = 0.232 \cdot 1.0 / [2 \cdot (0.006 - 0.002)] = 29 \text{ МПа} \quad (3.29)$$

меридіальне

$$\sigma_m = P_p \cdot D / [4(S_0 - C)] = 0.35 \cdot 1.0 / [4 \cdot (0.006 - 0.002)] = 14.5 \text{ МПа}$$

Умова міцності для перетину, обмеженого розміром

$S_0 = 6 \text{ мм}$, визначається за формулою

$$\sqrt{(\sigma_0 + \sigma_m)^2 + \sigma_t^2} - (\sigma_0 + \sigma_m) \cdot \sigma_t \langle \varphi \cdot [\sigma]_0 \quad (3.30)$$

де $[\sigma]_0 = 0,002 \cdot 2 \cdot 10^5 = 400 \text{ МПа}$ - для фланця із сталі 12Х18Н10Т в перетині S_0 при тиску $P_{np} = 0.232 \text{ МПа}$.

$$\sqrt{(22,25 + 14,5)^2 + 29^2} - (22,25 + 14,5) \cdot 29 = 33,55 \text{ МПа}$$

$33,55 \text{ МПа} > 0,9 \cdot 400 = 360 \text{ МПа}$ - умова виконується

Окружна напруга в кільці фланця визначається за формулою

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

$$\begin{aligned}\sigma_{\kappa} &= M_0 \left[1 - \nu (1 + 0,9 \lambda_{\phi}) \right] \psi_2 / (D \cdot h_{\phi}^2) = \\ &= 0,027 [1 - 0,709 (1 + 0,9 \cdot 0,45)] 9,3 / (1,0 \cdot 0,035^2) = 79,01 \text{ МПа}\end{aligned}$$

Умова герметичності фланцевого з'єднання

$$\theta = (\sigma_{\kappa} / E) (D / h_{\phi}) [\varrho] \quad (3.31)$$

де $[\theta] = 0,013$ рад – допустимий кут повороту фланця (для плоских фланців).

$$\theta = (79,01 / 2 \cdot 10^5) (1,0 / 0,035) = 0,011 \text{ рад} < 0,013 \text{ рад} - \text{ умова виконується}$$

3.3 Розрахунок опори [6]

Вихідні дані. Так як залізобетонні фундаменти під колони зводились в діючому виробничому приміщенні, конструктивно вибираємо вітки колон з електрозварних сталевих труб діаметром 325 × 10 мм, що матимуть не значну вагу. Для гасіння можливих вібрацій від працюючого обладнання трубчаті вітки колон після їх монтажу в стакани монолітних фундаментів заливаються бетоном з установкою допоміжних арматурних каркасів.

Виходячи з компоновочних рішень по установці технологічного обладнання приводимо розрахункову схему підтримуючої металевої колони.

В схемі прийнято:

- зовнішній діаметр труби вітки колони $D = 325 \text{ мм} = 32,5 \text{ см}$
- внутрішній діаметр труби вітки колони $d = 305 \text{ мм} = 30,5 \text{ см}$
- відстань між трубами у вітці колони $2a = 620 \text{ мм}$
- площа поперечного перерізу стінки труби – F

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

Знаходимо момент інерції поперечного перерізу колони відносно вісі X:

$$I = 4 \times \left(\frac{(\pi \times D^4 - d^4)}{64} \right) + F \times a^2); \quad (3.32)$$

$$I = 4 \times \left(\frac{3,14 \times (32,5^4 - 30,5^4)}{64} + \frac{3,14 \times (32,5^2 - 30^2)}{4} \times 31^2 \right) = 429180 \text{ см}^4$$

Визначаємо радіус інерції поперечного перерізу колони:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}; \quad (3.33)$$

$$i = \sqrt{\frac{429180 \times 4}{4 \times 3,14 \times (32,5^2 - 30^2)}} = 32,94 \text{ см}^2$$

Визначаємо гнучкість колони:

$$\lambda = \frac{\mu \times L}{i}; \quad (3.34)$$

де L – довжина колони; L = 700 см

μ – коефіцієнт приведення довжини стержня; $\mu = 2$ Стор. 140[7]

$$\lambda = \frac{2 \times 700}{32,94} = 42,50$$

З таблиці на сторінці 159[7] по величині гнучкості стержня знаходимо значення коефіцієнта φ для матеріалу віток колон зі сталі 3:

Коефіцієнт повздовжнього згину – $\varphi = 0,897$

Визначаємо несучу здатність колони:

$$N = m \times R \times \varphi \times F; \quad (3.35)$$

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

де m – коефіцієнт умов роботи; $m = 0,9$ [8], с.34

R – розрахунковий опір сталі; $R = 160$ кг/см²

$$N = 0,9 \times 1600 \times 0,897 \times \frac{4 \times 3,14 \times (32,5^2 - 30,5^2)}{4} = 510837 \text{ кг}$$

Розрахункове навантаження на колону $G = 132350$ кг; менше, ніж несуча здібність колони, тобто в нашому випадку міцність підтримуючої металеві конструкції забезпечена.

Максимальний згинаючий момент, діючий на балку:

$$M_{max} = \frac{132350 \times 180}{2} = 11911500 \text{ кг см}$$

Потрібний момент опору балки:

$$W_{max} = \frac{M_{max}}{[\delta]}$$

$$W_{max} = \frac{11911500}{2100} = 5672 \text{ см}^3$$

В нашому випадку балка Б -1 складається з двох двотаврів №60, для яких загальний момент опору буде:

$$W_{x(B-1)} = 2 \times 2920 = 5840 \text{ см}^3$$

Значення W_x для двотавра №60 знаходимо в таблиці сортаментів балок двотаврових. [9], с.294

Підібраний профіль балки Б -1 задовольняє міцність конструкції. .

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

4 МОНТАЖ ТА РЕМОНТ АПАРАТА

4.1 Монтаж розробленого апарата

При виборі компоновки обладнання передбачено розташувати установку на мінімальній площі з одночасним виконанням правил, вимог і норм охорони праці та промислової санітарії.

При розв'язуванні завдання компонування технологічного устаткування було враховано необхідність забезпечення умов функціонування технологічної схеми. Що в проекті реалізувалося шляхом забезпечення транспортування матеріальних потоків, а також створенням умов для монтажу, обслуговування й ремонту встаткування.

Враховуючи вимоги до основного технологічного устаткування, яке використовується в харчовій промисловості, а також те, що існує необхідність його частого обслуговування - установку розміщено в окремому приміщенні.

Для розміщення технологічного встаткування використовується двоповерховий комбінований будинок із сіткою колон на першому поверсі 12x18; на другому поверсі - 12x36. Така розбивка продиктована тим, що на міжповерховому перекритті розполагається великогабаритне, важке встаткування.

А саме на другому поверсі розташовується:

- сушильно-охолоджувальної установки
- скруббер
- калорифер
- транспортер

Необхідність розміщати на другому поверсі сушильно-охолоджувальну установку продиктована необхідністю відбір готового продукту в нижній частині сушарки тому що організація технологічного процесу - вертикальна. На першому поверсі розташовується транспортер сухого цукру і ємність солодкої води.

Для обслуговування й установки встаткування застосовуються додаткові метало зварені конструкції, завдяки яким можливо надійно закріпити апарати,

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

забезпечити їхнє розміщення на необхідних висотах, забезпечити їхню зручну експлуатацію й ремонт.

Апарати скомпоновані паралельними рядами, при розміщенні встаткування в плані враховані регламентовані значення проходів "у світлі" (не менш 1м).

Основою установки сушки цукру є монолітний бетонний фундамент. Фундамент це споруда під машиною чи апаратом, призначена для передачі ґрунту, тиску від його маси та сила що виникають при роботі. Фундамент жорстко зв'язаний з встановленим на ньому обладнанні і надає конструкції додаткову жорсткість і стійкість. Фундамент складається з двох частин: нижньої - подушки і верхньої – власне фундаменту. В якості матеріалу для подушки фундаменту використовують бетон, який складається з одної частини цементу, двох частин піску і чотирьох частин щебеню за об'ємом.

При будівництві фундаментна не допускається перевищення тиску на ґрунт, так як це приведе до його осідання і деформації. Щоб знизити навантаження і передбачається виконання подушки для збільшення площі основи фундаментна.

У випадку глинистого ґрунту виконують подушку товщиною 300-400 мм. над якою і будують фундамент. Подушка повинна виступати у всі сторони за межі основи фундаменту.

Глибина закладання фундаменту залежить від характеру ґрунту, глибини його промерзання, від типу і розмірів обладнання. Згідно норм глибину закладання фундаменту приймають не менше 0,7 глибини промерзання.

При будівництві бетонних і залізобетонних фундаментів після закінчення будівництва подушки виготовляють опалубку з вертикальних щитів. Щити встановлюють вздовж зовнішніх контурних ліній фундаменту і надійно з'єднують між собою.

При наявності ґрунтових вод фундамент ізолюють спеціальними матеріалами (бітум, руберойд та ін..).

Комплекс обладнання розташовано з вимогами забезпечення оптимальних умов монтажу. Монтаж повинний здійснюватися за допомогою підйомно-транспортних механізмів.

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

Трасування трубопроводів

Обв'язка основними й допоміжними трубопроводами проведена з урахуванням необхідності забезпечення мінімального гідравлічного опору, зручності й безпечної експлуатації, усі трубопроводи прокладені паралельно будівельним осям, що надає всій системі більш організований вид;

Навантаження від сили ваги трубопроводів колонного встаткування не передається на конструкцію посудини, на всіх обв'язувальних трубопроводах апарати, що з'єднують теплообмінні й інші, по яких рухаються теплоносії, передбачена можливість самокомпенсації температурних напруг; технологічно трубопроводи виконані як надземними так і підземними з урахуванням необхідності частого обслуговування.

До початку монтажу обладнання перевіряється відповідно конструкції опорної рами і виконуються наступні контрольні операції :

- Наноситься основна вісь координат (вісь симетрії);
- Перевіряються рівні базової плити кожної одиниці обладнання, що дозволить визначити необхідність регулювання (для опорної рами корпус підшипника, повітряних коробів);
- Перевіряються всі місця просвердлених отворів, осьову лінію і соосність (для опорної рами корпусу підшипника, повітряних коробів);

Монтаж днищ повітряних коробів

Встановивши необхідні попередні кріплення у відповідності з раніше проведеними вимірами рівня, помістити половини днищ повітряних коробів в місця їх розташування по відношенню до накресленої вісі координат і орієнтовному місцю розташування на опорній рамі.

Кінцеве кріплення та регулювання рівня цих цих повітряних коробів будуть виконуватись після установки обертової частини сушарки.

Монтаж обертової частини сушарки

Монтаж опорної рами корпусів підшипників проводиться на місці її розташування у відповідності з центральною віссю, накресленою раніше.

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

Перевіряється рівень обробленої бази, на якій розташовуються корпуси підшипників, регулюються кінцеві кріплення. Оброблена база, на якій встановлюються корпуси обох підшипників, повинна бути строго горизонтальною і знаходитись в одній площині. Далі опорні рами корпусів підшипників кріпляться болтами до рами опорної конструкції.

Установка сушарки на опорні рами повинна проводитись дуже точно, з врахуванням того, що у нас маються точно розташовані опори (дуже ретельно необхідно провести передачу навантажень на обидві опори). Особливу увагу слід приділити строповці монтажного блока, щоб шляхом регулювання стропів досягти точної горизонтальної сушарки під час операції її підйому і установки.

Установка сушарки буде проводитись біля кінців з'єднуючих фланців з допомогою приспособленої для цієї цілі траверси.

- Вантажопідіймальним краном достатньої вантажопідйомності сушарку піднімають і розміщують прямо над опорними рамами корпусів підшипників.
- Розміщують один корпус підшипника на його опорній рамі, роблять попереднє кріплення болтами.
- Розміщують другий корпус підшипника на його опорній рамі, роблять попереднє кріплення болтами.
- До кінцевого закріплення болтами корпусів підшипників на їх опорах проводять наступні перевірки:
 - На привідному кінці корпуса підшипника повинно бути встановлено кільце товщиною 20 мм згідно монтажного креслення;
 - На не привідному кінці корпуса підшипника перевірити, щоб був зазор 15 мм між зовнішнім кільцем підшипника і опорою корпуса підшипника у відповідності з компоновальним кресленням.
 - Перевіряється розташування обертової частини по відношенню раніше проведеної вісі. Проводиться регулювання сушарки і кінцева фіксація до опорних рам.

Коли обертова частина сушарки встановлена, закріплена і виварена – продовжують монтаж і регулювання коробів вводу гарячого повітря, вводу

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

холодного та випуску змішаного повітря. Установка і регулювання труби подачі вологого цукру в коробі входу гарячого повітря проводиться пізніше, під час приєднання інших каналів до сушарки.

- Наноситься ущільнюючий компонент « SILIKOMET» на всій привалочній поверхні половини повітряного корпусу і встановлюється верхня половина повітряного корпуса, перевіряється раніше відповідність встановлення плоских відбивачів, які разом з зажимними болтами дадуть в результаті ідеальне розташування половин коробів по відношенню один до одного.

- Проводять кінцевий огляд шляхом прокручування сушарки в ручну, концентричності повітряних коробів по відношенню до ущільнюючих каналів обертової частини.

Статичне балансування повністю обладнаної обертової частини

Повернути сушарку на 1/8 оберта, а потім дати їй можливість обертатись вільно на кожному етапі, щоб виявити можливу присутність небалансу. Якщо виявили один дебаланс, дати сушарці обертатись природнім чином, щоб перемістити навантаження небалансу в нижнє положення. Дочекатись стабілізації стабілізації обертової частини.

- З такого стабілізованого положення на 180° відносно нижньої точки прихватити точечним зварюванням на одному фланці протывагу, що має форму диска і виконаний з сталльної частини. Розмір такої протываги розраховується в залежності від важливості виявленого небалансу.

- Як тільки протывага буде встановлена, повернути сушарку на 90°, а потім дати їй можливість і спостерігати можливість залишкового небалансу.

- Відрегулювати протывагу, зменшивши її розміри, або додати додатковий диск у відповідності з напрямком небалансу.

- Описані вище операції повторити до повної відсутності небалансу. Мета – досягти в будь-якому положенні стабілізації обертової частини.

- Кінцеве приварювання всіх протываг на обертову частину під час операції вивірення статичного балансу. В естетичних цілях не нагромаджувати декілька протываг в одному місці.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Установка гумових ущільнень

Два гумових ущільнення з двійним виступом повинні встановлюватись відповідно на коробі гарячого повітря і коробі випуску змішаного повітря в кінці під'єднання обертової частини. Обидва резинові ущільнення поставляються розділеними 4^{-х} частин. Механічні компоненти кожного ущільнення також з 4^{-х} частин – це кругові сектори з попередньо просвердленими отворами.

Установка ущільнень ведеться наступним чином:

- Проводиться очищення контактуючих поверхонь (повітряний короб, ущільнюючі фланці).
- Послідовна установка 4^{-х} секторів 1^{-го} резинового ущільнення (краю), 4^{-х} проміжних секторів ущільнюючого фланця, 4^{-х} секторів 2^{-го} резинового ущільнення і 4^{-х} секторів останнього ущільнюючого фланця.
- Важлива примітка: розділена привалочна поверхня резинових ущільнень розташовується в шахматному порядку з привалочною поверхнею ущільнюючих фланців, щоб виключити просочування під час експлуатації.

Монтаж привода сушарки

Установка привода буде здійснюватись наступним чином:

- Підняття і установка полого вала редуктора на привідний кований ролик (вал) сушарки.
- Центрування і установка редуктора у відповідності з інструкціями по монтажу виготувача обладнання.

Важлива примітка: під'єднання редуктора на валу сушарки проводиться з використанням стискаемого дискового з'єднання, розташованого на полуму вихідному валу редуктора. Дане під'єднання повинно проводитись в сухих умовах, ніяка змазка не повинна наноситись на вал під час монтажу.

- Використовувати динамометричний гайковий ключ для затягування всіх болтів стискаемого диска в указаних місцях ущільнення.
- Регулювання рівня редуктора і установка моментного ричага та його опори у відповідності з інструкціями по монтажу виробника редуктора.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжне обладнання мереж повітря сушарки буде встановлюватись в місцях свого розташування до завершення робіт по відновленню покрівлі виробничої споруди.

Монтаж обертової частини сушарки потребує значних підйомних засобів. Рекомендується використовувати ці підйомні засоби для установки самих важких ящиків з таким обладнанням, як наприклад: скруббер, вентилятор.

Причому їх налагоджування слід проводити негайно (кріплення і позиціонування). Для решти допоміжного обладнання мережі повітря сушарки потребуються засоби меншої вантажопідймальності, його тільки потрібно розвантажити і пізніше подати в монтаж. Для цього можливе використання лебідок, підйомників, талей, тощо.

Установка труб охолодження

- Труби охолодження будуть встановлюватись по одній протилежно одна одній з подачею їх зверху з послідуочим прокручуванням сушарки. Обертання може виконуватись вручну з допомогою підйомника, або крана в залежності від ситуації (наявність небалансу).

- В цілях безпеки сушарку потрібно заблокувати від прокручування з допомогою прихвачування зваркою до двох опорних ніг з кожної сторони фланця з привідного кінця сушарки.

- Підйом секцій каналів буде здійснюватись з допомогою спеціальних бобишок для підйому, приварених у виробничій дільниці. На вихлопній трубі скрубера такі бобишки повинні приварюватись на місці.

- Відносно допоміжного обладнання мереж повітря сушарки, рекомендується зберігати секції каналів в середині споруди поближче до місця монтажу (до завершення облаштування покрівлі), їх монтаж можна провести пізніше, використовуючи будівельні конструкції дільниці.

- Крім труби скрубера і з'єднуючих каналів між підігрівачами і фільтрами, всі канали повинні встановлюватись і регулюватись на місці відповідності з реальним розташуванням обладнання, яке потрібно під'єднувати.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- Ущільнення повинно встановлюватись на всіх болтових з'єднаннях (фланцях), всі привал очні поверхні раніше очищаються, щоб забезпечити достатнє ущільнення.

4.2 Ремонт апарата

Вимоги до відповідальних механічних вузлів сушарки при запуску установки:

- Відкрити підшипники і перевірити зазори згідно плану установки механічної частини, наданого разом з інструкціями по монтажу.

- Сторона редуктора – підшипник повинен бути встановлений без бокового відхилення.

- Сторона жолобу подачі вологого цукру – підшипники повинні бути встановлені з асиметричним відхиленням згідно креслення. Важливо, щоб дані підшипники розташувались, коли вони холодні, з зазором, вказаним на кресленні, щоб забезпечити вільне розширення для сушарки-охолоджувача, коли вона працює з гарячим газом.

- Впевнитись, що підшипники змащені у відповідності з інструкцією по змащуванню.

- Перевірити

- коректування клинових пасів;

- натяг пасів;

- рівень мастила в редукторі;

регулювання зазорів між отворами коробів і поверхнями тертя сушарки-охолоджувача і двома кінцями центральної труби;

- оператору, розташованому на вісі сушарки та що дивиться на жолоб подачі вологого цукру, перевірити напрямок обертання сушарки-охолоджувача по годинниковій стрільці;

Вентилятор:

- Закрити лопаті всмоктування

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перевірити натяг пасів;
- Перевірити змащування підшипників;
- Запустити вентилятор;
- Перевірити напрямок обертання;
- Контролювати температуру підшипників;
- Перевірити, щоб пульсація пасів була нормальною;
- Перевірити, щоб не було просочування повітря на фланцевих з'єднаннях;
- Відкрити клапан промивки робочого колеса гарячою водою, а також впевнитись, щоб вода текла через спіральну трубу зливу;

Вихровий скруббер:

До впуску відпрацьованого повітря для очищення, необхідно відрегулювати швидкість потоку рідини і рівень у скруббері наступним чином:

- Перевірити, щоб нижня кромка внутрішньої юбки була виставлена строго горизонтально;
- Зняти кришку з короба переливу;
- Контролювати надходження рідини і регулювати швидкість потоку з допомогою ротаметра, доти, поки не буде отримана швидкість потоку на переливі, яка розраховується у відповідності з необхідною величиною брікса;
- Підвищити або знизити регулює мий перелив, поки рівень рідини в мийці не зупиниться на висоті 10 ÷ 20 мм нижче нижньої секції внутрішньої частини конічної обичайки. Затягнути манжету, щоб отримати резинову трубку переливу у відповідному положенні. Коли в скруббер поступить газ, відрегулювати висоту рукава в коробі при необхідності. Закрити кришку коробу перелива;

Повітряний шлюз зворотнього клапана для випуску цукру:

Управляти зворотнім клапаном з допомогою противаги, щоб перевірити, що не має забивання та блокування.

Нагрівальна батарея:

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Пустити пару в батарею і циркулювати її, відкривши зливний клапан, розташований перед системою конденсатовідвідника, а потім випускати пару впродовж однієї години;

- Потім закрити клапан і дати йому охолонути;

- Повторити цю операцію декілька раз - це дозволить уникнути накопиченню вуглецю і домішок в трубах;

Фільтри:

- Перевірити, щоб фільтрувальна тканина була на місці і правильно установлена;

- Перевірити, щоб жалюзі впуску повітря ззовні працювали належним чином та були встановлені правильно;

Блокування:

- Перевірити, щоб блокування на місці по сушильному відділенню була виконана у відповідності з електричними схемами і схемою блокування;

- На практиці порядок запуску в автоматичному режимі можливий тільки в напрямку з низу по потоку до верху по потоку. Це означає, що спочатку рух іде з конвеєра сухого цукру до конвеєра волого цукру;

- Будь-яка зупинка обладнання між цими двома крайніми положеннями викликає зупинку всього обладнання вище по потоку від нього;

Пуск установки

1. Відкрити клапан подачі гарячої води на вихровий скруббер. Зачекати, поки вода потече через короб переливу. З допомогою регулюючої арматури підтримувати швидкість потоку від 2 до 10 м³/год. Ця витрата потоку буде регулюватись для одержання потрібної величини бікса на виході короба переливу від 25 до 40°Br.

2. Відкрити жалюзі входу зовнішнього повітря:

- 100% зі сторони гарячого повітря;

- 50% зі сторони холодного повітря;

3. Запускати все обладнання в автоматичному режимі.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Примітка: вентилятор може бути запущений, тільки якщо його пластини на вході, розташовані на стороні всмоктування, закриті (датчики закритого положення пластин дозволяє запуск).

Коли вентилятор запущений, помалу відкрити пластини на 50% (45°).

4. Відкрити ручну засувку пари на калорифери. Запустити всі нагрівачі, відкрити ручні засувки кожного з повітреобмінників. Включити автоматичну температурну петлю. Виставити температуру на 90°C і діджтись, поки біля цієї точки з'являться виміри. Ця операція дозволяє запобігти блокуванню, кои цукор направляється в сушарку.

5. Почекати, поки температура в середині сушарки не досягне потрібного рівня. Це можливо перевірити, торкаючи рукою проміжний короб. Ручка з трудом повинна витримувати таку температуру.

6. Відкрити пластини на вході в вентилятор, щоб одержати номінальну швидкість потоку на основі кривої вентилятора. Встановити температуру гарячого повітря на 75°C шляхом ізолювання одного, або двох обмінників гарячого повітря, поки не буде одержана відповідна робота клапана управління парю (робота з відкритим на 50% клапаном являється правильною).

Послідовно подавати цукор в сушарку. Через 15 ÷ 20 хвилин взяти проби цукру на виході з сушарки, щоб перевірити вологість і температуру.

Коли буде досягнена номінальна швидкість потоку, можуть виникнути 3ситуації (А,В,С).

А). Цукор занадто гарячий.

Поступово відкрити дозуючий клапан холодного повітря, зачекати від 15 до 20 хвилин після кожного впуску і заміряти вологість ще раз. Якщо цукор все ще гарячий, відкрити дозуючий клапан холодного повітря трохи більше і почекати, перш ніж знову виміряти вологість. Відкривши тільки дозуючий клапан холодного повітря ми тим самим знижуємо швидкість потоку гарячого повітря, цукор нагрівається менше і швидкість потоку холодного повітря збільшується, що сприяє охолодженню цукру.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В). Цукор занадто вологий і гарячий.

Перевірити, щоб температура гарячого повітря не була занадто високою (100 ÷ 110°C). Якщо ж вона висока, потрібно знизити встановлену границю температури до 75°C (не понижати нижче 65°C). Зачекати 15 хвилин і взяти пробу цукру, щоб перевірити ефект.

Якщо цього недостатньо, впевнитись, що дозуючі клапани холодного повітря не закриті занадто. В такому випадку відкрити їх на 10 ÷ 15% і взяти пробу цукру для контролю.

Температура навколишнього повітря може бути занадто високою. В такому випадку є рішення.

Вологість цукру, що потрапляє в сушарку може бути занадто високою. В такому випадку потрібно попрацювати над параметрами центрифуг.

Також неправильна швидкість потоку на вході в сушарку (доходить до пікового значення) визиває таку аномалію.

С). Цукор занадто вологий і холодний.

Поступово закрити дозуючі клапани холодного повітря, зачекати 15 ÷ 20 хвилин після кожного впуску і заміряти вологість цукру ще раз. Якщо цукор все ще вологий і холодний – дозуючі клапани холодного повітря ще закрити, зачекати 15 ÷ 20 хвилин, перш ніж заміряти параметри цукру знову.

Закриваючи тільки дозуючі клапани холодного повітря ми збільшуємо швидкість потоку гарячого повітря, що дає можливість для кожного просушування, а швидкість потоку холодного повітря зменшується, що дозволяє менше охолоджуватись цукру.

7. Один раз в тиждень необхідно відкривати злив зі скрубера на період від 30 секунд до 1 хвилини, відкриваючи зливну засувку розташовану під скрубером.

Якщо труба між скрубером і коробом переливу заблокована, частота зливу повинна бути збільшена – до двох або навіть трьох разів на тиждень

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,

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 .

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз потенційних небезпек, що виникають, під час експлуатації запроектованого обладнання[10]

Сушильне відділення цукрового заводу 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 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.

Струмівідводи, що з'єднують ферми з заземлювачами, виконуються з сталюого дроту $\varnothing 6$ мм і прокладаються по кутах приміщення. Величина імпульсного опору заземлювача для кожного струмівідводу 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 заземлюючого пристрою приміщення.

г) Захист від електромагнітної індукції.

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

д) Захист від заносу високих потенціалів.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Всі з'єднання блискавкозахисних пристроїв виконуються зваркою.

Санітарно-технологічні вимоги

а) Освітлення.

Природне та штучне освітлення запроектовано згідно діючих будівельних та санітарних норм.

Всі робочі місця і виробничі приміщення забезпечені природним і штучним освітленням, достатнім для проведення робіт, відповідних технологічному процесу. Штучне освітлення запроектоване загальне і місцеве.

На оглядові вікна обладнання і прилади спостереження проектується освітлювачі місцевої дії, облаштовані автозахисною арматурою.

Ввімкнення загальної системи освітлення централізоване. Ремонтне освітлення має напругу 36,0 вольт.

б) Аварійне освітлення.

Аварійне освітлення використовується для створення умов безпечного перебування обслуговуючого персоналу в відділенні, а також для евакуації людей в випадку відключення робочого освітлення. Аварійне освітлення підключено на протязі всього робочого часу, так як необхідна освітленість в приміщенні досягається при одночасній роботі робочого і аварійного освітлення.

Проектом передбачається укриття всіх місць пересипки сухого цукру, з влаштуванням від них місцевих аспіраційних відсосів.

Всі місцеві відсоси об'єднані в аспіраційну систему АСІ.

Перед факельним викидом в верхні шари атмосфери, повітря очищується в циклоні з водяною плівкою ІУЦВЦ6-01.

Вентагрегат системи ВІ встановлюється по місцю на стіні. Викид вологого повітря виконується через стіну на вулицю.

Повітроводи в системах АСІ і ВІ використовуються з тонколистової оцинкованої сталі.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для компенсації повітря, що видаляється, системами механічної вентиляції, передбачається встановлення припливної венткамери П1.

Відповідно вказівок проектом передбачається пристрій додаткової припливної вентустановки П2 для забезпечення підпора в тамбур-шлюзи, що відділяють приміщення цукросушильного відділення з категорією "Б" від інших приміщень.

Дана установка має 2 вентагрегата (один робочий, один резервний).

Повітроводи системи П1 і П2 на виході з припливної камери обладнані зворотними іскробезпечними клапанами, на вході в тамбур-шлюзи з приміщення цукросушильного відділення з категорією "Б" на повітроводах встановити вогнезадержуючі клапани.

Транзитні повітроводи системи П2 в цукросушильному відділенні штукатуряться цементним розчином (цемент М-400) б=25 мм по металевій сітці.

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.

Протипожежні заходи

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

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 іскронедіаючих 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 електричної системи 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.

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);

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n_2 – витрата води на зовнішнє пожежегасіння ($n_2=30$ л/с),
виходячи з того що відділення пожежонебезпекою відноситься до категорії
“Б”, ступінь вогнестійкості- “II”, та об`єм приміщення рівний

$$V_{пр}=L \times S \times H \quad (5.2)$$

де L- довжина; S- ширина; H- висота сушильного відділення;

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

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

Розрахунок вентиляції дільниці. [10]

Вентиляція виробничих приміщень на типовому цукровому заводі є 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 щілини у дверях і крізь спеціальні канали, створені у нижній частині панелей будівлі, попередньо очищаючись у фільтрах, для стерильного середовища у приміщенні.

В фіксованих місцях виділення шкідливостей передбачене улаштування місцевих відсмоктувачів, пилевиділяюче обладнання має аспіраційні установки з очисткою викидаємого повітря.

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

Повітряні обміни в підсобних приміщеннях прийняті в відповідності з відповідними санітарними нормами.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно технологічному завданню в приміщенні потрібно підтримувати температуру $18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за ОСТ 12.1.024-83. Це досягається шляхом кондиціонування вентиляювання повітря.

Приміщення, де встановлений сатуратор, добре вентиляється і має місцеві відсмоктувачі, а також аспіраційну установку з очисткою викидаємого повітря.

Табл.5.1.

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:

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

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

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

Кратність повітрообміну вираховується за формулою:

$$N = \frac{L}{V_{\text{п}}}; \text{ год}^{-1}; \text{ обмін/год.}$$

де n – кількість одиниць обладнання з відкритою поверхнею випаровування

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

(n = 1).

Розраховуємо:

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

Переводимо гПа (гекто Паскаль) в мм.рт.ст.овпа.

1 мм.рт.ст. = 133,322 Па, звідки 1 Па = $7,5024 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст.

Кількість повітря на вентиляцію:

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

де γ – густина повітря при даній температурі, за нормальних умов $\gamma = 1,2$ кг/м³

Кратність повітрообміну:

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

Тоді продуктивність вентиляційної системи повинна забезпечувати 4483 м³/год.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра розрахована і розроблена барабанна сушарка для висушування цукру-піску.

Наведена технологічна схема суцільного відділення у виробництві цукру.

Проведені технологічні розрахунки, матеріальний і тепловий баланс, визначені конструктивні розміри апарата. Матеріал, з якого виготовлений апарат - корозійностійкий, що дозволяє зменшити витрати при експлуатації.

Нагрівання повітря здійснюється в парових калориферах, в якості теплоносія використовується екстра пара першого корпусу випарки.

Визначено гідравлічний опір апарата та проведено вибір допоміжного обладнання.

Визначена методика виконання ремонтних і монтажних робіт .

При організації заходів з охорони праці вказані небезпечні та шкідливі фактори у відділенні та проведений розрахунок штучної вентиляції .

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І. С. Гулий, М. М. Пушанко, Л. О. Орлов, В. Г. Мирончук,. За ред. академіка УААН Гулого І. С. – Вінниця: Нова книга, 2001, 576 с.

2. Марценюк О.О.,Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв.- К.,НУХТ,2011.- 407 с.

3. Малежик І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв.Курсове проктування-К.,НУХТ,2012.- 543 с.

4. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. — Л.: Химия, 1981.— 560 с.

5. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – М.: Навчальний посібник. Нова книга, 2004.- 288с.

6. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л., «Машиностроение», 1970.- 752 с.

7. Андрианов И. О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, Азрилевич 1973. – 328 с.

8. Азрелевич М.Я. Оборудование сахарных заводов. – 3-е изд. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 392 с., ил.

9. Андрианов И. О. Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов – М.: Пищевая промышленность, 1973 – 328 с.;

10. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець та ін.. – К.: Основа, 2000. – 416 с.

					ПОХНВ.С.00.00.00.ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		