

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра "Хімічна інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

_____ підпис, дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" освітня
програма "Комп'ютерний інжиніринг
обладнання хімічних виробництв"

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

Виконав:
студент групи ХМз-72с
Стіфеєв Олександр Юрійович

_____ підпис

Залікова книжка
№ _____

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

З оцінкою _____

" ____ " _____ 20 ____ р.

Підпис голови
(заступника голови) комісії

Керівник:

канд. техн. наук, доцент

Юхименко Микола Петрович

_____ підпис, дата

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра хімічної інженерії

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

Курс 4 Група ХМз-72с Семестр 8

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студент Стіфеев Олександр Юрійович

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

2 Вихідні дані: Сушильна установка у виробництві цукру-піску. Розробити барабанну сушарку.

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

- | | |
|----------------------------------|------------|
| 1. Технологічна схема установки | – 1,0 арк. |
| 2. Складальний кресленик апарату | – 1,0 арк. |
| 3. Кресленики вузлів та деталей | – 2,0 арк. |

4 Рекомендована література: 1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи

Бакалавра/укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. –

Суми: СумДУ, 2019. – 32 с.; 2. Навчальний посібник з курсового проектування/ А. І. Дубинін,

Р. І. Гаврилів, І. О. Гузьова; за ред. А. І. Дубиніна. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 360 с.

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 2020р.

Керівник

підпис

доц. Юхименко М.П.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 55 сторінок, 6 рисунків, 1 таблиця, 17 джерел, 2 додатка.

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

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Сушильна установка у виробництві цукру-піску. Розробити барабанну сушарку.».

Наведенотехнологічну схему виробництва, будову та принцип роботи апарата.

Приведені теоритичні основи процесу сушки цукру, виконані технологічні розрахунки процесу і апарата, конструктивні розрахунки, виконаний розрахунок гідравлічного опору апарата, проведений вибір допоміжного обладнання.

Розрахунками на міцність, стійкість та герметичність, які підтверджують працездатність та надійність роботи апарата.

Описані методи ремонту і монтажу обладнання.

Визначені небезпечні і шкідливі виробничі фактори при висушуванні цукру-піску та забезпечення умов виконання вимог охорони праці.

Ключові слова: теплообмін, теплопередача, теплоносій, теплообмінник, компресор.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Опис технологічної схеми виробництва	7
1.2 Теоретичні основи процесу	9
1.3 Опис запроєктованого апарату	13
2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу	15
2.2 Технологічні розрахунки	20
2.3 Конструктивні розрахунки	21
2.4 Гідравлічний опір апарату	27
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	28
3. РОЗРАХУНКИ АПАРАТА НА МІЦНІСТЬ ТА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ	31
3.1 Розрахунок товщини стінки барабана.....	31
3.2 Розрахунок та вибір опор барабана	36
3.3 Розрахунок вала опорного ролика	38
4. МОНТАЖ ТА РЕМОНТ АПАРАТА.....	42
4.1 Монтаж розробленого апарата[5]	42
4.2 Ремонт апарата[5]	44
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	47
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	55
Додаток А	57
Додаток Б.....	58

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>								
<i>Разраб</i>	<i>Стіфесв</i>				<i>Сушильна установка у виробництві цукру-піску Пояснювальна записка</i>			<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Пров</i>	<i>Юхименко</i>							<i>к</i>	<i>р</i>	<i>б</i>	<i>4</i>	<i>73</i>
<i>Реценз.</i>								<i>СумДУ гр. ХМз-72с</i>				
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Утв</i>	<i>Склабінський</i>											

ВСТУП

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

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

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

Сушіння продуктів проводиться з метою запобігання або уповільнення фізико-хімічних, біологічних, та інших процесів, підвищення термінів зберігання, зменшення площі складських приміщень при зберіганні, зниження транспортних витрат, концентрації поживних речовин, одержання якісно-нових продуктів (наприклад, сухого молока)

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

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологічної схеми виробництва

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 в верх ковшовим елеватором і завантажують в сушильно-охолоджувальну систему.

Для сушки цукру-піска використовують двобарабанну сушильно-охолоджувальну установку, яка складеться з двох сталєних барабанів, які під нахилом обертаються з лопатками всередині для пересипання цукру. Вологий цукор надходить в сушильний барабан де його висушують очищеним в фільтрі 1 і нагрітим в підігрівачі 2 до температури 105-110°C повітрям продувається через барабан вентилятором 4. Висушений цукор із сушильного барабана надходить в охолоджувальний барабан 7, через який вентилятором продувається очищеним в фільтрі 8 холодним повітрям. Висушений і охолоджений цукор вібротранспортером подається на машину розсіву повітря з барабанів надходить в пиловловлювач звільняється від цукрового пилу і викидається в атмосферу.

Зібраний цукровий пил розчиняється в пиловловлювачі соком другої сатурації і пускається в клеровочний апарат 12 насосом із клеровика виводиться в продуктове відділення.

Після розсіву де визначаються агломерати і липкі фракції цукор надходить в бункера які знаходяться в упаковочному відділенні зважується, зашивається 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.

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
Зим.	Лист	№ докум	Підпись	Дата		7

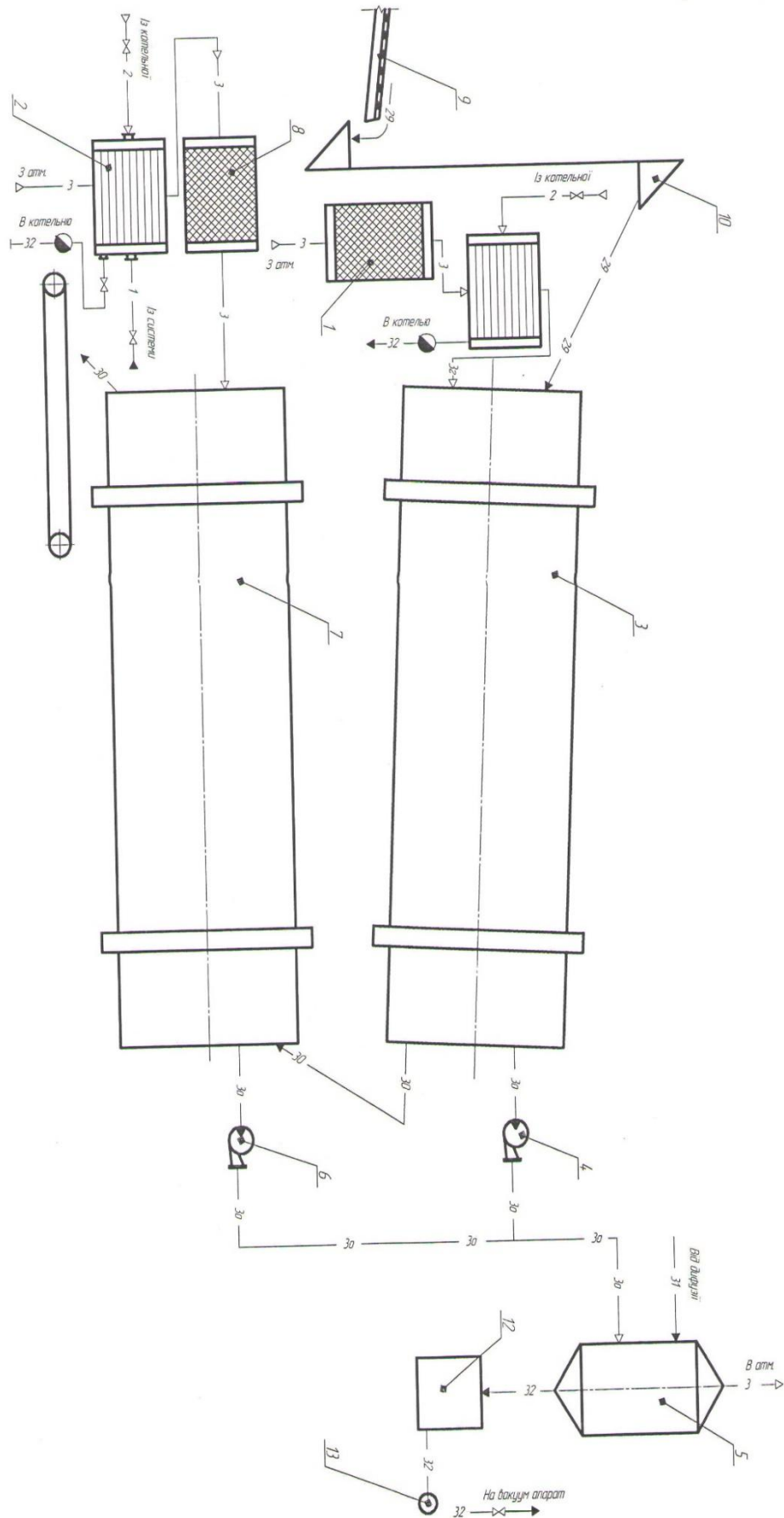


Рисунок 1—Технологічна схема.

Ізм.	Лист	№ докум	Підпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

8

1.2 Теоретичні основи процесу

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 для осушування газів.

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

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

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

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

Розрізняють основні способи сушіння - контактний і конвективний, та спеціальні - радіаційний, діелектричний і сублимаційний. Під час контактної (або кондуктивної) сушіння теплота до продукта 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 стикування агента з вологим матеріалом. Цим способом, найбільш розповсюдженим, у сушильній техніці сушать хлібні та макаронні вироби, цукор, овочі, плоди, зерно, молоко, меланж деяких кондитерських виробів.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

Радіаційнесушінняздійснюється шляхом опромінення продукту інфрачервоними променями, в той час, як повітря в просторіміж ІЧ випромінювачем і матеріалом, майже не нагрівається в поліструмів високої та невисокої частоти.

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

Більшість харчових продуктівє вологими тілами, що містять велику кількістьводи.

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

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 оцінюєтьсякількістьенергіїнеобхідної для вилучення вологи з даного матеріалу. Відповідно з цією класифікацію форми зв'язків поділяють на три великі групи: хімічну, фізико- хімічну, та механічну.

Хімічно в'язана волога - це волога, що знаходиться в хімічномусполученні з матеріалом і при сушінні не видаляється.

Фізико-хімічний зв'язок включаєтакі форми: адсорбційну, соматичну та структурну.

Адсорбційно зв'язана волога утримується завдякиадсорбціїшарів молекул на внутрішнійповерхнімікро пор твердого матеріалу.

Осматично зв'язана волога знаходиться в середині пор і каналів твердого тіла вона віддалена напівпроникненими мембранами і вміщується в твердих тілахрослинної та колоїдної будови. Структурна волога потрапляє в середину клітингелю під час його утворення 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 відпереважної форми зв'язку вологи з матеріалом, усі тверді харчові продукти прийнято розподіляти на: капілярно-пористі, колоїдні.

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

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

До колоїдних відносять продукти, в яких переважаєадсорбційна і осмотично зв'язна волога (наприклад желатин,мучне тісто).

Під час сушіння вони не стають крихкими, відвисушення сильно стискаються, зберігаючиеластичність. Під час зволоження колоїдніматеріали вбирають тількиблизькі за полярністюрідині.

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

Загальна маса вологого матеріалудорівнює

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

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

W - маса вологи (води)

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

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

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

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

Вологовміствимірюється в кг/кг, або у відсотках.

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

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

$$P_m > P_p; P_m - P_p \leq \Delta P \quad (1.4)$$

Де P_p - парціальний тиск водяної пари в повітрі.

P_m - тиск пари води на поверхні матеріалу.

ΔP - рушійна сила.

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

$$W = KB (P_m - P_p) S \tau \quad (1.5)$$

Де KB - коефіцієнт випарювання.

S - поверхня випарювання;

τ - тривалість сушіння.

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

$$W_{\text{вид.}} = W - W_p \quad (1.5)$$

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

1.3 Опис запроєктованого апарату

Барабанна сушарка, де теплоносієм є нагріте повітря, а основним елементом є барабан що обертається на роликах, спираючись на них своїми бандажами.

Барабан обертається за допомогою зубчатого вінця що перебуває у зачепленні з шестернею, яка приводиться в дію від електродвигуна через редуктор. Швидкість обертання барабана 1-8 об/хв, а діаметр його залежить від продуктивності та приймається в межах 1100-2200 мм. Відношення довжини барабана до його діаметра становить від 3,5:1 до 7:1. Барабан встановлюється горизонтально або з незначним нахилом в бік переміщення матеріалу. Для розгалуженого контакту матеріалу з теплоносієм у барабані встановлюються насадки, які бувають різної форми. Напрямки взаємного руху матеріалу та теплоносія можуть бути протічними, протитічними або перехресними.

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

$$A = W / V \tau \quad (1.6)$$

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 $t=750$ °C - $A= 185$, а при $t=400$ °C - $A= 100$; для кам'яного вугілля $A=32-40$.

Сушіння сипучих матеріалів із високим вмістом вологи проводиться у барабанних сушарках топковими газами або вхідними газами з котельних установок.

Конструктивна схема барабанної сушарки, що працює на топкових газах являє собою барабан на внутрішній поверхні якого розміщені насадки. З вихідного боку барабана знаходиться завантажувальний лоток що служить для регулювання часу перебування матеріалу в барабані. Сушарка комплектується шнеками для відбору сухого матеріалу, димососами для відпрацьованого теплоносія та циклонами.

Вологий матеріал поступає у сушильний барабан і за допомогою насадок рівномірно розподіляється по його перерізу. Переміщення матеріалу у барабані проходить за рахунок газів і наявності насадок.

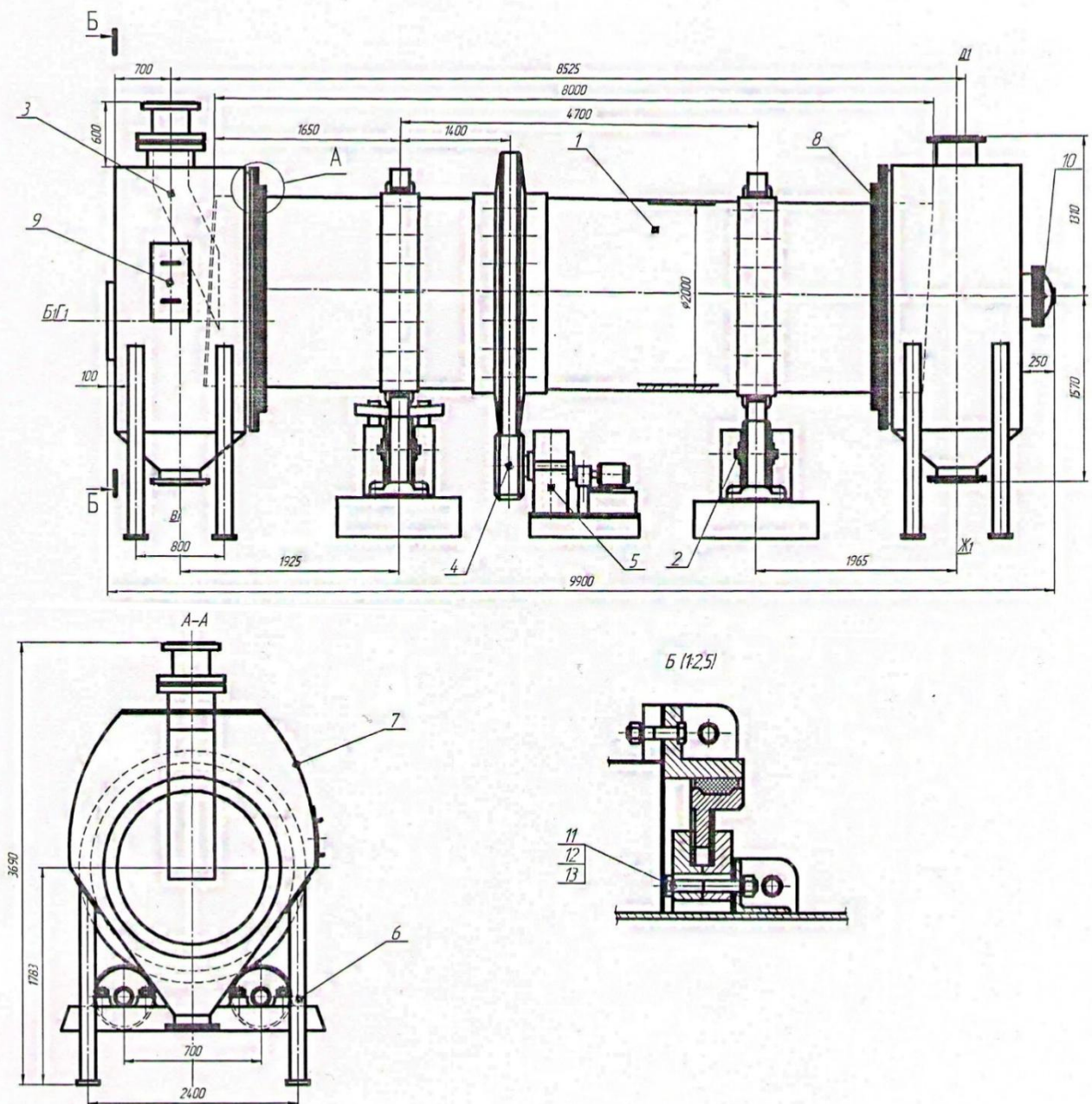


Рисунок 2- Будова апарату

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

14

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ І АПАРАТА

2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу

Розрахунки проведено згідно методики що викладена у [4,5]

Кількість отриманого цукру-піску визначаємо за формулою (т/добу):

$$B_2 = \frac{П \cdot \alpha}{100 \cdot \tau} \quad (2.1)$$

Де $\alpha = 14,46\%$ - вихід цукру до маси перероблюваного буряку;

$\tau = 24$ год - кількість годин роботи на добу.

$$B_2 = \frac{8000 \cdot 14,46}{100 \cdot 24} = 1156,8 \frac{\text{т}}{\text{добу}} = 48,2 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

Визначаємо кількість виділеної вологи з рівнянням матеріального балансу.

$$W = B_2 \frac{U_1 - U_2}{1 - U_1} \quad (2.2)$$

де: $B_2 = 48200$ кг/год. Продуктивність готової продукції.

$U_1 = 1,00\%$ вологість сирого цукру (до сушки)

$U_2 = 0,03\%$ вологість цукру на виході із сушки.

Знайти кількість випареної вологи :

$$W = 48200 \cdot \frac{0,01 - 0,0003}{1 - 0,0003} = 467,68 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Кількість сирого цукру, який поступає на сушку.

$$B_1 = B_2 + W = 48200 + 467,68 = 48667,68 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

15

Приймаємо вихідні параметри для повітря.

Температура в осінній період $t_0 = -3 \text{ }^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря 76,5 %.

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

По I-х діаграм вираховуємо ентальпію повітря перед та після калорифера прийнявши, що утримання вологи повітря при нагріванні в калорифері не змінюється.

Для осінньої пори:

$$I_0 = -3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}; I_1 = 163 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$
$$X_0 = 0,012 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}; X_1 = 0,035 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

Для зимньої пори:

$$I_0 = -10 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}; I_1 = 142 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$
$$X_0 = 0,003 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}; X_1 = 0,027 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

Вираховуємо питому витрату повітря.

Для осінньої пори:

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

Для зимньої пори:

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

Вираховуємо кількість теплоти, затрачені на нагрівання цукру

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

16

$$Q_c = G_1 \cdot C \cdot (t_2 - t_1) \quad (2.3)$$

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

$$Q_c = \frac{48667,68}{3600} \cdot 1,054 \cdot (60 - 26) = 482,6 \frac{\text{кДж}}{\text{с}}$$

Теплові витрати на 1 кг випареної вологи складає

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

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

$$\Delta = g + g_{\text{пот}} - C_n \cdot t_0 \quad (2.4)$$

де: $C_n = 1,009$ кДж /кг - теплоємність сухого повітря при -10 °С

Для осінньої пори:

$$\Delta = 3732,4 + 447,9 - 1,013 \cdot 20 = 4210,274 \text{ кДж}$$

Для зимової пори:

$$\Delta = 3732,4 + 447,9 - (-10) \cdot 1,009 = 4240,89 \text{ кДж}$$

Тоді ентальпія повітря I_2 для осінньої пори складає

$$I_2^0 = I_1^0 - \left(\frac{D}{e}\right) = 163 - \left(\frac{4210,274}{43,48}\right) = 66,17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

В зимову пору

$$I_2^3 = 142 - \left(\frac{4240,39}{41,67}\right) = 40,24 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Витрати повітря в осінню пору:

$$G_6^0 = \frac{W}{x_1^0 - x_0^3} = \frac{0.1293}{0.035 - 0.012} = 5.62 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Витрата повітря в зимову пору:

$$G_6^3 = \frac{W}{x_1^3 - x_0^3} = \frac{0.1293}{0.027 - 0.003} = 5.39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Тепловий баланс сушильної камери:

$$Q_1 + Q_k + Q_0 = Q_2 + Q_3 + Q_{\text{пот}} \quad (2.5)$$

Де Q_1 - кількість тепла, що поступає 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.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

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

$$Q_k = (Q_2 + Q_3 + Q_{\text{пот.}}) - (Q_1 + Q_0) \\ = (B_B \cdot 12 \cdot C_e \cdot t_k + g_{\text{пот.}} \cdot W) - (G_1 \cdot C_e \cdot X_{tn} + B_B \cdot I_0)$$

Для осінньої пори:

$$Q_k^0 = (5,62 \cdot 143,44 + 3,39 \cdot 1,05 \cdot 60 + 447,3 \cdot 0,1293) \\ - (13,38 \cdot 1,013 \cdot 26 + 5,62 \cdot 60) = 1017,67 \text{ кВт}$$

Для зимової пори:

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

Знаходимо необхідну кількість пари:

$$D = \frac{Q_k}{1 - C_k t_k} \quad (2.6)$$

Для підігріву прийmemo температуру пари

$$t_{\text{п}} = 142,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

При тиску $p = 40$ атм. ентальпія пари складе $I = 2737,7$ кДж/кг;

Температуру конденсату вирахуємо так:

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

Для осінньої пори:

$$D = 1017,94 / 2737,2 - 4,187 \times 140 = 0,473 \text{ кг/с}$$

Для зимової пори

$$D = 1216,67 / 2737,2 - 4,187 \times 140 = 0,658 \text{ кг/с};$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

2.2 Технологічні розрахунки

Визначаємо частоту обертання барабана (об/хв.)

$$I_6 = \frac{mkL_6}{\tau D_6 t g \alpha} \quad (2.7)$$

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

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

$L_6 = 12$ м. - довжина барабана;

$D_6 = 2.0$ м. - діаметр барабана;

$\alpha = 4^\circ$ - кут нахилу барабана;

τ – тривалість сушіння; хв.

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

$$\tau = \frac{\beta \rho_q (W_1 + W_2)}{2A[200 - (W_1 W_2)]} = \frac{0,04 \cdot 800(1 + 0,3)}{10[200 - (1 - 0,3)]} = 0,021 = 1,26 \text{ хв}$$

Тоді частота обертання барабана буде

$$n_6 = \frac{0,5 \cdot 0,7 \cdot 12}{1,26 \cdot 2 \cdot t g 4^\circ} = 26,24 \text{ об/хв}$$

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

$$N = 0,0013 D_6^3 L_6 \rho_m k_{\text{нас}} n_6 \quad (2.8)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

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

$$N = 0,0013 \cdot 2^3 \cdot 12 \cdot 800 \cdot 0,38 \cdot 26,24 = 49,78 \text{ кВт}$$

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

2.3 Конструктивні розрахунки

Визначення основних розмірів сушильного барабана розраховується по формулі:

$$V_6 = \frac{W}{2A} \quad (2.9)$$

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

$$V_6 = \frac{467,68}{2 \cdot 8} = 29,23 \text{ м}^3$$

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

Дійсна швидкість газів в барабані ω_g :

$$\omega_g = \frac{V_B}{0,785 \cdot D^2} \quad (2.10)$$

Об'єм витрати повітря на сушку:

$$V_B = W \cdot L \quad (2.11)$$

$$V_B = 0,1293 \cdot 43,48 = 5,62 \text{ кг/с}$$

Дійсна швидкість сушильного агента з урахуванням наявності двох барабанів:

$$\dot{\omega}_g = \frac{5,62}{0,785 \cdot 2^2} = 0,89 \text{ м/с}$$

Середній період перебування матеріалу в сушильній камері:

$$T = \frac{G_H}{G_K + \frac{W}{2}} = \frac{W \cdot \beta \cdot \rho_H}{G_C + \frac{W}{2}} \quad (2.12)$$

Де: ρ_H - щільність висушеного матеріалу

$$\rho_H = 1600 \text{ кг/м}^3 \text{ [11, табл. А8]}$$

β - коефіцієнт заповнення матеріалу

$$T = \frac{13,5 \cdot 1600 \cdot 0,12}{13,3 + \frac{0,1293}{2}} = 193,95 \text{ с}$$

Кут нахилу барабана до горизонту

$$\alpha = \left[\frac{30,5 \cdot L_6}{DnT} + 0,007 \dot{\omega}_g \right] \cdot \frac{180}{\pi} \quad (2.15)$$

$$\alpha = \left[\frac{30,5 \cdot 12}{2 \cdot 1,265 \cdot 193,95} + 0,007 \cdot 0,89 \right] \cdot \frac{180}{3,14} = 2^\circ$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

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.

$$\dot{\omega}_{св} = \frac{\mu_{ср}}{d \cdot \rho_{ср}} \left[\frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \right] \quad (2.16)$$

де : $\mu_{ср}$ и $\rho_{ср}$ - в'язкість і плотність сушильного агента при середній температурі

d - середній еквівалентний діаметр частинок цукру

$$d = \frac{d_{min} + d_{max}}{2} = \frac{0,4 + 0,2}{2} = 0,9 \text{ мм}$$

Ar - критерій Архімеда

$$Ar = \frac{d^3 \rho_u \rho_{ср} \cdot g}{\mu_{ср}^2} \quad (2.17)$$

Де : ρ_u - щільність частинок висушеного матеріалу.

$$\rho_u = 1600 \text{ кг/м}^3 \text{ [8, табл. А8]}$$

g - прискорення сили тяжіння.

Середня швидкість сушильного агента $\rho_{ср}$ дорівнює.

$$\rho_{ср} = [M_{св}(P_0 - p) + M_{вр}] \cdot \frac{0}{V_0 P_0 (T_0 + t_{ср})}$$

Де: p – парціальний тиск водяних парів в сушці.

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

Парціальний тиск водяних парів в газі визначимо по формулі:

$$p = \frac{\left(\frac{X}{M_B}\right) \cdot P_0}{\frac{1}{M_{CB}} + \frac{X}{M_B}} \quad (2.18)$$

Де: M_B – мольна маса водяних парів

$$M_B = 18 \text{ кг/к моль}$$

M_{CB} – мольна маса свіжого повітря.

Парціальний тиск водяних парів на вході в сушарку :

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

Середня швидкість сушильного агента дорівнює:

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

В'язкість сушильного агента при середній температурі:

$$\mu_{cp} = 2,6 \cdot 10^5 \text{ ПаС}$$

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

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

Робоча швидкість сушильного агента в сушилці $\dot{\omega}_g = 1.37$ м/с менше, ніж швидкість виносу частин середнього розміру $\dot{\omega}_n = 5,4$ м/с; Визначаємо критичну швидкість для частин середнього розміру, прийнявши температуру середовища рівній температурі повітря, що виходить із сушильної камери $t_2 = 60$ °С. Для цього визначаємо критерій Архімеда:

$$Ar = \frac{d_e^3 \rho_c g}{V^2 \rho_B} \quad (2.19)$$

Де : d_{te} – середній еквівалентний діаметр частин цукру.

$$d_e = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} = \frac{0,4 + 1,4}{2} = 0,9 \text{ мм}$$

$\rho_c = 1600$ кг/м³ - густина цукру.

$V = 20,45 \cdot 10^6$ м²/с – кінематична в'язкість повітря при $t^2 = 60$ °С

ρ_B - густина повітря

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

Визначаємо критерій Архімеда

$$Ar = \frac{(0,9 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 1600 \cdot 9,81}{(20,45 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 1,06} = 2,58 \cdot 10^4$$

Визначаємо критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (2.20)$$

Підставив значення получимо

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

Швидкість початку псевдозжиження

$$\dot{\omega}_{\text{пс}} = \frac{Re \cdot V_{\text{ср}}}{d_e} \quad (2.21)$$

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

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

$$Ar_{\text{min}} = \frac{(0,4 \cdot 10^3)^3 \cdot 1600 \cdot 9,81}{(20,45 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 1,06} = 2403$$

Швидкість вільного витання

$$\dot{\omega}_{\text{пс}} = \frac{Re \cdot V_{\text{ср}}}{d_e} \quad (2.22)$$

$$\dot{\omega}_{\text{св}} = \frac{20,45 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-3}} \left[\frac{2403}{18 + 0,575\sqrt{2403}} \right] = 2,66 \text{ м/с}$$

Робоча швидкість сушильного агента вибирається в рамках цих швидкостей.

2.4 Гідравлічний опір апарата

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

$$\Delta p_a = \Delta p_{тр} + \Delta p_n = \frac{\omega^2 \rho}{2} \left(\lambda \frac{1}{d_3} + \varepsilon \varphi \right) \quad (2.23)$$

Де: $d_3 = 1,8$ м – внутрішній діаметр сушильного барабана

$l = 12$ м - довжина барабана;

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

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

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

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

λ - коефіцієнт тертя по довжині;

Для визначення величини λ визначаємо критерії Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega d_e \rho}{\mu} \quad (2.24)$$
$$Re = \frac{5 \cdot 2,8 \cdot 0,65}{2,2 \cdot 10^{-5}} = 4,12 \cdot 10^5$$

Коефіцієнт тертя розраховуємо по формулі Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{4,13 \cdot 10^5}} = 0,014$$

Таким чином

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

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

2.5 Вибірдопоміжного обладнання

При сушціподібних і зернистих матеріалів спостерігається значний виніс висушеного матеріалу.

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

Пиловловлювачі вибираються в залежності від потрібної ступені очистки повітрярозміру і властивостей частин, вологості та температури.

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

В якості газоочисних пристроїв найбільш широко використовуються циклонні і рукавніфільтри.

Найбільш розповсюдженою конструкцією циклонів являється циклон НИОГО з серії ЦН-15. Ступінь очистки газу залежить віддіаметра циклона і розміру частин.

При розрахунку циклонів використовують діаметр циклонів по уловнійшвидкостігазів, віднесеній до повного розтину.

$$D = \sqrt{\frac{V_{\text{сек}}}{0,78 \cdot \omega_y}} \quad (2.25)$$

Де: $V_{\text{сек}}$ =секційна витрата газу (повітря) $\text{м}^3/\text{с}$

$$V_{\text{сек}} = \frac{L_2}{\rho_2} = \frac{5,62}{1,22} = 4,61 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

По табл. 4 [1] знаходимо що $x=2,38$ відповідає $\varphi(x) = 0,9828$, $\eta = 50[1+0,928]=99,14=99\%$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

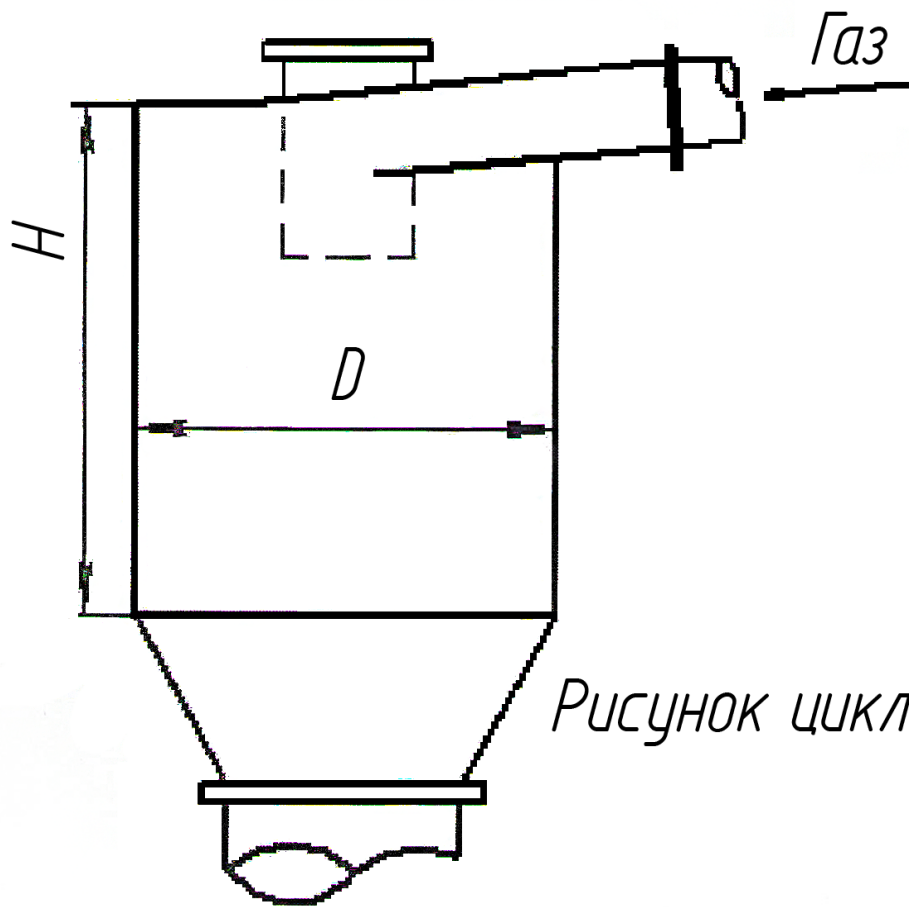


Рисунок циклона

Рисунок 3- Циклон

ω_y = умовна швидкість газу який виходить з формули:

$$\Delta p = \varepsilon \frac{\omega_y^2 \cdot V_B}{h_B} \quad (2.26)$$

Де $\varepsilon = 105$ коефіцієнт місцевого опору.

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

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

$$\omega_y = \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2}{y_B \cdot \varepsilon}} \quad (2.27)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

$$\omega_y = \sqrt{\frac{60 \cdot 2}{105}} = 1,07 \text{ м/с}$$

$$\omega_y = \sqrt{\frac{2,7}{0,785 \cdot 1,07}} = 1,3 \text{ м}$$

Циклон діаметром більше 1 м малоефективний.

Тому замість одного вибраного циклона приймаємо групу з двох.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

30

3. РОЗРАХУНКИ АПАРАТА НА МІЦНІСТЬ ТА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

3.1 Розрахунок товщини стінки барабана

Розрахунки проведено згідно методики що викладена у [6]

Попередньо вибираємо товщину стінки барабана.

$$S_6 = (0,007 - 0,01)D_6 = (0,007 - 0,01) \cdot 2000 = 14 - 20 \text{ мм} \quad (3.1)$$

Приймаємо $S_6 = 16 \text{ мм}$.

Тоді перевіряємо барабан на міцність що допускає напругу на згин, як балка кільцевого розтину. В простій розрахунковій схемі барабан можна представити, як балку довжиною L , вільно лежачою на двох опорах та навантажено рівномірно загрузкою від ваги барабана завантажуваного матеріалу і локальної загрузки від ввінцевої шестерні.

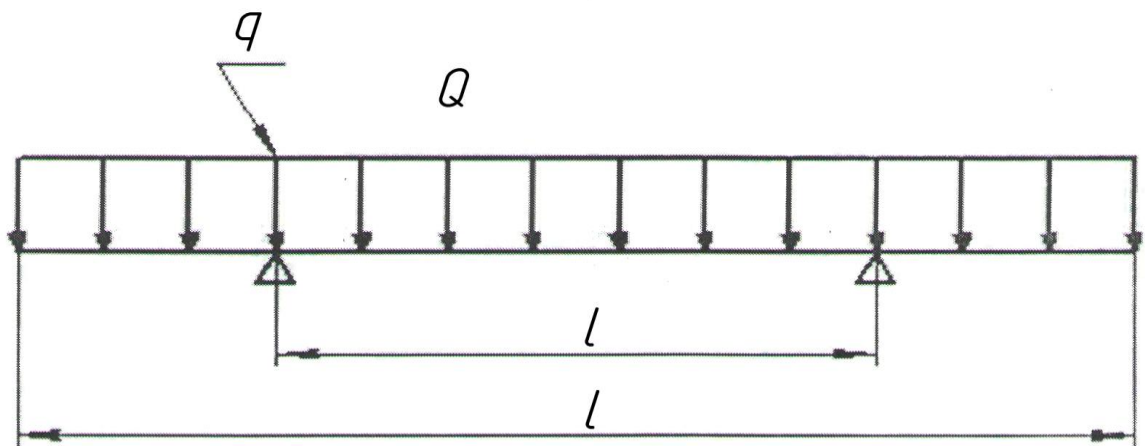


Рисунок 4- Розрахункова схема для визначення товщини барабана.

де M - сумарний згинаючий момент;

W_6 - момент опору перерізу барабана;

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

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

Ізм.	Лист	№ докум	Підпись	Дата

де M_1 - згинаючий момент відрівномірнорозподіленого навантаження між опорами;

M_2 - згинаючий момент від зосередженого навантаження в інцевої шестерні.

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

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

де G_6 - вага пустого барабана;

G_M - вага матеріалу в барабані;

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

Де ρ_6 – густина матеріалу барабана; $\rho_6 = 7900 \text{ кг/м}^3$

Тоді вага барабана складає:

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

Вага матеріалу барабана:

$$G_M = \frac{\pi D^2}{4} L_6 \rho_H B g \quad (3.5)$$

$$G_M = \frac{3,14 \cdot 1,8}{4} \cdot 12 \cdot 0,12 \cdot 1600 \cdot 9,81 = 57486,54 \text{ Н} = 0,057 \text{ МН}$$

Розподілене навантаження δ :

$$\delta = \frac{G_6 + G_M}{L} \quad (3.6)$$
$$\delta = \frac{0,08 + 0,057}{12} = 0,0114 \frac{\text{МН}}{\text{м}}$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Згинаючий момент від рівномірно розподіленого навантаження між опорами:

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

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

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

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

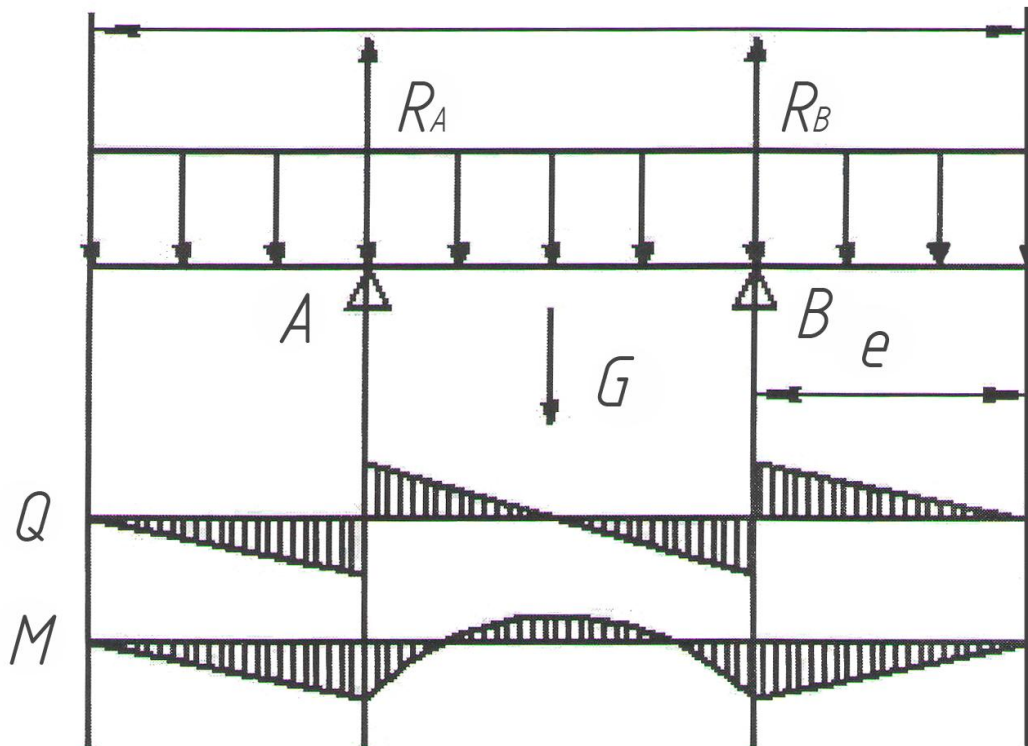


Рисунок 5 – згинаючий момент в'язцевої шестерні

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

Загальний згинаючий момент:

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

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Момент опору розгину барабана визначаємо так:

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

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

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{0,0751}{0,04} = 1,3 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2} < [\sigma]_{\text{н}} (5 \div 10 \text{ МН/м}^2)$$

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:

$$f = 0,0003e_0 \quad (3.9)$$

Допустимий прогин для даної сушарки буде дорівнювати:

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

Прогин барабана буде складатися із прогину барабана f_1 дії рівномірно розподіленого навантаження та з прогину f_2 барабана від ваги вільцевої шестерні G_B :

$$f = f_1 + f_2 \quad (3.10)$$

Прогин барабана від дії рівномірно розподіленого навантаження:

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

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

I - момент інерції кільцевого перерізу барабана визначаємо по формулі:

$$I = \frac{\pi D^2 f}{8} S = \frac{\pi}{8} (D + S)^3 S \quad (3.12)$$

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

Визначимо прогин барабана від дії рівномірно розподіленого навантаження:

$$f_1 = \frac{5 \cdot 0,14 \cdot (0,585 \cdot 12)^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,04} = 4,5 \cdot 10^{-5}$$

Прогин барабана від ваги вінцевої шестерні визначимо за формулою:

$$f_2 = \frac{G_B e_0^4}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{0,02 \cdot (0,585 \cdot 12)^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,04} = 12,6 \cdot 10^{-5} \text{ м} \quad (3.14)$$

Сумарний прогин барабану:

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

Умова міцності барабана на прогин:

$$f < f_{\text{доп}}$$

$$0,000171 < 0,0021$$

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

3.2 Розрахунок та вибір опор барабана

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

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

Ширину бандажа попередньо визначаємо за формулою:

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

де R - реакція опорного ролика;

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

Приймаємо $q_k = 1,1 \text{ мм}$

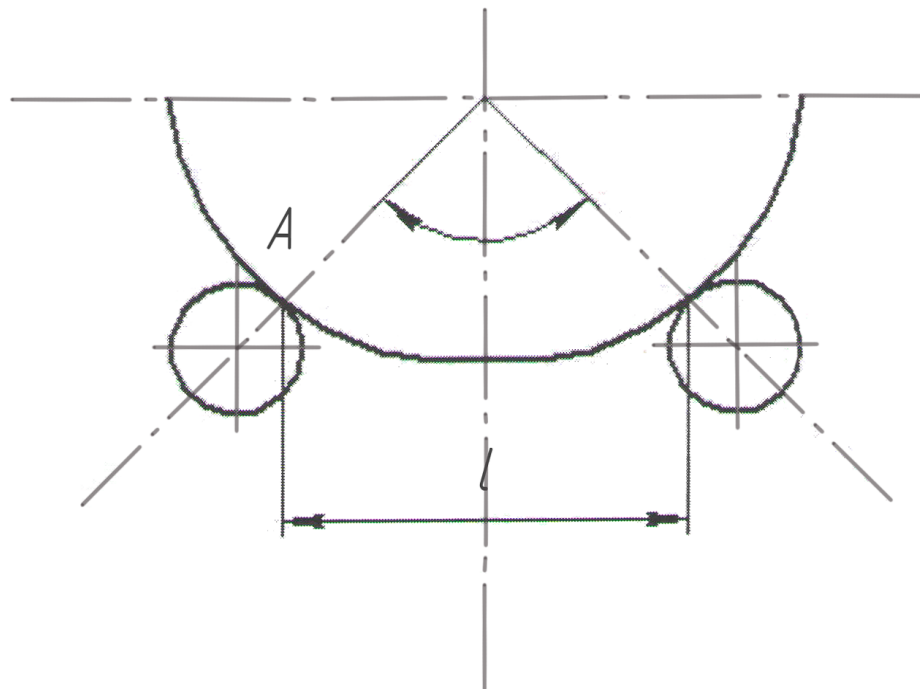


Рис. 6 - Схема опорних роликів

Реакцію опорного ролика визначаємо по формулі:

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

де α - кут нахилу барабана;

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

Z - число бандажів, $Z=2$.

Тоді:

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

Ширина опорного ролика

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

Діаметр опорного ролика визначаємо із співвідношення:

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

Приймаємо діаметр опорного ролика $d_{op} = 800$ мм. Перевіримо умову натяжної міцності в місці дотику ролика і бандажа.

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

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

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

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

Навантаження на опорний ролик:

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

де D_6 - ширина опорного ролика;

r_6 - радіус бандажа;

T - осьова сила, яка діє на опорний ролик;

E - модуль пружності матеріалу опорного ролика;

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

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{0,0055 \cdot 1,86 \cdot 10^5}{0,1 \cdot 1,16 \cdot 0,1478}} = 10,2 \text{ МПа} \leq 300 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

3.3 Розрахунок вала опорного ролика

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

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

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{R}{F_{\text{см}}} = [\sigma_{\text{см}}] \quad (3.19)$$

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

$F_{\text{см}}$ - площа зминання.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

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

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

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

$$F = 0.3 \cdot 0.25 = 0.075 \text{ м}^2$$

Тоді,

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

Умова на зминання вала виконується

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

згинаючий момент:

$$M_3 = \frac{R \cdot T}{2} = \frac{0,04 \cdot 0,314}{2} = 0,0055 \text{ МН} \cdot \text{м} \quad (3.20)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

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

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{0,0055 \cdot 1,86 \cdot 10^5}{0,1 \cdot 1,16 \cdot 0,1478}} = 10,2 \text{ МПа} \leq 300 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

3.3 Розрахунок вала опорного ролика

Для валу застосовуємо сталь 40 після покращення. Середнє значення границі витривалості $G_B = 780$ МПа.

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

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{R}{F_{\text{см}}} = [\sigma_{\text{см}}] \quad (3.19)$$

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

$F_{\text{см}}$ - площа зминання.

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

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

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

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

Тоді,

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

Умова на зминання вала виконується

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

згинаючий момент:

$$M_3 = \frac{R \cdot T}{2} = \frac{0,04 \cdot 0,314}{2} = 0,0055 \text{ МН} \cdot \text{м} \quad (3.20)$$

Момент опору валу згину:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 0,25^3 = 0,0016 \text{ м}^3 \quad (3.21)$$

Межа міцності при згині вала:

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

Границя міцності вала на згин виконується.

Діаметр хвостовика опорного вала розраховуємо із співвідношення:

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

Звідси:

$$d = \sqrt{\frac{T}{0,785 \cdot [\sigma]}}$$

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

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

Умова міцності валу на розрив виконується.

4. МОНТАЖ ТА РЕМОНТ АПАРАТА

4.1 Монтаж розробленого апарата[8]

Для підтримання обладнання в роботу спроможному стані необхідно систематично доглядати за ним, забезпечувати його вчасний і високоякісний ремонт.

Сушильні камери і повітроводи для гарячого повітря мають велику площу дотикання з зовнішнім повітрям; для зменшення втрат тепла в навколишнє середовище необхідно покривати їх достатньою по товщині та надійною по механічним якостям тепловою ізоляцією. При зборці сушарок особливо уважно повинні бути виконані вузли з'єднань сушильної камери з повітроводами, калориферами, витяжними трубами, щоб уникнути попадання в камеру повітря. Забір повітря в сушарку необхідно проводити вище коника даху, щоб зменшити можливість попадання пилу в сушарку.

В процесі виробництва в сушильних апаратах при перемішуванні цукру, заповненні бункерів та силосів, виробництві пудри і на інших ділянках утворюється цукровий пил, який забруднює виробниче приміщення, крім того, певна його концентрація ($10-17 \text{ г/м}^3$) є вибухонебезпечною. В правилах по техніці безпеки і виробничій санітарії для цукрових заводів сушильне відділення відноситься до категорії вибухонебезпечних приміщень.

Рациональним методом боротьби з запиленням приміщення відділення пилу від цукру та вловлювання його на місці утворення. З цією метою необхідно застосовувати спеціальні пиловловлювачі і систему аспірації, що транспортує пил до розчинювачів. Системи аспірації повинні постійно знаходитись в справному стані. Необхідно слідкувати за їх герметичністю. Для відводу електростатичних зарядів всі металеві пристрої та деталі основного і допоміжного обладнання сушильного і пакувального відділень необхідно ретельно заземлювати. Підшипники обертових деталей та всі місця тертя слід добре змащувати, щоб уникнути нагрівання деталей, що труться. Для відводу зарядів статично електроенергії необхідно застосовувати електропровідне мастило.

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

Сушильно-сортувальний комплекс СК-1 встановлюється в приміщенні сушіння цукру відповідно до проекту.

Приймаються заходи для усунення виявлених недоліків.

Монтаж повинний здійснюватися за допомогою підйомно-транспортних механізмів.

Сушильний апарат варто розташовувати по відмітці верхнього поверху. Охолоджувальну камеру можна розташувати в безпосередній близькості від сушильного апарата з урахуванням забезпечення самопливу при надходженні цукру з апарата в охолоджувальну камеру. При цьому сушильний апарат установлюється на додаткову раму, виготовлену по місцю монтажу, що приварюється до основної рами апарата. Охолоджувальна камера по місцевих умовах може також розташовуватися на будь-якій відстані від сушильного апарата або під сушильним апаратом.

Сортувальну машину варто розташовувати безпосередньо над бункерами цукру з метою спрощення пристрою подальшого розподілу цукру по бункерах.

Пиловловлювачі (циклони) варто розміщати на відмітці розташування сушильного й охолоджувального апаратів. Рами апаратів кріпляться анкерними болтами до перекриття приміщення.

Вентилятори і повітрязаборні пристрої доцільно розташовувати на нижньому поверсі з метою зменшення шуму, створюваного роботою цього устаткування.

Вентилятори монтуються на спеціальних бетонних фундаментах із застосуванням опорних рам з віброізолюючою підставкою. При цьому осідугт'євих вентиляторів повинно бути рівнобіжні поздовжнім осям сушильного й охолоджувального апаратів. Вентилятори на нагнітальних повітроводах повинні мати відповідні нормам дифузори. Усі вентилятори обладнуються направляючими апаратами для регулювання їхньої продуктивності

Повітрязаборні пристрої дугт'євих вентиляторів розташовуються з урахуванням можливості організації забору зовнішнього повітря.

Зборка, монтаж та експлуатація вентиляторів, фільтрів та калориферів виконуються відповідно до інструкції заводів-виготовлювачів. Калорифери і повітроводиподачі гарячого повітря в сушильний апарат теплоізолюються совелітовими плитами.

Совелітові плити укладаються на ізолювану поверхню на мастичнійпідмазціта закріплюються дротом. Для захисту основного шару ізоляції передбачається виконання азбоцементної штукатурки. Товщина плит 60 мм.

У залежності від умов монтажу повітроводи підвішуються чи спираються на існуючі чи спеціально влаштованіметалоконструкції.

Усі фланцеві з'єднання, оглядові люки, з'єднання повітроводів, кріпленнятурнікетів, прорізиштовхальників підворошувача повинні бути виконаю на прокладках, щоб забезпечити герметичність, виключити пилоутворення і витікання.

Для нагріванняповітря до калориферних агрегатівпідводиться ретурний пар тиском 0,3-0,35 МПа.

Усі сполучні муфти, шківви, ремінні і ланцюгові передачі приводів, привод підворошувача повинні мати суцільні огороження. На турнікетахповинні бути встановленіогороджувальні щитки.

Під час обкатування ведуться спостереження по контрольно-вимірювальних приладах, остаточно перевіряється роботаусіх вузлів і механізмів, виробляється підтяжкакріплень.

4.2 Ремонт апарата[8]

Безперервний контроль здійснюють оператор машини, черговий слюсар-ремонтник, електрик та спеціаліст по контрольно-вимірювальних пристроям та автоматам.

Поточний ремонт проводять у відповідностіізграфіком та з врахуванням результатів попереднього технічного огляду працівниками ремонтної служби і налагоджувальними машини. Спочатку потрібно зупинити машину та

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		44

Відключити всі інженерні комунікації. Перед початком ремонту потрібно оглянути агрегат і визначити ті деталі, які по своєму стану підлягають ремонту або заміні.

Система планово - попереджувального ремонту включає в себе декілька видів ремонту: попередній ремонт, середній ремонт, капітальний ремонт. При попередньому ремонті в агрегаті виконуються наступні роботи: очистка апарату від продукту змащування, перевірка змащувальних приладів та маслопроводів, зварних з'єднань, заміна зношених гайок, гвинтів, шайб, шплінтувальних пристроїв. Перевірка технічного стану трубопроводів.

Середній ремонт включає в себе заміну швидко зношених деталей, заміну набивок та ущільнювачів, очищення від накипу, ремонт змащувальних приладів, перевірка заземлення, перевірка та регулювання всіх механізмів апарату.

Капітальний ремонт міститься в чіткому огляді всіх деталей апарату з ремонтом або заміною деталей, які спричинили несправність. Мета цього ремонту - повне відновлення всіх параметрів машини, що змінилися при її експлуатації. Підготовка до ремонту вимагає забезпечення запасними частинами, матеріалами, необхідним обладнанням і т.д. При капітальному ремонті проводять повне розбирання машини. Попередньо машину чистять і миють. Потім знімають кришки з верхньої частини машини (оглядовий люк, знімають огороження, демонтують прилади контролю та прокладок, різьбові з підмоткою льону на сурікові. Герметичність з'єднань паропроводу перевіряють подачею пари тиском 0,5 - 0,7 МПа.

Кришку приварюють до верхньої циліндричної частини апарату. Далі проводять гідравлічне випробування. Для цього на всіх відкритих патрубках встановлюють заглушки. Залишають тільки отвори наповнення апарату водою та отвори для випуску повітря. При гідравлічному випробуванні сусли варильного апарату не повинно бути течії у з'єднаннях апарату, дефектні місця виділяють, потім ліквідують. Закінчивши всі роботи по монтажу апарату, а також приєднавши його до парової системи та системи подачі сусли проводять налагодження автомату і пробний пуск.

Перевіряють правильність взаємодії механізмів машини - рух пари по трубопроводах, роботу робочих органів пристроїв для завантаження та розвантаження апарату.

Перевіряють правильність підключення електродвигунів для насосів подачі сусли і води шляхом їх короткочасного ввімкнення, попередньо від'єднавши їх від редукторів.

Перевіряють роботу всіх блокуючих та захисних пристроїв. Проводять регулювання дозуючих елементів. Проводять змащувальні роботи згідно карти і схеми змащування.

Пробну експлуатацію апарату проводять протягом 2 - 4 змін, після чого вона піддається випробуванням для перевірки основних параметрів та здачі її в експлуатацію.

Робота апарату неминуче пов'язана з процесами, що викликають пошкодження чи руйнування деталей, вузлів і механізмів. Ці процеси називаються шкідливими, їх повністю неможливо уникнути при експлуатації апарату, але можна сповільнити проведення своєчасних технічних оглядів і ремонтів. Технічні огляди проводять щоденно на протязі всього періоду експлуатації апарату.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Ознайомившись із матеріалом, викладеним у джерелі [5] були визначені такі вимоги:

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною загальної системи керування підприємством, установою. Управління охороною праці підприємства в цілому здійснює роботодавець, а в підрозділах (цехах, відділах, службах) керівники або головні фахівці. Контролює всю цю діяльність служба охорони праці. Служба охорони праці підприємства створюється для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно - гігієнічних, соціально - економічних і лікувально - профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням та аваріям в процесі праці.

Для реалізації перерахованих вище цілей служба охорони праці опрацьовує ефективну цілісну СУОП підприємства, проводить оперативно - методичне керівництво роботою з охорони праці, організовує роботу підрозділів і всього підприємства щодо створення безпечних і не шкідливих умов праці. Попередження аварій та нещасних випадків не може бути забезпечено без належного інструктажу працюючих по техніці безпеки. Існує декілька видів інструктажу працюючих по безпечним прийомам і методам праці.

Ввідний інструктаж кожного, хто наймається на підприємство проводить інженер з охорони праці для ознайомлення з характером виробництва, джерелами небезпеки та шкідливостями.

Інструктаж на робочому місці проводить майстер дільниці з кожним робітником для ознайомлення з будовою обладнання, безпечною організацією робочого місця, змістом інструкцій з техніки безпеки при роботі з даним обладнанням. Періодичний інструктаж по безпечним методам роботи проводять з усіма робітниками, незалежно від їх кваліфікації і стану роботи по даній професії через кожні 3-6 місяців.

Плановий інструктаж необхідний, коли змінений технологічний процес, є нещасні випадки, порушення інструкцій з техніки безпеки.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

47

Оформлюється кожний вид інструктажу у встановленому порядку з обов'язковим підписом у відповідному журналі. Робітники, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, до роботи не допускаються.

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників, що діють у сушильному відділенні наведено в табл. 1

Табл.1

Джерела виникнення небезпечних і шкідливих виробничих чинників	Шкідливі та небезпечні виробничі чинники
<ul style="list-style-type: none"> - Сушарка барабанна 1 шт. - Транспортер стрічковий 2шт. - Калорифер 2шт. 	<ul style="list-style-type: none"> - Електричний струм, обертові механізми, шум, вібрація, висока запиленість цукровим пилом. - Електричний струм, обертові механізми - Електричний струм, термічна небезпека

Виробничі приміщення

а) Загальні положення.

Виробничі приміщення, що проектуються, мають відповідну нормам площу та висоту. Запроектоване обладнання скомпоноване з врахуванням забезпечення відповідних норм проходу. Зовнішні двері у всіх приміщеннях відкриваються на зовнішню сторону. Крівля проектованих виробничих приміщень огорожується по периметру перилами висотою 1м.

Фарбування приміщень проектується в світлі тони, відповідно до "Вказівок по раціональній кольоровій відділці поверхонь виробничих приміщень і технологічного обладнання виробничих підприємств.

б) Майданчики і сходинки.

Для обслуговування обладнання на висоті більше ніж 1,5 м проектується майданчики зі сходинками та огороженнями висотою 2 м з суцільною зашивкою знизу на 0,2 м.

Изм.	Лист	№ докум	Підпись	Дата

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

48

Ширина майданчиків обслуговування не менш 0,8 м, а ведучих до них сходинок не менш 0,6 м.

Нахил сходинок не перевищує допустимих норм. Поверхні металевих майданчиків і сходинок скрізь виконані з рифленої або просічно-витяжної сталі.

Відкриті монтажні пройми і майданчики мають огорожу висотою 1,0 м з суцільною зашивкою знизу не менше 0,2 м.

в) Обладнання і трубопроводи.

Всі частини обладнання, що обертаються, закриваються з'ємними огородженнями, суцільними і решітчастими, які пофарбовані в яскраві тони.

Зубчаті і ланцюгові передачі мають огороження з листової сталі. Все механічне і технологічне обладнання облаштовано необхідними запобіжними пристроями, блокувальними пристроями, сигналізацією та другими елементами, що забезпечують безпеку роботи, ремонту, а також необхідними контрольно-вимірювальними приладами та оглядовими скельцями.

Всі апарати, що не мають фланцевих з'єднань, оснащені лазами для внутрішнього огляду. Трубопроводи і трубопровідна арматура запроектовані згідно "Правил влаштування і безпечної експлуатації" трубопроводів пара і гарячої води".

Запірна та регулююча арматура встановлена в легкодоступних для обслуговування місцях. Всі трубопроводи розміщені не нижче 2,2 м над проходами.

г) Контрольно-вимірювальні прилади.

Прилади вимірювання, контролю, регулювання та дистанційного керування, а також регулюючі органи і пристрої встановлені в місцях, зручних для обслуговування, або передбачені майданчики обслуговування пристроїв.

На механізмах та пристроях, які працюють в автоматичному режимі вивішуються попереджувальні написи.

д) Сигналізація і зв'язок.

Виробничі ділянки, які зв'язані електроблокуванням обладнання, оснащуються також звуковою і сопловою попереджуючою і аварійною сигналізацією.

Кожна поява світлової сигналізації супроводжується звуковим сигналом.

Електробезпека

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

Запроектоване захисне заземлення всіх металевих неструмоведучих частин електрообладнання (корпусів електродвигунів, щитків і пультів управління, металевих оболонок, кабелів та ін.) які можуть перебувати під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Біля пультів і всередині щитів покладено захисні килими. Вся пускова апаратура встановлена волого захисна.

а) Захисне занулення.

Для електрообладнання в приміщеннях з нормальним середовищем в якості захисних провідників повинні бути використані нульові робочі жили кабелів, з'єднаних з глухо заземленою нейтраллю трансформаторної підстанції потужністю 2×1600 кВА, напругою 6/0,4 кВ.

Занулення електрообладнання (електродвигунів, магнітних пускачів, вимикачів шляхових та ін.) в вибухонебезпечних приміщеннях необхідно виконувати лише приєднанням спеціальної нульової захисної жили кабелю до занулюючого контакту в відповідному пристрої електрообладнання. Нульова жила кабелю приєднується до глухо заземленої нейтралі існуючої трансформаторної підстанції потужністю 2×1600 кВА, напругою 6/0,4 кВ.

Вторинний контур заземлення з смужової сталі розміром 25x4 мм прокладається по стінах по периметру приміщення на висоті 0,4 м від рівня підлоги і є допоміжним захисним засобом.

Зовнішній контур заземлення виконується з електродів з круглої сталі 012 мм довжиною 5 м, з'єднаних між собою смужовою сталлю розмірами 40x4 мм, що покладена на глибині 0,5 м від рівня землі.

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

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

Ізм.	Лист	№ докум	Підпись	Дата
------	------	---------	---------	------

XI C 00.00.00 ПЗ

Лист

50

б) Захист від прямих ударів блискавки.

Виробничі приміщення, що проектуються, мають відповідну нормам площу і висоту. обладнання скомпоноване з врахуванням забезпечення відповідних норм проходу.

Зовнішні двері у всіх приміщеннях відкриваються на зовнішню сторону. Покрівля проєктованих виробничих приміщень огорожується по периметру перилами висотою 1 м.

Для обслуговування обладнання на висоті більшій 1,5 м проектується майданчики зі сходами і огороженнями висотою 2 м з суцільною зашивкою знизу на 0,2 м.

Ширина майданчиків обслуговування не менше 0,8 м, а ведучих до них сходинок не менш 0,6 м.

Нахил сходинок не перевищує допустимих норм. Поверхні металевих майданчиків і сходинок скрізьвиконані з рифленої або просіяно-втяжної сталі.

Відкриті монтажні проєми і майданчики мають огорожу висотою 1,0 м з суцільною зашивкою знизу не менше 0,2 м.

Всі частини обладнання, що обертаються, закриваються з'ємними огороженнями, суцільними і решітчастими, що пофарбовані в яскраві тони.

Зубчасті таланти і передачі мають огороження з листової сталі. Все механічне і технологічне обладнання облаштоване необхідними запобіжними пристроями, блокувальними пристроями, сигналізацією та іншими елементами, що забезпечують безпеку роботи, ремонту, а також необхідними контрольно-вимірними приладами, а також оглядовими скельцями.

Всі апарати, що не мають фланцевих з'єднань, оснащені лазами для внутрішнього огляду. Трубопроводи і трубопровідна арматура запроектовані згідно «Правил влаштування і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води».

Запірна та регулююча арматура встановлена в легкодоступних для обслуговування місцях. Всі трубопроводи розміщені не нижче 2,2 м над проходами.

Прилади вимірювання, контролю, регулювання та дистанційного керування, а також регулюючі органи і пристрої встановлені в місцях, зручних для обслуговування, або передбачені майданчики для обслуговування пристроїв.

На механізмах та пристроях, які працюють в автоматичному режимі, вивішуються попереджувальні написи.

Виробничі ділянки, які зв'язані електроблокуванням обладнання, оснащуються також звуковою, силовою попереджуючою і аварійною сигналізацією.

Кожна поява світлової сигналізації супроводжується звуковим сигналом.

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

Запроектоване захисне заземлення всіх металевих не струмопровідних частин електрообладнання (корпусів електродвигунів, щитків та пультів управління, металевих оболонок, кабелів та ін.), які можуть перебувати під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Біля пультів керування і всередині щитів повинні бути захисні килими.

Вся пускова апаратура встановлена у "волого захисному" виконанні.

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

Занулення електрообладнання (електродвигунів, магнітних пускатів, вимикачів шляхових та ін.) в вибухонебезпечних приміщеннях необхідно виконувати лише приєднанням спеціальної нульової захисної жили кабелю до занулюючого контакту у відповідному пристрої електрообладнання. Нульова жила кабелю приєднується до глухо заземленої нейтралі існуючої трансформаторної підстанції потужністю 2х1600кВА, напругою 6/0,4 кВ.

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

Зовнішній контур заземлення виконується з електропроводів з круглої сталі $\Phi 12$ мм довжиною 5 м, з'єднаних між собою смуговою сталлю розмірами 40х4 мм, що прокладена на глибині 0,5 м відрівняземлі.

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

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

Сушильне відділення цукрового заводу по влаштуванню блискавко-захисту відноситься до II категорії.

В зв'язку з тим, що на приміщенні цукро сушильного відділення верхні плити перекриття укладені на металеві ферми і при цьому використовуються негорючі утеплювачі і гідроізоляція, немає потреби у встановленні блискавко приймачів або накладання блискавко-приймальної сітки. При цьому забезпечується неперервний електричний зв'язок металевих ферм між собою і з заземлювачами накладанням сталюого дроту на ферми по периметру приміщення. З'єднання сталюого дроту з фермами виконується зварюванням.

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

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

ВИСНОВКИ

В даному проекті розрахована і розроблена барабанна сушарка для висушування цукру-піску.

Наведена технологічна схема сушильного відділення у виробництві цукру. Нагрівання повітря здійснюється в парових калориферах, в якості теплоносія використовується екстра пара першого корпусу випарки.

Наведені технологічні розрахунки, матеріальний і тепловий баланс, визначені конструктивні розміри апарата.

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

Матеріал, з якого виготовлений апарат, - корозійностійкий, що дозволяє зменшити витрати при експлуатації.

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

XI C 00.00.00 ПЗ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлов К.Ф. Романков П.Т.; Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии, Ленинград, Химия, 1981
2. Врагов А.П., Михайловский Я.Э. Методические рекомендации и контрольные задания по самостоятельной работе по курсу « Процессы и оборудование химических производств». Сумы, 2002
3. Юхименко Н.П., Донат Е.В. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектов по теме «Расчет и конструирование пневматических сушилок», Сумы, 2000
4. Малежик І.Ф. Марценюк О.С., Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування.- К., НУХТ, 2012-544с.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию /Под редакцией докт. техн. наук, проф. Ю.И. Детнерского – М.:Химия, 1983 -272 с.
6. Лазинский А.А., Толчинский А.Р.. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник. — Л.: Машиностроение, 1970. — 752 с
7. Азиревич М. Я. "Технологическое оборудование сахарных заводов" - М.: Пищевая промышленность, 1972-312 с;
8. Андрианов И. О. "Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов" - М.: Пищевая промышленность, 1973 - 328 с.;
9. Белик В. Г., Зозуля С. А., Жарик Б. Н. и др, под ред. В. Г. Белика. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов - К.: Техника, 1982 - 304 с.;
10. Востоков А. И., Лепешкин И. П. «Свеклосахарное производство» - М.: Пищевая промышленность, 1966 - 212 с.;
11. Гребенюк С. М. «Технологическое оборудование сахарных заводов» - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983 - 520 с.;

12. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. "Технологія харчових продуктів". Підручник/За ред. ди-ра техн.. наук., проф.. А. І. Українця. - К.: НУХТ, 2003-572 с.;
13. Колесник Б. Г. Лошиков В. П., Парходько А. П. Справочник механіка сахарного заводу - М.: Легкая пищевая промышленность, 1983 - 267 с.;

					<i>XI C 00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56