

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

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Модернізація барабанної сушарки продуктивністю 175 т/добу для
віджатого жому марки А2-ПСА з удосконаленням системи рекуперації тепла

Виконав: здобувач V курсу, групи 4

Конопко Роман Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Бабко Євген Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого*

Кафедра *Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування*

Освітній ступінь *бакалавр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*

(шифр і назва)

Освітня програма *«Обладнання переробних і харчових виробництв»*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола ЯКИМЧУК

(власне ім'я і ПРИЗВИЩЕ)

«_____» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Конопка Романа Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація барабанної сушарки продуктивністю 175 т/добу для віджатого жому марки А2-ПСА з удосконаленням системи рекуперації тепла

керівник роботи Бабко Євген Миколайович, доцент, канд. тех. наук

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від «01» листопада 2021 р. № 859-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 25.01.2022 р.

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

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне обґрунтування, соціальне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, будова та принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. система управління, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

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

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів</i>	30.09.2021	
2	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	08.10.2021	
3	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	15.10.2021	
4	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	22.10.2021	
5	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	29.10.2021	
6	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	12.11.2021	
7	<i>Розрахункова частина</i>	12.11.2021	
8	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	19.11.2021	
9	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. Система управління</i>	30.11.2021	
10	<i>Опис системи управління</i>	10.12.2021	
11	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	18.12.2021	
12	<i>Висновки,</i>	18.12.2021	
13	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	30.12.2021	
14	<i>Подача ДП на кафедру</i>	15.01.2022	
15	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	25.01.2022	

Здобувач

_____ (підпис)

Роман КОНОПКО

(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Євген БАБКО

(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

В даному дипломному проєкті розглянуто модернізацію барабанної сушарки для жому марки А2-ПСА. За рахунок використання тепла відпрацьованого сушильного агенту, температура якого досягає 140°C, є можливість зменшити витрати палива. Це досягається шляхом рециркуляції відпрацьованого сушильного агенту та повернення його в камеру змішування топкового пристрою.

Кількість рециркуляційних газів регулюється перекидними клапанами, що встановлюються після циклонів на витяжних трубах.

Проєкт складається з пояснювальної записки, та 15 листів формату А1 графічної роботи.

Пояснювальна записка включає в себе 10 розділів. У вступі задається коротка характеристика цукрової промисловості та її значення.

Проведений аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання, побудова та принцип роботи обладнання. Розглянуті питання монтажу, ремонту і експлуатації.

Також у даному проєкті висвітлені розділи з охорони праці, екології та автоматизації виробництва.

В кінці проєкту зроблені висновки по проведеній роботі та викладений список використаної літератури.

Ключові слова: сушарка, жом, модернізація.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока Е.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	19-1687.ДП.06.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In this diploma project the modernization of the drum dryer for pulp of the A2-PSA brand is considered. By using the heat of the spent drying agent, the temperature of which reaches 140 ° C, it is possible to reduce fuel consumption. This is achieved by recirculating the spent drying agent and returning it to the mixing chamber of the combustion device.

The amount of recirculation gases is regulated by diverter valves installed after cyclones on the exhaust pipes.

The project consists of an explanatory note and 15 sheets of A1 graphic work.

The explanatory note includes 10 sections. The introduction gives a brief description of the sugar industry and its significance.

An analytical review of existing equipment designs, construction and principle of operation of the equipment. Issues of installation, repair and operation are considered.

Also in this project sections on labor protection, ecology and automation of production are covered.

At the end of the project the conclusions on the carried-out work are made and the list of the used literature is stated.

Key words: dryer, pulp, modernization.

ЗМІСТ

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

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	19-1687.ДП.06.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Буряковий жом є побічним продуктом цукрового виробництва і являє собою стружку цукрового буряка, з якої дифузійним методом вилучена основна кількість цукру і деяка частина мінеральних і органічних речовин.

Жом - цінний і добре засвоюваний корм. У 100 кг сухих речовин свіжого жому міститься близько 20 кг клітковини, 30 - 35 кг геміцелюлози, приблизно така ж кількість пектину, 8-10 кг білків, 2-3 кг цукру і близько 2 кг мінеральних речовин.

Висолоджена бурякова стружка що вийшла із дифузійної установки, називаються свіжим жомом. В ньому міститься всього 6-8% сухих речовин. Згодовувати жом тваринам у свіжому вигляді доцільно лише в господарствах, розміщених поблизу цукрового заводу, оскільки зі збільшенням відстані різко зростає вартість його перевезення. Транспортувальність свіжого жому підвищують за допомогою видалення із нього частини води механічним методом (пресуванням, висушуванням). В свіжому вигляді згодовують всього 30-40% виробленого жому, а решту консервують і піддають тривалому зберіганню.

Для консервації жому використовують силосування і висушування. При силосуванні жом укладають на зберігання в відкриті жомові ями, де під впливом мікроорганізмів він скисає і перетворюється в так званий кислий жом. За час зберігання в таких ямах на протязі 6 місяців, кислий жом може втратити до 50% сухих речовин, а також втрачає поживні речовини.

Найбільш раціонально зберігати жом в висушеному вигляді. Сушений жом виробляють в розсипному, брикетному або гранульованому вигляді. Це практично виключає втрати поживних речовин і підвищує транспортувальність.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ		19-1687.ДП.06.000			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Не дивлячись на те, що висушування жому пов'язане з певними капітальними затратами на будівництво жомосушильних відділень і значними витратами палива, виробництво сушеного жому економічно вигідно.

Саме тому, метою даної роботи являється модернізація жомосушильного барабану А2-ПСА, що передбачає раціональне використання палива.

2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

Основним обладнанням в схемах сушіння жому є жомосушильні установки. Для висушування жому встановлюють сушарки барабанного, пневмовихрового типу та з псевдозрідженим шаром. В якості типового на вітчизняних та зарубіжних цукрових заводах для висушування жому використовують в основному барабанні сушарки з розподільною системою, окремою топкою, обладнаною газовим чи газомазутним пальником. Ці сушарки можуть відрізнитись розмірами, формою та кількістю насадок, виконанням приводу та ущільнень, іншими конструктивними особливостями, але принцип роботи їх однаковий.

Барабанні сушарки володіють рядом переваг:

1. Універсальність використання їх для різних видів сировини.
2. Надійність в роботі.
3. Можливість використання сушильного агента з високою температурою (для жому 800-900°C), що знижує витрати теплоти на 1 кг випареної вологи.

Але їм властиві і суттєві недоліки:

1. Неможливість значно інтенсифікувати процес сушіння з метою збільшення продуктивності і підвищення коефіцієнта використання теплоти.
2. Висока питома металоємкість, складність у виготовленні та ремонті.
3. Висока температура відпрацьованого сушильного агенту (120-140°C).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі		19-1687.ДП.06.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7

4. В процесі переміщення часток жому з однієї насадки на садки на іншу в області високих температур мас місце повне згорання мілких і частково більш крупних фракцій матеріалу, що призводить до втрат, зниження кормової цінності і погіршення якості готового продукту.

На сьогоднішній день в Європі найбільш поширені жом осушки німецьких фірм “Буккау-Вольф” та “Бюттнер”; французьких виробників “Маген Промілл”, “ВАН-ден-Броек”, “Фів-Лілл-Кай”; польської фірми “Чемадекс”; на пострадянському просторі – сушарки ГИПРОСАХПРОМА – ПСА-2.

2.1. Барабанна сушарка ПСА-2

Сушарка представлена на рис. 2.1. Апарат складається з корпусу 7 на якому закріплено два опорних бандажа 5. Бандажі сушарки опираються на дві пари роликів 11. Барабан сушарки обертається від приводу 12 через вінцеву шестірню 6. Частота обертання барабана складає 1,75 об/хв.

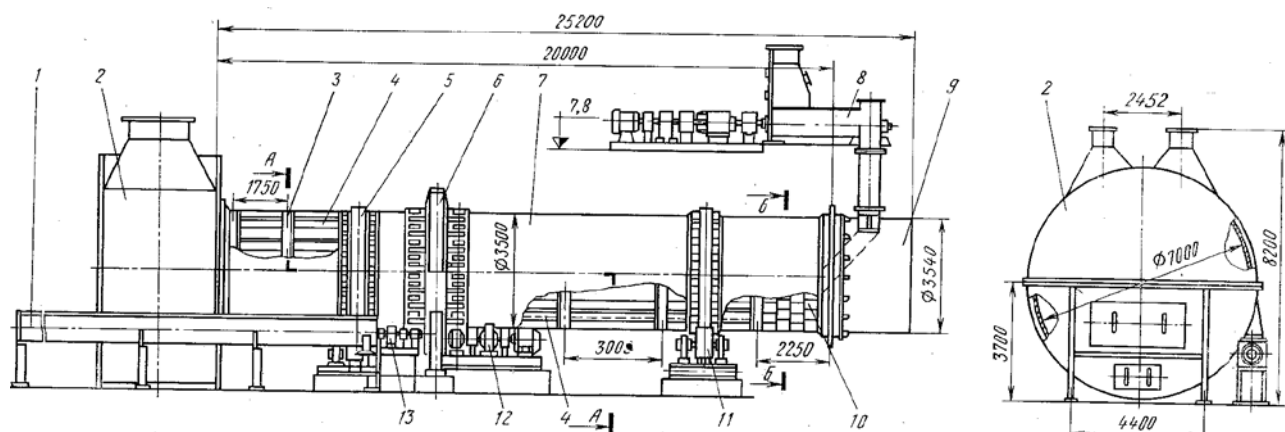


Рис.2.1 Барабанна сушарка ПСА-2 - 1-шнек для сухого жому; 2-корпус нерухомий; 3,4,10-насадки; 5-бандаж опорний; 6 шестерня вінцева; 7-корпус; 8-шнек-змішувач; 9-царга нерухома; 11- опорний ролик; 12-привід апарата; 13-привід шнека для сухого жому.

Для рівномірного розподілу жому в барабані і збільшення коефіцієнта заповнення його жомом, всередині барабана встановлені насадки 3,4 і 10. Барабан царгою 9 з'єднується з топкою. Жом, змішаний з мелясою, подається в апарат за допомогою змішувача 8. В кінці барабана до його корпусу прикріплюється підпирний пристрій, розміщений в нерухомому корпусі. Він призначений для збільшення часу перебування жому в барабані без зниження його продуктивності. Переміщення жому в барабані здійснюється за рахунок руху газів, швидкість яких залежить від роботи димососів, встановлених на корпусі 2. При нормальній роботі димососи створюють невелике розрідження 30-50 Па. У деяких випадках для поліпшення переміщення жому, барабан встановлюють з ухилом 3-5°. Для запобігання переміщення барабана убік ухилу встановлюють упорні ролики на одному з бандажів. . Принцип роботи жомосушильної установки полягає в наступному. Віджятий жом і димові гази надходять у царгу 9. Кількість жому, що надходить, регулюється шнеком-живильником 8, з якого жом по лотку поступає в барабан на гвинтові лопатки і далі на систему насадок, де рівномірно розподіляється по полицям. При обертанні барабану жом пересипається з однієї насадки на іншу, просувається до розвантажувальної камери 2 і висушується. З розвантажувальної камери сушений жом виводиться шнеком 1 через патрубок. Сухий жом з вивантажувального шнека надходить..на..зберігання..чи..пресування. . Топочні гази і вологий жом, що висушується, переміщуються в одному напрямку, при цьому гази з високою температурою (близько 750°C), контактують з жомом і швидко охолоджуються і в подальшому, досушуючи жом до кінцевої вологості (10-13%), через верхню частину розвантажувальної камери зі штуцером, за допомогою димососа викидаються в атмосферу. Завдяки безупинному випаровуванню вологи з жому температура його в барабані не підвищується вище крапки кипіння води при даному тиску, більш того, температура жому залишається нижче температури кипіння води, тому що на випаровування вологи витрачається велика частина тепла газів.

2.2 Барабанна сушарка фірми „Буккау-Вольф”

Сушарка (рис.2.2) призначена для швидкого висушування жому. Складається вона із основного сушильного барабана 7 і обертаючої труби 11, в якій виконується швидке переміщення газу і сирого жому. Сирій жом з пресів 2 за допомогою шнека направляється в обертаючу трубу, куди також поступають топкові гази з максимальною температурою 1100° С. В трубі жом перемішується за допомогою спеціальних розподільних пристроїв і направляється в основний сушильний барабан.

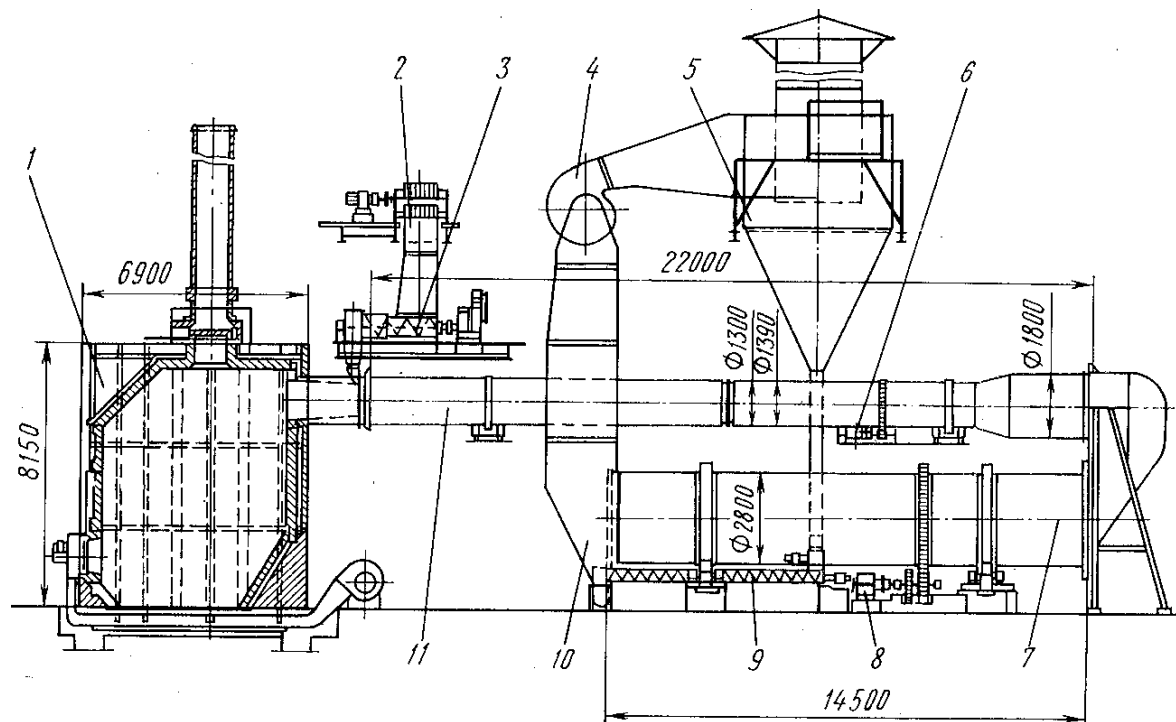


Рис.2.2 Барабана сушка жому фірми “БУККАУ-ВОЛЬФ”

1-топка; 2-прес; 3-шнек; 4-вентилятор; 5-циклон; 6,8-приводи; 7-барабан; 9-шнек для видалення сухого жому; 10-короп нерухомий; 11-обертаюча труба.

Швидкому переміщенню матеріалу в трубі допомагає велика швидкість топкових газів, досягаючи 40 м/с. Незначний час контакту сирого жому з топковими газами, що мають високу температуру, сприяє гарній передачі тепла від газу до жому, збільшенню швидкості висушування меляси, рівномірному висушуванню жому по всій його масі.

Фірма „Буккау-Вольф" виробляє також швидкісну сушарку, в якій труба знаходиться всередині основного барабану. Це дозволяє зменшити теплові витрати в навколишнє середовище і спростити конструкцію.

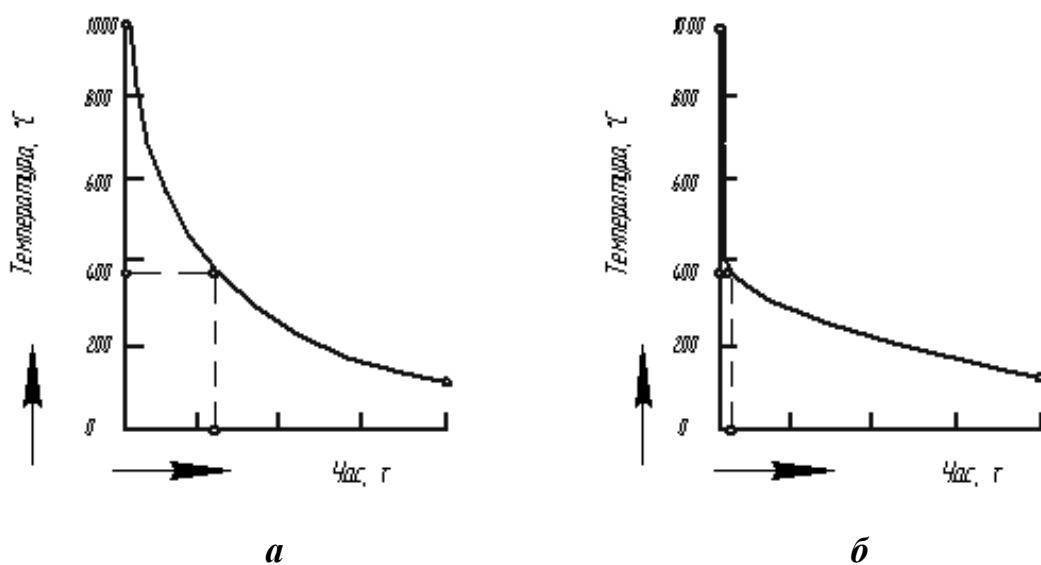


Рис.2.3. Криві розподілення температур в залежності від тривалості сушіння:

а – в звичайних барабанних сушарках; *б* – в швидкій сушарці

На рис.2.3, *а* показана крива розподілення температур процесу в залежності від часу сушки сирого жому в звичайному сушильному барабані з початковою температурою газу 1000° С, на рис.2.3, *б* в швидкій сушці, маючи додаткову трубу.

Як видно з графіка, час зниження температури газів до 350° С в трубі в порівнянні з звичайною сушкою зменшується в 8 – 10 раз. При такому режимі сушки не погіршується якість висушеного жому і зменшується витрата тепла на сушку (до 3 %).

Конструкція сушарок дозволяє висушити жом до нормальної вологості з підвищеним початковим вмістом води.

Принцип дії основного сушильного барабана і його пристрій такі ж, як і барабанних сушарок інших конструкцій.

2.3 Швидкісна ротаційна сушарка Ван-ден-Броека

В ротаційній сушарці Ван-ден-Броека барабан поділений на секції, які в центрі мають отвори. (рис. 2.3) Сушильний агент через ці отвори проходить з великою швидкістю, при цьому утворюються завихрення потоку, які підтримують продукт в інтенсивному русі.

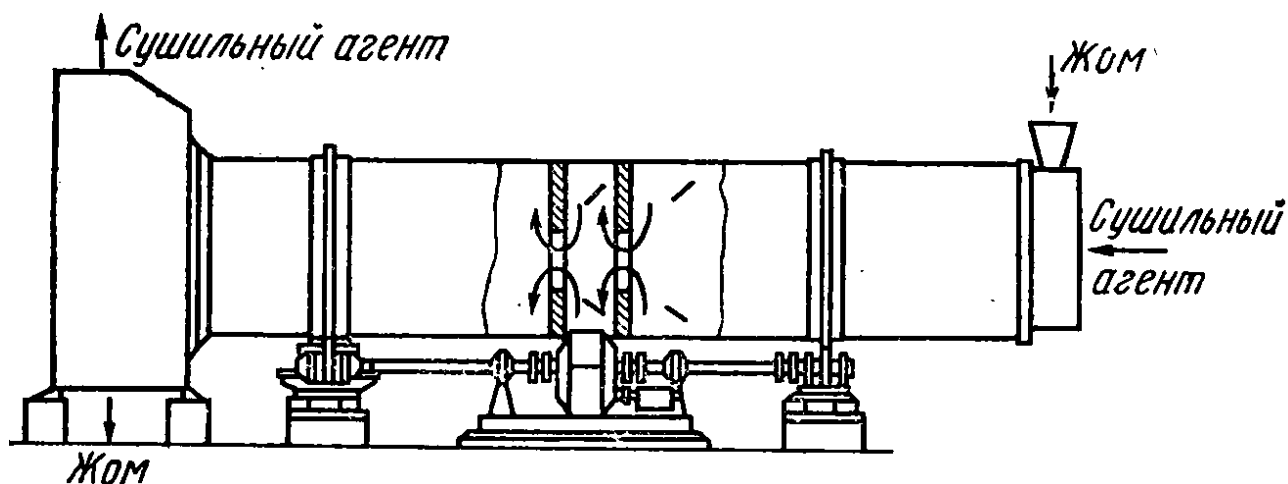


Рис. 2.4 Швидкісна ротаційна сушарка Ван-ден-Броека

При цьому в барабані здійснюється процес гравітаційного розділення висушеного і вологого жому. Милкі і легкі частки жому швидко висушуються і через отвори перегородок виносяться із барабану, а більш крупні (вологі) частки під дією власної ваги осідають на дно барабана на довший час, поступово переміщується вздовж стінок від секції до секції до тих пір, поки не висушується і не будуть винесені сушильним агентом через центральні отвори в перегородках в розвантажувальну камеру. При цьому частота обертання барабана становить 7 об/хв. Ця сушарка

характеризується низькою питомою витратою теплоти (до 3200 кДж/кг), рівномірністю висушування матеріалу, високою якістю сушеного жому. В даному дипломному проекті розглянута барабанна сушарка марки А2-ПСА продуктивністю по кінцевому продукту 175 т/добу для висушування віджатого жому димовими газами.

2.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Впровадження нової техніки та прогресивної організації виробництва дає можливість суттєво підняти економічну ефективність роботи підприємств харчових виробництв за рахунок підвищення продуктивності праці, скорочення витрат сировини та енергії.

Важливим засобом прискорення науково-технічного прогресу на підприємствах являється сучасна модернізація обладнання, заміна морально застарілої техніки на сучасну, яка не поступається по якості, надійності, металоємності та енергоємності кращим досягненням науки.

Невисока ефективність впровадження нової техніки часто пов'язана з недосконалістю конструктивних рішень окремих видів машин. Це недостатньо високі якість та надійність використовуваного обладнання.

Вдосконалення технологічного обладнання відбувається по наступних основних напрямках: підвищення якості, надійності і довговічності машин і механізмів, створення високопродуктивних апаратів, зручних для використання в механізованих і автоматизованих поточних лініях, використання стандартних і уніфікованих вузлів та деталей, зниження маси машини, зменшення їх габаритів та інше.

Подальше технічне переоснащення підприємств галузі вимагає підвищення технічної грамотності та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

На даний момент у громадському харчуванні більшість робіт виконується вручну, тож постійно ведуться розробки з метою замінити ручні роботи механізованими.

Запропонований у дипломному проекті варіант модернізації барабанної сушарки жому А2-ПСА передбачає можливість зменшити витрати палива за рахунок використання тепла відпрацьованого сушильного агенту, температура якого досягає 140°C.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне, соціальне обґрунтування		19-1687.ДП.06.002 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

До модернізації для розхолодження топкових газів у камері змішування використовувалося повітря навколишнього середовища, що має меншу кількість теплоти ніж відпрацьований газ. В камеру змішування в цьому випадку вноситься деяка кількість тепла з рециркуляційним сушильним агентом для охолодження топкових газів.

Запропонована модернізація жомосушильної установки має такі переваги :

- за рахунок використання рециркуляційних відпрацьованих газів зменшується витрати тепла в зовнішнє середовище.

- невеликі матеріальні витрати на модернізацію

- дозволяє використовувати менше палива і має зміну на краще на економічних показниках.

- жомосушіння дозволяє краще зберігати жом, внаслідок чого зменшується кількість відходів, на сьогоднішній день в Україні накопичено близько 17 млрд. тонн відходів з яких понад 4 млрд. тон високотоксичні .

- більш раціональне використання природних ресурсів, за рахунок рециркуляції.

Таким чином, економічна доцільність і технічна можливість модернізації та впровадження її в дію очевидна.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Жом — екстрагована (знесолоджена) бурякова стружка цукрових буряків, кормовий відхід цукробурякового виробництва.

Жом використовують для годівлі тварин у *свіжому, кислому (силосованому) та висушеному виді*.

Буряковий жом – найпроблемніший побічний продукт виробництва цукрових буряків. Його кількість сягає 80% від маси переробленої сировини. Досі споживачами цього продукту були тваринницькі ферми, і вони не справлялися з таким обсягом: жом досить швидко псується і повністю втрачає поживну цінність, це екологічна проблема.

Пектин є порошком від білого до сіро-коричневого кольору. Пектини містяться практично у всіх фруктах, овочах та ягодах. Їх можна отримувати із відходів виробництв харчової промисловості. Слід використовувати як пектиносодержащий сировини жом цукрових буряків, через наявність необхідної сировинної бази - цукрових заводів, на яких як побічний продукт утворюється буряковий жом.

- **Свіжий жом** містить 90—93 % води; суха речовина складається переважно з вуглеводів, добре перетравлюється. На повітрі швидко псується.
- **Кислий жом** одержують силосуванням свіжого. Він багатший, ніж свіжий, на протеїн, його краще поїдають тварини.
- **Сушений жом** — висушений свіжий або кислий жом. При зберіганні свіжого і кислого жому втрачається близько 40 % поживних речовин, тому свіжий жом часто сушать. Заводи випускають сушений жом у вигляді брикетів або розсипом.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабока ЕМ	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Разробник документа Каналко Р.О.	Назва, додаткова назва Характеристика вихідної сировини і готового продукту		19-1687.ДП.06.003 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.			Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/2

Жом — вуглеводистий корм і не замінює концентровані корми. У ньому мало азотистих речовин, немає *каротину*, є багато кальцію, тому в раціон *підгодівлі* включають білкові корми і багаті на фосфор *мінеральні* речовини жому

У 100 кг свіжого жому 11,8 кормових одиниць і 0,6 кг перетравного протеїну, кислого відповідно — 8,7 і 0,8, сушеного — 8,4 і 3,8.

Відгодівельній худобі згодують на добу 50—65 кг свіжого або кислого жому, молочним коровам — не більш як 40 кг. Сушений жом згодують коровам до 4 кг, попередньо розмочивши його водою (1 :3).

I – зона отримання робочого сушильного агенту (камера згорання);

II – зона камери змішування;

III – зона сушильного простору;

IV – зона виходу відпрацьованого сушильного агенту.

В камеру змішування в цьому випадку вноситься деяка кількість тепла з рециркуляційним сушильним агентом $Q_{p.r}$ для охолодження топкових газів.

Рівняння теплового балансу для жомосушальної установки з рециркуляцією відпрацьованого сушильного агенту має вигляд

$$Q_T + Q'_v + Q_{p.r} + Q_{v.ж} + Q'_{при} = Q_1 + Q_2 + Q_{c.ж} + Q_3 + Q_{T5} Q_{65}, \quad (4.1)$$

де $Q_{p.r}$ - тепло, яке надійшло в камеру змішування з рециркуляційними газами.

Для обчислення $Q_{p.r}$ необхідно знати такі величини, як кратність змішування K_p (коефіцієнт рециркуляції), теплоємність $c_{p.r}$ і об'єм $V_{p.r}$ рециркуляційних газів. Величини K_p , $V_{p.r}$, і $Q_{p.r}$ визначають за формулами:

$$K_p = (c_T \theta_T + c_{k.c} \theta_{k.c}) / (c_{k.c} \theta_{k.c} - c_{p.r} \theta_{p.r}); \quad (4.2)$$

$$V_{p.r} = K_p \cdot V_T; \quad (4.3)$$

$$Q_{p.r} = c_{p.r} \cdot V_{p.r} \cdot Q_{p.r} \quad (4.4)$$

Складність в обчисленнях зазначених величин полягає в необхідності визначення об'ємного складу рециркуляційних газів, які складаються з продуктів згорання палива при умовному коефіцієнті надлишку повітря за димососом α'' і парів води, виділених з жому. Умовний коефіцієнт надлишку повітря за димососом визначається за формулою

$$\alpha''_y = \alpha_T + \Delta \alpha'_{при} + \Delta \alpha''_{при} \quad (4.5)$$

Для визначення обсягу парів води жому, що міститься в відпрацьованому сушильному агенті, необхідно знати випаровуючу здатність палива (u), яка в свою чергу визначається з теплового балансу установки. Тому для складання теплового балансу жомосушильної установки з рециркуляцією сушильного агента необхідно задатися величиною u і методом наближень добитися бажаної точності. Первісне значення u можна прийняти на 5-6% більше, ніж без рециркуляції, при тих же видах і властивості палива, що спалюється і тому ж температурному режимі сушки. Для цього спочатку складають тепловий баланс жомосушильної установки без рециркуляції сушильного агента. Обсяг парів випареної води жому (V_{H_2O} , м³/кг), відносно 1 кг палива, можна визначити за формулою:

$$V_{H_2O} = u / \rho_{H_2O} \quad (4.6)$$

де $\rho_{H_2O} = 0.804$ – щільність водяної пари при нормальних умовах, м³/кг.

Теплоємність газів в камері змішування можна прийняти рівною теплоємності рециркуляційних газів при температурі $Q_{к.з.}$.

Об'ємний склад газів (м³/кг) в камері змішування визначають за формулами:

$$V_{RO_2} = (1 + \rho) V_{RO_2}; \quad (4.7)$$

$$V_{N_2}^{k.з} = (1 + \beta) \cdot V_{N_2}^0 \quad (4.8)$$

$$V_{H_2O}^{k.з} = (1 + \beta) \cdot V_{H_2O}^0 + \beta \cdot V_{H_2O}^M \quad (4.9)$$

$$V_B^{k.з} = (\alpha_T - 1) \cdot V_0 + (\alpha_{yx} - 1) \cdot \beta \cdot V^0 \quad (4.10)$$

При цьому визначають об'єм повітря в складі газів на вході в барабан і в розвантажувальну камеру:

$$V'_B = V_B^{k.c} + V'_{прис} \quad (4.11)$$

$$V''_B = V'_B + V''_{прис}$$

$$V_{прис}'' = \Delta\alpha'' \cdot V^0 \quad (4.12)$$

$$V_{прис}' = \Delta\alpha' \cdot V^0$$

Надалі розрахунок проводять визначаючи ентальпію газів на виході з камери змішування та їх температуру, те ж саме на вході в барабан, на виході з барабану і за димососом, втрати тепла від навколишнього охолодження барабану, корисно використане тепло і т. д. При визначенні ентальпії газів на виході з камери змішування і втрат тепла від охолодження барабану навколишнім середовищем параметри $Q_{в.г}$ та $Q''_п$ замінюють на $Q_{р.г}$.

Годинна об'ємна витрата газів на димосос визначають як суму об'ємних витрат продуктів згорання палива при α'' у, випареної вологи та рециркуляційних газів:

$$V_{о.а}^z = B \cdot (V_{yx} + u / \rho_{H_2O}) + V_{p.z}^u \quad (4.13)$$

$$V_{p.z} = B \cdot V_{yx} \quad (4.14)$$

Після проведення ряду розрахунків (див. розділ 6), використання відпрацьованого сушильного агенту дозволяє зменшити витрати палива в жомосушильному барабані на 3% в порівнянні з витратою палива в установці без рециркуляції.

4.2. Принцип роботи.

Установка призначена для сушіння вологого матеріалу сільськогосподарського призначення - бурячного жому, що є побічним продуктом цукрового виробництва і складає до 85% від загального обсягу переробленого буряку. Зміст сухих речовин на виході жома з установки становить до 90%. Сухий матеріал зручний у зберіганні, транспортуванні, екологічно чистий і придатний для подальшого застосування.

На сьогоднішній день найпоширенішим типом жомосушильної установки є установка барабанного типу. Жомосушильна установка барабанного типу складається з: топкової камери, в якій знаходиться газо-

мазутний пальник з регулятором тиску, камери змішування меласи та вологого жома, витяжної труби топкових газів, завантажувальної камери із системою завантаження матеріалу, барабана, сушильного приводу, вивантажувальної камери (системи вивантаження матеріалу), циклона (відводу пилу з камери), вентиляторів подачі та віддачі повітря, ємностей пожежогасіння, системи керування.

Бурячний жом подається в середину барабана за допомогою закріпленого в кінцевій частині топки завантажувального жолоба. Із завантажувального жолоба жом надходить на спіральні лопатки, розташовані в початковій частині барабана та за допомогою обертання передається в барабан, поки він не потрапить на хрестоподібні полки. В області хрестоподібних полиць, які є основним елементом розвантаження барабана, жом пересипається з полки на полицю, у той час як полки обертаються разом з усім барабаном. Рух жому у середині барабана забезпечується як його обертанням, так і тиском потоку газів, що виходять із топки.

При зіткненні жома з топковими газами, з вологого жома випаровується вода, що разом з газами та жомовим пилом видувається назовні за допомогою витяжного вентилятора, що перебуває на корпусі камери вивантаження (димососа), циклонів і димаря.

Тривалість знаходження жома в барабані може регулюватися за допомогою плоского шлюзового затвора барабана, що перебуває на зовнішній передній стінці.

Залежно від положення затвора міняється розміщення жома в середній частині барабана, а і отже тривалість знаходження жома в області гарячих топочних газів.

Із середньої частини барабана газів й водяна пара виводяться за допомогою спіралеподібних каналів, які проходять по всьому перерізу барабана. По периметру барабана знаходяться розвантажувальні лопатки, які направляють жом до камери вивантаження. Жом переходить із середньої

частини барабана в камеру вивантаження, звідки він попадає через патрубок на шнековий конвеєр розвантаження.

Сушарка Бютнера представляє собою барабан з внутрішньою хрестоподібною насадкою, яка при обертанні робить від 0,4 до 2 об / хв. Віджятий жом надходить з одного кінця барабана і поступово рухається до іншого, пересипаючись при обертанні барабана з полички на поличку.

Для висушування жому використовується тепло димових газів від спалювання палива в спеціальних топках або газів, що відходять з котельні заводу (у першому випадку температура газів 800 - 900° С, у другому 250 - 350° С).

Витрата умовного палива для сушарок системи Бютнер залежить від ступеня віджимання вологи перед сушінням і коливається від 45 до 75 кг на 100 кг сухого жому.

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

5.1 Загальні вимоги

Вибір матеріалів, які застосовуються в харчовому машинобудуванні при виготовленні деталей та приготування, зберігання та транспортування харчових продуктів, зумовлений наступними основними факторами:

- допустимістю контакту з харчовими продуктами (токсичністю матеріалу);
- економічною доцільністю застосування;
- вимогами до надійності та довговічності устаткування.

При проектуванні машин та апаратів харчового машинобудування ці завдання вирішуються шляхом застосування конструкційних матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, використання найбільш дешевих матеріалів, які відповідають вимогам конструкції, а також поєднання пар конструкційних матеріалів, що забезпечує найменшу можливість зношування поверхонь тертя. Довговічність визначається головним чином зносостійкістю деталей, тому одним із основних шляхів збільшення терміну служби та надійності роботи машини є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей.

По мірі зношування деталей в парах тертя збільшуються зазори, порушуються нормативна робота машини, виникає вібрація, ударні впливи на поверхні деталей.

Зношування деталей може призвести до їх руйнування, або внаслідок зношування поступово збільшуються змінні напруги, що може призвести до перевищення межі втомлюваності.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабо ЄМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів		19-1687.ДП.06.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

Вихід деталей з ладу внаслідок зношування також може призвести до простою машини, що порушує режим роботи на виробництві. Зносостійкість сталі можна підвищити гартуванням з високим відпуском, а при більш високих навантаженнях – гартуванням з низьким відпуском.

Ефективний спосіб підвищення зносостійкості – цементація сталі з наступним гартуванням та низьким відпуском.

Поряд з металами і сплавами в харчовому машинобудуванні широке застосування знаходять вироби з полімерів та гуми.

Внаслідок сукупності технічних властивостей гумових матеріалів їх застосовують для амортизації, ущільнення та герметизації в умовах повітряних та рідинних середовищ, в виробництві тари для зберігання мастил та пального, стрічок конвеєрів, різноманітних трубопроводів.

Для захисту металів від корозії широко застосовуються лакофарбові матеріали. Лакофарбові матеріали належать до групи плівкоутворюючих матеріалів. Після нанесення в рідкому стані на поверхню вони утворюють плівку.

Захист виробів від впливу зовнішнього середовища лакофарбовими покриттями є найбільш доступним і широко застосовується в машинобудуванні. За допомогою захисного покриття термін експлуатації апаратури, обладнання, різноманітних металоконструкцій збільшується в декілька разів.

5.2. Вибір конструкційних матеріалів.

Вибір конструкційних матеріалів для жомосушильних установок являється одною з найважливіших задач при їх проектуванні. Крім відповідності вимогам щодо механічних властивостей, конструкційні матеріали повинні задовольняти також деякі специфічні вимоги, наприклад,

відрізняється теплостійкістю, корозійною стійкістю, а також бути дешевими і недефіцитними.

Вибір матеріалу починається з уточнення робочих умов в апараті: температуру, тиск, хімічні властивості і концентрацію теплоносія, зміни навантажень. Тому необхідно вибирати такі матеріали, котрі відповідали б головним вимогам, які визначаються призначенням та умовами роботи обладнання.

В жомосушильному барабані внутрішній барабан з лопатками працює при температурах димових газів 750-900°C, при контакті з вологим продуктом та середовищем насиченим водяними парами. Тому для його виготовлення доцільно використати корозійностійку листову сталь марки 08X17T ГОСТ 5632-2014, яка володіє високою жаростійкістю і жароміцністю. Сталь марки 12X18H10T ДСТУ 4738:007 володіє високою пластичністю та зварюваністю, що є необхідною умовою для виготовлення лопаток насадок і з'єднання їх між собою.

Для виготовлення осей опорних коліс використаємо вуглецеву якісну конструкційну сталь марки 45 ДСТУ 7749:2015, гарячекатану круглого перерізу діаметром 165 мм, звичайної точності прокату В по ДСТУ 4738:2007, для холодної механічної обробки по всій поверхні підгрупи б, категорії 2. Готові вироби гартуються з високим відпуском до 197 НВ. Підшипникові опори виливаються з чавуну СЧ 15 ДСТУ 8833:2019.

Опорні колеса, на яких обертається барабан, доцільно виготовити з поковок зі сталі 40 ДСТУ 7749:2015 і піддати високому відпуску, після якого їх твердість становитиме 187 НВ. Твердість коліс повинна бути нижча ніж твердість бандажів, оскільки при зношенні робочих поверхонь, виготовлення та монтаж коліс значно дешевший. Для виготовлення бандажів приймаємо сталь Ст3, прокат прямокутний 165x265мм без термообробки, для якого твердість становить 217 НВ.

Таблиця 5.1

Матеріал і номер	Використання
Сталь 08Х17Т ГОСТ 5632-2014	Барабан жомосушильної установки
Сталь 12Х18 Н10Т ГОСТ 5632-72	Лопатки насадок і з'єднання їх між собою
Сталь Ст40 ДСТУ 7749:2015	Опорні колеса, на яких обертається барабан
Сталь 45 ДСТУ 7749:2015	Осі опорних коліс
Чавун СЧ 15 ДСТУ 8833:2019	Підшипникові опори
Сталь Ст3 ДСТУ 2651:2005	Прокат прямокутного перерізу 165-265*2мм для бандажів, 20*20*20мм для виготовлення рами привода

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

6.1 Конструкційний розрахунок

Розрахунок сушильного барабана при продуктивності 175 т/доб.

Об'єм сушильного барабана V (м³) знаходиться виходячи з величини напруження сушильного простору барабана по вологості $V = W / A$, напруження сушильного простору барабана по вологості приймається згідно норми . Ситова частина барабана в об'єм його при розрахунку не входить.

Кількість випареної вологи з бурякової стружки:

$$G_{H_2O} = G_{с.ж} \cdot \left(\frac{CB_2}{CB_1} - 1 \right) \quad (6.1)$$

Де $G_{с.ж}$ - продуктивність барабану по сушеному жому;

$$G_{H_2O} = 7290 \cdot (88/20 - 1) = 24786 \text{ кг/год}$$

Діаметр барабана]:

$$D^{\phi} = 0,635 \cdot \sqrt[3]{G_{H_2O} / A} \quad (6.2)$$

$$D^{\phi} = 0,635 \cdot \sqrt[3]{24786 / 160} = 3,4 \text{ м, приймаємо } 3,5 \text{ м}$$

Довжина барабана при $l/D=5,5$ рівна $L=5,5 \cdot 3,5=19,3 \text{ м, приймаємо } 20 \text{ м}$

Об'єм барабана сушарки :

$$V = \pi D^2 l / 4 = 3.15 \cdot 3.5^2 \cdot 20 / 4 = 192 \text{ м}^3 \quad (6.3)$$

Дійсна волого напруга об'єму барабана:

$$A = 24786 / 192 = 130 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.4)$$

Тривалість процесу сушіння:

Середня насипна густина жому:

$$\rho_{ср} = (\rho_1 - \rho_2) / \ln(\rho_1 / \rho_2) \quad (6.5)$$

$$\rho_{ср} = (340 - 230) / \ln(340 / 230) = 280 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_1 = 340 \text{ кг/м}^3; \rho_2 = 230 \text{ кг/м}^3$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Байко ЕМ	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Каналко Р.О.	Назва додаткова назва Розрахункова частина	19-1687.ДП.06.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/16

$$\tau = 2 \cdot \frac{\beta \cdot \rho_{cp}}{A} \cdot \frac{(\omega_1 - \omega_2)}{(200 - (\omega_1 + \omega_2))} \quad (6.2.6)$$

де ω_1 -вологість у віджатому жомі;

ω_2 -вологість у сушеному жомі;

β - коефіцієнт заповнення барабану;

$$\tau = 2 \cdot \frac{0,22 \cdot 280}{130} \cdot \frac{(80 - 12)}{(200 - (80 + 12))} = 0,59 \text{ год} = 36 \text{ хв}$$

Тривалість перебування жому в барабані залежить від багатьох факторів (конструкції барабану, насадок, швидкості руху сушильного агента, рівномірності подачі жому, коефіцієнта заповнення барабана і т. д.), тому при проектуванні барабанних сушильних установок доцільно передбачити можливість зміни частоти обертання барабана, що дозволяє встановити її оптимальне значення для даних умов. Приймаємо, що частота обертання барабана може змінюватись від 1,43 до 2,85 об/хв..

Визначаємо кількість води в % випаруваної при сушінні жому:

$$\omega = 88 - 22/88 \cdot 100 = 75\%$$

Визначаємо продуктивність сушарки по вологому жому:

$$G_{в.ж} = G_{с.ж} \cdot \frac{100 - W_2}{100 - W_1} = 175 \cdot \frac{100 - 12}{100 - 82} = 855 \text{ т / добу} = 35648 \text{ кг / год} \quad (6.7)$$

Визначаємо масу віджатого жому, що проходить через сушарку за час сушіння τ :

$$M_{в.ж} = G_{в.ж} \cdot \tau = 35648 \cdot 0,59 = 21032 \text{ кг} \quad (6.8)$$

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

$$\text{тоді маємо об'єм } V_{в.ж} = \frac{M_{в.ж}}{\rho} = \frac{21032}{350} = 60 \text{ м}^3 \quad (6.9)$$

Приймаємо, що середня вологість жому у барабані становить $W = 50\%$,

тоді об'ємна усадка жому в процесі сушіння становитиме $\delta = 65\%$

Визначимо об'єм та середню площу поперечного перерізу жому в

барабані:

$$V = V_{в.ж}(1-\delta) = 60(1-0,65) = 21 \text{ м}^3; \quad (6.10)$$

$$S = \frac{V}{L} = \frac{21}{20} = 1.05 \text{ м}^3; \quad (6.11)$$

де $L=20\text{м}$ - довжина барабана.

Визначаємо площу поперечного перерізу S' барабана без продукту: .

$$S' = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3.5^2}{4} = 9.6 \text{ м}^2; \quad (6.12)$$

де D - діаметр барабана.

Визначаємо площу вільного перерізу барабана з продуктом:

$$F = S' - S = 9.6 - 1.05 = 8.55 \text{ м}^2 \quad (6.13)$$

6.2 Розрахунок на міцність барабана сушарки

Барабан має дві опорні станції. Діаметр барабана $D=3500\text{мм}$; довжина $L=2000\text{мм}$; коефіцієнт заповнення барабана $\beta=0,22$; Насипна щільність барабану 280 кг/м^3 ;

Маса матеріалу що знаходиться в сушарці:

$$m_{ж} = \frac{\psi \cdot \rho \cdot L \cdot \pi \cdot D_0^2}{4} \quad (6.14)$$

$$m_{ж} = \frac{0,22 \cdot 280 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 3,5^2}{4} = 11847 \text{ кг}$$

Сумарна маса барабану та жому:

$$m = m_{б} + m_{ж} = 85000 + 11847 = 96847 \text{ кг};$$

Лінійне навантаження:

$$q = \frac{mg}{L} = \frac{96847 \cdot 9.81}{20} = 47516 \text{ Н / м} \quad (6.15)$$

Визначаємо опорні реакції в вертикальній площині (рис.6.1)

$$\sum M_A = 0; -q \frac{a_1}{2} \cdot a_1 + P \cdot a_2 - R_B \cdot (a_3 + a_2) + q \cdot (a_2 + a_3 + a_4) = 0$$

$$R_{By} = \frac{-47516 \cdot 2 \cdot 4 + 15000 \cdot 2 + 47516 \cdot 8 \cdot 16}{12} = 477660H$$

$$\sum M_A = 0; -q \frac{a_4}{2} \cdot a_4 - P \cdot a_3 + R_A \cdot (a_3 + a_2) - q \cdot (a_2 + a_3 + a_1) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{-47516 \cdot 2 \cdot 4 + 15000 \cdot 10 + 47516 \cdot 8 \cdot 16}{12} = 487660H$$

Перевірка: $\sum F_y = R_A - P + R_B - q \cdot l = 487660 - 15000 + 477660 - 47516 \cdot 20 = 0$

Визначаємо навантаження на опори:

$$Q_c = 0;$$

$$Q_A = -q \cdot a_1 = -47516 \cdot 4 = -190064H;$$

$$Q_A' = -q \cdot a_1 + R_A = -47516 \cdot 4 + 487660 = 677724H$$

$$Q_D = -q \cdot (a_1 + a_2) + R_A = -47516 \cdot 6 + 487660 = 202564H$$

$$Q_D' = -q \cdot (a_1 + a_2) + R_A - P = -47516 \cdot 6 + 487660 - 15000 = 187564H$$

$$Q_B = -q \cdot (a_1 + a_2 + a_3) + R_A - P = -47516 \cdot 16 + 487660 - 15000 = -287596H$$

$$Q_B' = -q \cdot (a_1 + a_2 + a_3) + R_A - P + R_B = -47516 \cdot 16 + 487660 - 15000 + 477660 = 190064H$$

$$Q_E = -q \cdot (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + R_A - P + R_B = -47516 \cdot 20 + 487660 - 15000 + 477660 = 0H$$

Визначаємо згинальні моменти у вертикальній площині:

$$M_c = 0;$$

$$M_A = -q \cdot \frac{a_1}{2} \cdot a_1 = -47516 \cdot 8 = -380128H \cdot m$$

$$M_D = -q \cdot \frac{(a_1 + a_2)}{2} (a_1 + a_2) + R_A \cdot a_2 = -47516 \cdot 18 + 487660 \cdot 2 = -120032H \cdot m$$

$$M_B = -q \cdot \frac{(a_1 + a_2 + a_3)}{2} (a_1 + a_2 + a_3) + R_A \cdot (a_2 + a_3) - P \cdot a_3 = -47516 \cdot 128 +$$

$$+ 487660 \cdot 12 - 15000 \cdot 10 = -380128H \cdot m$$

$$M_E = -q \cdot \frac{(a_1 + a_2 + a_3 + a_4)}{2} (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) + R_A \cdot (a_2 + a_3 + a_4) - P \cdot (a_3 + a_4) + R_B \cdot a_4 =$$

$$= -47516 \cdot 200 + 487660 \cdot 16 - 15000 \cdot 14 + 477660 \cdot 4 = 0H \cdot m$$

Максимальний згинальний момент, який діє на барабан становить
 $M = 380128 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Момент опору перерізу барабану:

$$W = \frac{S_6 \cdot \pi \cdot D^2}{4} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 3.14 \cdot 3.5^2}{4} = 0.19 \text{ м}^3; \quad (6.16)$$

Напруження в корпусі барабана:

$$\sigma = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{380128}{0.19} = 2000673 \text{ Па} = 2 \text{ МПа} \quad (6.17)$$

Умова міцності виконується $\sigma < [\sigma]$
 $2 \text{ МПа} < 10 \text{ МПа}$

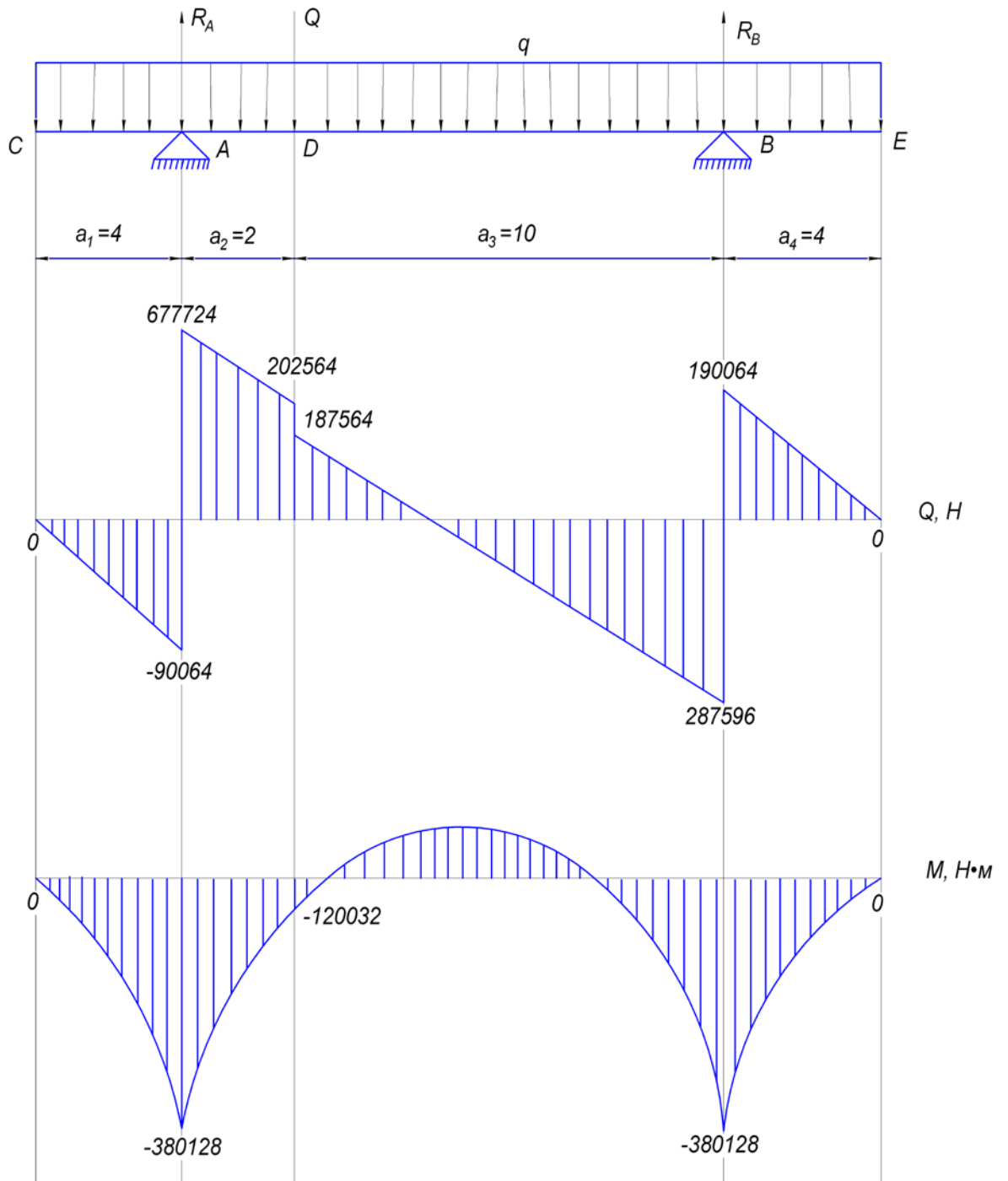


Рис. 6.1 Епюри згинальних моментів

6.3. Визначення потужності приводу

Визначаємо потужність в кВт, необхідну для приводу барабана за формулою:

$$N = \frac{N_0 + N_1 + N_2 + N_3}{\eta}, \quad (6.18)$$

де N_0 -потужність необхідна для подолання тертя між зубчастим вінцем і колесом, кВт;

N_1 - потужність на подолання тертя ковзання цапф зубчастого колеса в підшипниках, кВт;

N_2 - потужність на підйом жому відповідно в середину барабана і у верхню частину барабана;

N_3 - потужність на підйом жому в барабан до кута природного підкошу та на переміщення, кВт;

η – загальний ККД приводу;

Визначаємо масу жому в барабані при номінальному режимі роботи сушарки;

$$m_{жс} = \frac{\psi \cdot \rho \cdot L \cdot \pi \cdot D_0^2}{4} \quad (6.19)$$

$$m_{жс} = \frac{0,22 \cdot 280 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 3,5^2}{4} = 11847 \text{ кг}$$

Відповідно до окремих розрахунків маса барабану без продукту становить $M_b=85000$ кг. Барабан підтримується на 4 опорних роликах: $z=4$. Кут розміщення коліс відносно вертикальної осі барабана становить $\alpha=30^\circ$.

Визначаємо реакцію зубчатого колеса:

$$P \frac{(M + M_0)g}{z \cdot \cos \alpha} = \frac{(11847 + 85000)9.81}{4 \cdot \cos 30^\circ} = 274586.4 \text{ Н} \quad (6.20)$$

Визначаємо N_0 за формулою:

$$N_0 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_g}{D_k} \cdot P \cdot \mu \cdot z \cdot n \cdot 10^{-3} \quad (6.21)$$

де D_B і D_K - діаметри відповідно зубчатого вінця і зубчатого колеса, м.
відповідно до конструктивних особливостей барабану сушарки приймаємо

$$D_B = 4,3\text{м}; D_K = 0,7\text{м}.$$

μ - коефіцієнт тертя. При коченні сталі по сталі $\mu = 5 \cdot 10^{-4}$.

π - частота обертання барабану, об/с. $\pi = 1,75 \text{ об/хв.} = 0,029 \text{ об/с}$

Тоді

$$N_0 = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{4,3}{0,7} \cdot 274586,4 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 0,029 = 0,614 \text{кВт}$$

Визначаємо N_1 за формулою:

$$N_1 = \frac{D_a}{D_K} \cdot \pi \cdot d_u \cdot P \cdot f \cdot z \cdot n; \quad (6.22)$$

де d_u – діаметр цапф валів опорного колеса, м;

Приймаємо $d_u = 0,16\text{м}$,

f – коефіцієнт тертя в підшипниках. Для підшипників кочення $f = 0,015$.

тоді

$$N_1 = \frac{4,3}{0,7} \cdot 3,14 \cdot 0,16 \cdot 274586,4 \cdot 0,015 \cdot 4 \cdot 0,029 = 1,47 \text{кВт}$$

Визначаємо N_2 за формулою:

$$N_2 = \frac{M \cdot g \cdot h}{1000 \cdot t}; \quad (6.23)$$

де h – середня висота підйому часток матеріалу, м. $h = 0,6 \cdot D$:

$$h = 0,6 \cdot 3500 = 2100 \text{мм} = 2,1\text{м}$$

Час підйому матеріалу на висоту h визначається за формулою:

$$t = \frac{\varphi}{\omega}, \quad (6.24.)$$

де φ – кут підйому матеріалу, рад

$$\varphi = 180^\circ - \arccos\left(\frac{2 \cdot h}{D} - 1\right) = 180 - \arccos\left(\frac{2 \cdot 2,1}{3,5} - 1\right) = 101,54^\circ = 1,77 \text{рад} \quad (6.25)$$

Кутова швидкість барабану становить:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1,75}{30} = 0,183 \text{рад/с}; \quad (6.26)$$

Підставляючи дані отримаємо:

$$N_2 = \frac{M \cdot g \cdot h}{1000 \cdot t} = \frac{11847 \cdot 9,81 \cdot 2,1 \cdot 0,183}{1000 \cdot 1,77} = 25,23 \text{ кВт}$$

Визначаємо N_3 всередині барабана за формулою:

$$N_3 = N_{\text{під}} + N_{\text{зміш}} \quad (6.27)$$

де $N_{\text{під}}$ - необхідна потужність для підйому продукту до кута природного відкосу, кВт;

$N_{\text{зміш}}$ - необхідна потужність для підйому продукту вище кута природного відкосу, кВт;

Визначаємо $N_{\text{під}}$ за формулою:

$$N_{\text{під}} = \frac{M \cdot g \cdot R \cdot (1 - \cos \psi) \cdot \omega}{1000 \cdot \psi}; \quad (6.28)$$

де R_0 - радіус центра ваги насипу продукту в барабані, м. Товщина шару жому в барабані $H=0,8$ м. Тоді $R_0=H/2=0,4$ м.

Ψ - кут природного відкосу, рад; $\psi=48^\circ=0,838$ рад:

тоді

$$N_{\text{під}} = \frac{11845 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,999) \cdot 0,183}{1000 \cdot 0,838} = 10,1 \text{ кВт}$$

Визначаємо $N_{\text{зміш}}$

$$N_{\text{зміш}} = M \cdot g \cdot R \cdot \sin \psi \cdot \omega \cdot 10^3 \quad (6.29)$$

$$N_{\text{зміш}} = 11845 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \cdot 0,015 \cdot 0,183 \cdot 10^3 = 0,127 \text{ кВт};$$

тоді

$$N_3 = 10,1 + 0,127 = 10,227 \text{ кВт};$$

Визначаємо загальний коефіцієнт корисної дії приводу за формулою:

$$\eta = \eta_{\text{ф}}^2 \cdot \eta_{\text{п}}^2 \cdot \eta_{\text{м}}^4 \cdot \eta_{\text{р}}, \quad (6.30)$$

де $\eta_{\text{ф}}$ - ККД зубчастої передачі = 0,94

$\eta_{\text{п}}$ - ККД підшипників = 0,994

$\eta_{\text{м}}$ - ККД муфти компенсуючої = 0,992

$\eta_{\text{р}}$ - ККД редуктора. Для трьохступінчастого редуктора = 0,97.

Підставляючи дані отримаємо:

$$\eta = 0,94^2 \cdot 0,994^2 \cdot 0,992^2 \cdot 0,97 = 0,82$$

$$N = \frac{0,614 + 1,47 + 25,23 + 10,23}{0,82} = 46,23 \text{ кВт}$$

По каталогу підбираємо асинхронний трифазний двигун типу АО2-92-6, для якого $N_d = 55 \text{ кВт}$, частота обертання 735 об/хв.

6.4 Кінематичний розрахунок

Визначаємо загальне передаточне число приводу:

$$U = \frac{n_{об}}{n_6} = \frac{735}{1,75} = 418 \quad (6.31)$$

Визначаємо передаточне число зубчастої передачі:

$$U_3 = \frac{D_6}{D_к} = \frac{4,3}{0,7} = 7,8 \quad (6.32)$$

Визначаємо передаточне число редуктора:

$$U = \frac{U}{U_3} = \frac{418}{7,8} = 53 \quad (6.32)$$

По каталогу підбираємо редуктор Ц2У-400Н-25-12

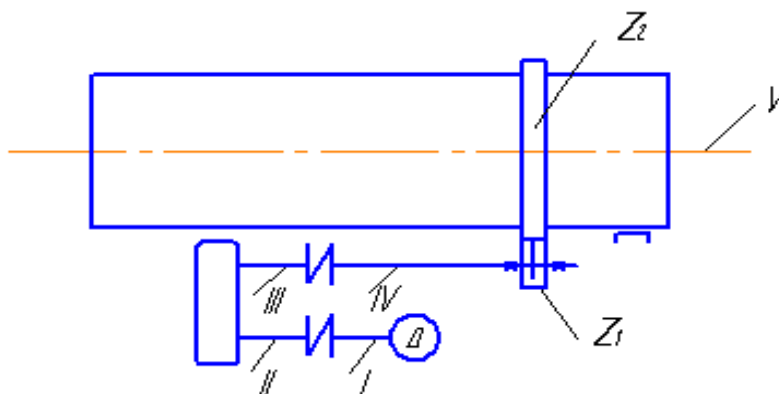


Рис.6.2 Кінематична схема приводу барабана.

Визначаємо потужності на валах приводу (рис 6.2) ;

$$N_{дв} = N_1 = 55 \text{ кВт} .$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_M = 55 \cdot 0,992 = 54,56 \text{ кВт} .$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_p = 54,56 \cdot 0,97 = 52,9 \text{ кВт} .$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_M = 52,9 \cdot 0,992 = 52,49 \text{ кВт} .$$

$$N_5 = N_4 \cdot \eta_z^2 \cdot \eta_{п}^2 = 52,49 \cdot 0,94^2 \cdot 0,994^2 = 45,82 \text{ кВт} .$$

Визначаємо частоту обертання валів приводу:

$$n_1 = n_2 = 735 \text{ об/хв} .$$

$$n_3 = n_4 = n_2 / U_{ред.} = 735 / 53 = 13,87 \text{ об/хв} .$$

$$n_5 = n_4 / I_{зуб.пер.} = 13,87 / 7,8 = 1,77 \text{ об/хв} .$$

Визначаємо кутові швидкості валів:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 735}{30} = 73,93 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ;$$

$$\omega_2 = \omega_1 = 73,93 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ;$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 13,87}{30} = 1,45 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ;$$

$$\omega_4 = \omega_3 = 1,45 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ;$$

$$\omega_5 = \frac{\pi \cdot n_5}{30} = \frac{3,14 \cdot 1,77}{30} = 0,18 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ;$$

Визначення крутного моменту на валах механізму ;

$$T_1 = N_1 / \omega_1 = 55 / 73,93 = 743 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$T_2 = T_1 \cdot \eta_M = 743 \cdot 0,992 = 738 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$T_3 = T_2 \cdot U_p \cdot \eta_p = 738 \cdot 53 \cdot 0,97 = 37940 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$T_4 = T_3 \cdot \eta_M = 37940 \cdot 0,992 = 37637 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$T_5 = T_4 \cdot U_f \cdot \eta_z^2 \cdot \eta_{п}^2 = 37637 \cdot 7,8 \cdot 0,94^2 \cdot 0,994^2 = 256293 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

Результати розрахунків заносим в таблицю б. 1

Таблиця 6. 1

№ валу	N,кВт	n,об/хв	$\omega, \frac{рад}{с}$	T,Н·м	U
1	55	735	73,93	743	-
2	54,56	735	73,93	738	55
3	52,9	13,87	1,45	37940	
4	52,49	13,87	1,45	37637	7,8
5	45,82	1,77	0,18	256293	

6.5. Розрахунок шнекового транспортера

Шнекові пристрої (транспортери) широко застосовують як завантажувальні так і розвантажувальні. Кожний такий пристрій являє собою циліндричний кожух, всередині якого розміщений шнек. Кожух має приймальний бункер і спеціально оформлений отвір (матриця, сопло, мундштук). Кожний пристрій оснащений приводом.

З досвіду роботи відомо, що під дією гвинтової поверхні шнека, транспортуєчий матеріал рухається не паралельно його вісі, а гвинтоподібно зі змінною швидкістю в осьовому та радіальному напрямках в залежності від відстані частинок матеріалу до вісі шнека, від коефіцієнта тертя і величини протитиску.

Розрахувати та сконструювати шнек, якщо відома продуктивність шнекового пристрою $\Pi = 11,6$ кг/с, максимальний тиск $P_{\max} = 150$ кПа, коефіцієнти внутрішнього тертя продукту (віджати жом) $t = 0,3$, густина віджатого жому, $q = 320$ кг/м³. Зовнішній діаметр шнека D приймаємо рівним 700 мм, а крок:

$$H = 0,8 \cdot 700 = 560 \text{ мм} . \quad (6.33)$$

Граничний діаметр вала шнека дорівнює 105 мм ($a = 7$) . Кут підйому гвинтових ліній на зовнішній стороні шнека і біля вала:

$$d_d = \arctg (0,56 / (3,14 \cdot 0,7)) = 14,2517^\circ = 14^{\circ}15' ; \quad (6.34)$$

$$d_d = \arctg (0,56 / (3,14 \cdot 0,105)) = 59,5126^\circ = 59^{\circ}42' ;$$

Середнє значення кута підйому гвинтових ліній витка шнека :

$$d_{cp} = 0,5 (14^{\circ}15' + 59^{\circ}42') / 2 = 18^{\circ}6' .$$

Допоміжні величини дорівнюють :

$$\cos 18^{\circ}6' = 0,8982 ;$$

$$\operatorname{tg} 18^{\circ}6' = 0,3365 ; \cos 2 \cdot 18^{\circ}6' = 0,6045 ;$$

Коефіцієнт відставання частинок матеріалу в осьовому напрямку :

$$k_0 = 1 - (0,8982 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,6045) = 0,192 ;$$

Згинаючий момент у виткові шнека по внутрішньому контуру, тобто біля вала:

$$M = (0,15 \cdot 10^6 \cdot 0,15^2) / 32 \cdot 1,9 \cdot 0,7 \cdot 7^{-4} - 1,2 \cdot 7^{-2} - 5,2 \cdot \ln 7 = - 659,42 \text{ Нм/м} ;$$

Витки шнека будуть виготовлені із сталі 10 , для якої допустиме напруження при згині можна прийняти рівним допустимому напруженню при розтягу , тобто $125 \cdot 10^6$ Па . Тоді товщина витка шнека буде :

$$S = \sqrt{6 \cdot 659,42 / (125 \cdot 10^6)} = 0,0056 \text{ м} = 5,6 \text{ мм} .$$

Приймаємо $S = 6$ мм

Площа внутрішньої поверхні (циліндричної) корпусу пристрою по довжині одного кроку :

$$F_b = 3,14 \cdot 0,7 \cdot (0,56 - 0,105) = 1 \text{ м}^2 ;$$

Довжини розгортки гвинтових ліній :

$$l = \sqrt{0,56^2 + (3,14 \cdot 0,105)^2} = 0,649 \text{ м} ;$$

$$L = \sqrt{0,56^2 + (3,14 \cdot 0,7)^2} = 1,23 \text{ м} ;$$

Площа поверхні витка шнека по довжині одного кроку:

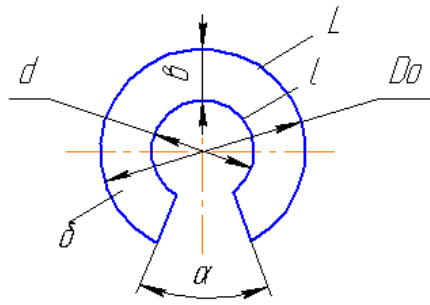
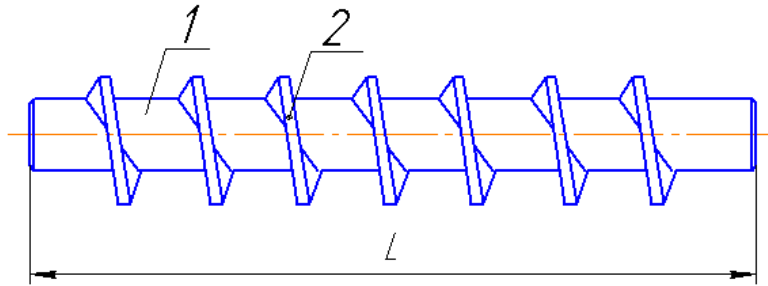


Рис. а Кільце заготовка шнека



$$F_M = 1/(4 \cdot 3,14) \cdot (3,14 \cdot 0,7 \cdot 1,23 - 3,14 \cdot 0,105 \cdot 0,649 + 0,56^2 \ln(0,7 \cdot 2 \cdot 1,24 \div \div 0,105 + 2 \cdot 0,649)) = 0,226 \text{ м}^2;$$

Що задовольняє умови роботи , бо $F_M < F_B$

Крутний момент при 6-ти робочих витках шнека :

$$M_{кр} = 0,313 \cdot 6 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (0,7^3 - 0,105^3) \cdot 0,3365 = 13562 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

Вісьове зусилля :

$$S = 0,393 \cdot 6 \cdot (0,7^2 - 0,105^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 169413 \text{ Н};$$

Нормальне і дотичне напруження вала :

$$G_{ст} = 169413 \cdot 0,785 \cdot 0,48^2 = 3064 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$\tau = 13562 \cdot 16 \cdot 3,14 \cdot 0,48^3 = 7535,2 \cdot 10^5 \text{ Па} = 753,52 \text{ МПа};$$

Еквівалентне напруження :

$$G_e = \sqrt{(306,4^4 + 4 \cdot 753,52^2) \cdot 10^{12}} = 236,5 \cdot 10^5 = 236,5 \text{ МПа};$$

Знаходиться в межах допустимого напруження для матеріалу вала шнека (Ст. 5). Приймаючи коефіцієнт заповнення рівним одиниці, отримуємо кутову швидкість шнека :

$$\omega = (11,6/0,125) / ((0,7^2 - 0,105^2) \cdot (0,56 - 0,006) \cdot 0,693 \cdot 320) = 1,7 \text{ рад/с} - (35 \text{ об/хв})$$

Тепер знайдемо розміри заготовок витків та їх число . Нехай довжина шнека дорівнює $6 \cdot 560 = 3600 \text{ мм}$;

Ширина витків буде дорівнювати :

$$v = 0,5 (0,7 - 0,105) = 0,029 \text{ м} = 29 \text{ см};$$

приймаємо $v = 30 \text{ см}$;

Кут відрізу в кільці заготовки буде дорівнювати:

$$\alpha_0 = 2 \cdot 3,14 - (1,23 - 0,649) / 0,03 = 0,74 \text{ рад} = 42^{\circ}26';$$

Вибір електродвигуна та кінематичний розрахунок привода шнекового транспортера.

Потужність на валу гвинта визначимо за формулою :

$$N_0 = \frac{Q_d + h_r \cdot \omega_k}{3670} + \frac{Q_s \cdot H}{3670} = (320 \cdot 2,832 \cdot 1,2) / (3670 + 320 \cdot 0,1) \cdot 3670 = 4,62 \text{ кВт},$$

де $w_k = 1,2$ – за таблицею розрахункових коефіцієнтів .

Вибираємо схему привідного механізму конвеєра , який складається з електродвигуна, двоступінчастого редуктора і пари прямозубих циліндричних коліс закритого типу.

Коефіцієнт корисної дії двоступінчастого редуктора, становить $\eta_p = 0,96$. Врахувавши ККД муфти, які з'єднують редуктор з двигуном, $\eta_m = 0,99$.

і ККД пари прямозубих циліндричних коліс закритого типу $\eta_{кц} = 0,96$;

. Матимемо загальний ККД привода :

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_{кз} = 0,96 \cdot 0,99 \cdot 0,96 = 0,92;$$

Установчу потужність електродвигуна привода конвеєра знайдемо за формулою :

$$N = N_0 / \eta = 4,62 / 0,92 = 5,1 \text{ кВт}.$$

Вибираємо за каталогом електродвигун типу 4А112М4У3 потужністю $N = 5,5 \text{ кВт}$, $n = 1440 \text{ об/хв}$. Передаточне число приводного механізму : $i_n = 1440 / 35 = 41$.Вибираємо за каталогом редуктор Ц2У-315Н-40-12 з передаточним числом 40.

6.6 Розрахунок бандажу

Прийmemo : діаметр опорних роликів $D_{op} = 1200$ мм; діаметр бандажу $D_6 = 4000$ мм ; діаметр цапфи вісі ролика $d_{ц.р.} = 200$ мм; діаметр цапфи упорного ролика $d_{ц.у.р} = 110$ мм довжина кінцевих участків барабана $l_1 = 4$ м. Звідси відстань між опорами (між бандажами)

$$L_6 = 20 \cdot 2 \cdot 4 = 12 \text{ м};$$

Тепер переходимо до вибору бандажів . Навантаження на 1 бандаж буде :

$$P = G / (2 \cos \alpha) = 96847 / (2 \cdot \cos 2) = 48472 \text{ кгс};$$

Приймаємо число башмаків для даного діаметру барабана $m = 30$.

Відстань між опорами складе

$$l = (\pi \cdot D_6) / m = (3,14 \cdot 430) / 30 = 45 \text{ см};$$

Реакція опорного ролика :

$$R = P / (2 \cdot \cos 30^0) = 48472 / (2 \cos 30^0) = 28018 \text{ кгс}.$$

“Мах” згинаючий момент в точці контакту ролика та бандажу:

$$M_{max} = (28018 \cdot 45) / 4 = 315208 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Для сталюого лиття, з якого виготовлений бандаж, допустиме напруження $[G] = 1560 \text{ кгс/см}^2$.

Момент опору перерізу бандажа:

$$W = (v \cdot h^2) / G ; W = M_{max} / G = 315208 / 1560 = 202 \text{ см}^3;$$

Бандаж прямокутного перерізу. Задаємоь шириною бандажу $V = 30$ см, знаходимо його висоту

$$H = \sqrt{(6 \cdot W) / V} = \sqrt{(6 \cdot 202) / 30} = 6,36 \text{ мм};$$

Вибираємо стандартизований бандаж з розмірами $V \times H = 300 \times 230$ мм

Проводимо перевірку опорного ролика, ширина якого більша ширини бандажу. Так, для барабанів $D = 3500$ мм при діаметру бандажів $D_6 = 4000$ мм рекомендована ширина ролика $v = 480$ мм . Діаметр цього ролика $D_{o.p.} = 1200$ мм.

Провіримо співвідношення розмірів ролика та бандажа

$$0,15 \cdot D_{\text{бан}} \leq D_{\text{о.р.}} \leq 0,33 \cdot D_{\text{бан}};$$

$$600 < 1200 < 1320;$$

Знаючи реакцію опорного ролика, перевіримо ширину бандажа за формулою :

$$B \geq R/F \text{ см} \quad (6.35)$$

$$B \geq 28018/2000 = 14 \text{ см};$$

в дійсності $B = 300 \text{ мм};$

Проводимо перевірку розмірів ролика та бандажу на контактну міцність (напруга в місці дотикання):

$$P_o = 0,418 * \sqrt{\frac{R}{B} \cdot E \cdot \frac{R_{\sigma} + \Gamma_{\text{о.р.}}}{R_{\sigma} \cdot \Gamma_{\text{о.р.}}} \leq G ; \quad (6.36)$$

$$P_o = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{28018}{20} \cdot 1,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{(1365 + 300)}{1365 \cdot 300}} = 1077,5 \text{ кгс / м}^2 < [G];$$

Умова міцності виконується.

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Плита є корпусною деталлю. Центрування виконується по внутрішній циліндричній поверхні Ф32Н8. Чотири отвора М5-7Н служать для кріплення кришки.

Матеріал - сталь вуглецева, звичайної якості, марки Сталь 25 ДСТУ 2651:2005. Матеріал має такі властивості: Ливарні якості та оброблюваність різанням - хороші. Застосовується для різних деталей в машинобудуванні.

Хімічний склад.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
0,22- 0,3	0,17- 0,37	0,5- 0,8	до 0,25	до 0.04	до 0.04	до 0,25

Гранично - допустима концентрація шкідливих домішок стали 30 наступна: S (не більше) 0. 04%, фосфор (не більше) 0. 035 %.

Марка	σ_B	σ_T	HB
	Н/мм ²		Нм/см ²
Сталь 20	450	275	170

Обґрунтування вибору заготовки та метод її отримання

На підставі аналізу деталі за кресленням, навчальної та довідкової літератури вибираємо спосіб отримання заготовки: лита заготівка II-го класу точності. Відлиття II-го класу точності забезпечуються формуванням з механізованим вийманням дерев'яної моделі, з форм і із заливкою в сирі і підсушені форми (лиття у форми, виготовлені машинної формуванням з металевих моделей). Литі заготовки проходять попередню обробку, яка включає такі операції як зачистка, обдирання, торцювання і центрування.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологічний маршрут виготовлення деталі		19-1687.ДП.06.007 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/16

Обґрунтування вибору типу виробництва

Для визначення типу виробництва скористаємося табличним методом, відповідно до табл. 2. При масі деталі 3,5 кг і річному обсязі випуску виробів N=900 шт. Приймаємо малосерійне виробництво.

Таблиця 7.1.

Залежність типу виробництва від обсягу випуску і маси деталі.

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт		
	легкі, масою до 20 кг.	середні, масою 20...30 кг.	важкі, масою більше 30 кг
Одиничне	до 100	до 10	1...5
Малосерійне	101...500	11...200	6...100
Середньосерійне	501...5000	201...1000	101...300
Великосерійне	5001...50000	1001...5000	301...1000
Масове	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Розмір партії деталей n можна визначити за формулою

де N=900 шт. - річна програма випуску деталей;

t=5 - кількість днів, на який необхідно мати запас деталей;

F=245 - кількість робочих днів у році.

Підставивши у формулу значення, одержимо:

$$\frac{N*t}{F} = \frac{900*5}{245} = 18 \text{ шт.}$$

Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристроїв, інструмент оброблювальний, контрольний
10 10.1	Заготівельна Відлити заготовку діаметром 129 і довжиною 46 за типовим технологічним процесом «Лиття в	Піч ІСТ-0,16 Верстат слюсарний С-1 дробеструменевий апарат 44112

10.2	пісчані форми »	Терпуг тригранний L=125, №2 Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05 Електропіч шахтна ПН-32
10.3	Зачистити поверхню виливку від формувального піску, шлаку, облою, зрізати живильники і літники, зачистити задирки.	
10.4	Контроль розмірів з врахуванням припусків на механічну обробку, зовнішнього вигляду, відсутність тріщин і раковин на поверхні виливку.	
10.5	Завантажити виливки в піч, та відпалити за Типовим технологічним процесом, вивантажити виливки.	
	Контроль режимів відпалювання за діаграмою потенціометра.	
20	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20. 3-х кулачковий патрон. Різець правий прохідний Т15К6 Різець канавковий Т15К6 Різець розточний Т15К6 Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
20.1	Встановити, закріпити деталь в 4-х кулачковому патроні, зняти.	
	База – необроблена поверхня 92x92.	
20.2	Точити торець Ф75h8 на розмір 44.	
20.3	Точити начорно та начисто Ф75h8.	
20.4	Точити канавку 4 на Ф70.	
20.5	Розточити Ф20Н8 начорно та	
20.6	начисто.	
20.7	Розточити Ф42 на розмір 3.	
20.8	Розточити фаску 1x45° Контроль розмірів.	
30	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20. 3-х кулачковий патрон Різець розточний Т15К6 Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
30.1	Встановити, закріпити деталь в 3-х кулачковому патроні, зняти.	
	База – оброблена поверхня Ф75.	
30.2	Точити торець 92x92 на розмір 42.	
30.3	Розточити начорно і начисто діаметр	
30.4	32Н8.	
30.5	Розточити фаску 1x45°	
30.6	Розточити фаску 1x45° Контроль розмірів.	
40	Свердлильна	Вертикально - фрезерний верстат консольний
40.1	Встановити, закріпити деталь у	

40.2	спеціальному пристосуванні, зняти. База – поверхня Ф20 і торець.	6Р13Ф3 - 01 Пристосування спеціальне.
40.3	Сверлить отв. Ф11,6 Нарізати різьбу К 1/2` Контроль розмірів.	Свердло Ф11,6 Т15К6 Метчик К 1/4" Р6М5 Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
50	Свердлильна	Вертикально - фрезерний
50.1	Встановити, закріпити деталь у спеціальному пристосуванні, зняти.	верстат консольний 6Р13Ф3 - 01
50.2	База – поверхня Ф80 і торець. Сверлить отв. Ф5	Пристосування спеціальне. Свердло Ф5 Т15К6
50.3	Контроль розмірів.	Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
60	Свердлильна	Вертикально - фрезерний
60.1	Встановити, закріпити деталь у спеціальному пристосуванні, зняти.	верстат консольний 6Р13Ф3 - 01
60.2	База – поверхня Ф75 і торець. Сверлить 4 отв. Ф4.1	Пристосування спеціальне. Свердло Ф11 Т15К6
60.3	Нарізати різьбу М5-7Н	Свердло Ф4.1 Т15К6
60.4	Сверлить 4 отв. Ф11	Метчик М5-7Н Р6М5
60.5	Контроль розмірів.	Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05
70	Слюсарна	Верстат слюсарний С-1
70.1	Зачистити задирки, притупити гострі кромки.	Лещата слюсарні Т-160 Терпуг плоский L=350, №2
70.2	Візуальний контроль	
80	Упаковка	
80.1	Упакувати деталь в обгортувальний папір.	
80.2	Скласти в тару цехову.	

Визначення припусків на обробку

Розрахунок загального припуску заготовки ведемо за розміром $D = 75h8$

Технологічний процес обробки містить у собі 3 переходу:

- чорнове точіння $h12, Ra=3.2$ мкм,

- чистове точіння $h_8, Ra=2.5$ мкм.

Поля допусків:

- заготовка $Td_0 = 1.600$ мм;

- чорнове точіння $Td_1 = 0.300$ мм;

- чистове точіння $Td_2 = 0.046$ мм;

Аналітичний метод визначення припусків базується на аналізі похибок, що виникає за конкретних умов обробки заготовки.

Сумарне відхилення розташування поверхні у заготовки, одержуваних литтям, точність і якість поверхонь :

- для заготовки

$$Rz_0 + h_0 = 0.8 \text{ мм};$$

Якість поверхонь після механічної обробки;

- для чорнового точіння $Rz_1 = 0.040$ мм, $h_1 = 0.060$ мм;

- для чистового точіння $Rz_2 = 0.030$ мм, $h_2 = 0.040$ мм;

Для визначення припусків будемо використовувати формулу:

$$2 \cdot z_{i_min} = 2 \cdot \left[(R_{z_{i-1}} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]$$

де: $R_{z_{i-1}}$ - висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - сумарні відхилення розташування поверхні;

ε_i - похибка установки заготовки на виконуваному переході.

Сумарні просторові відхилення $\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\hat{\varepsilon}}^2 + \Delta_{\hat{\delta}}^2}$,

де

$$\Delta_{\hat{\varepsilon}} = 0.003 \text{ мм/мм}, L = 17 \text{ мм};$$

$$\Delta_{\hat{\delta}} = \Delta_{\hat{\varepsilon}} \cdot L = 0.003 \cdot 17 = 0.051 \text{ мм};$$

$$\Delta_{\hat{\delta}} = 0.001 \text{ мм/мм} - \text{питомий перекіс осі};$$

$$\Delta_{\tilde{r}_i} = \Delta_{\tilde{r}_i} \cdot D = 0.001 \cdot 75 = 0.075 \text{ , мм};$$

Для заготовки

$$\Delta_{\Sigma 0} = \sqrt{\Delta_{\hat{e}\hat{d}}^2 + \Delta_{\tilde{r}_i}^2} = \sqrt{0.051^2 + 0.075^2} = 0.091 \text{ мм};$$

Сумарні і просторові відхилення після обробки визначаємо за формулою

$$\Delta_{\Sigma i} = K_{\phi} \cdot \Delta_{\Sigma 0},$$

де K_{ϕ} - коефіцієнт уточнення

$$\text{для чорнового точіння: } K_{\phi 1} = 0.06; \Delta_{\Sigma 1} = K_{\phi 1} \cdot \Delta_{\Sigma 0} = 0.06 \cdot 0.091 = 0.005$$

мм;

$$\text{для чистового точіння } K_{\phi 2} = 0.04; \Delta_{\Sigma 2} = K_{\phi 2} \cdot \Delta_{\Sigma 0} = 0.04 \cdot 0.091 = 0.004$$

мм;

Визначаємо похибка установки $\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{\hat{a}}^2 + \varepsilon_{\zeta}^2},$

$\varepsilon_{\hat{a}} = 0$ - настановна база співпадає з вимірювальною.

$\varepsilon_{\zeta} = 0.020$ мм - затиск в трикулачному патроні;

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\hat{a}}^2 + \varepsilon_{\zeta}^2} = \sqrt{0^2 + 0.02^2} = 0.02 \text{ мм.}$$

Мінімальні припуски на обробку

$$z_{1\min} = Rz_0 + h_0 + \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \varepsilon^2} = 0.5 + 0.3 + \sqrt{0.091^2 + 0.02^2} = 0.893 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{1\min} = 1.786 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} = Rz_1 + h_1 + \sqrt{\Delta_{\Sigma 1}^2 + \varepsilon^2} = 0.04 + 0.06 + \sqrt{(5.442 \times 10^{-3})^2 + 0.02^2} = 0.121$$

мм.

$$2 \cdot z_{2\min} = 0.241 \text{ мм.}$$

Максимальні припуски на обробку

$$z_{1\max} = z_{1\min} + \frac{Td_0 - Td_1}{2} = 0.893 + \frac{1.6 - 0.3}{2} = 1.543 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{1\max} = 3.086 \text{ мм.}$$

$$z_{2\max} = z_{2\min} + \frac{Td_1 - Td_2}{2} = 0.121 + \frac{0.3 - 0.046}{2} = 0.248 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{2\max} = 0.495 \text{ мм.}$$

Розрахунковий максимальний розмір

$$d_{2\max} = D = 75 = 75 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{2\max} + 2 \cdot z_{2\max} = 75 + 2 \cdot 0.248 = 75.495 \text{ мм}$$

$$d_{0\max} = d_{1\max} + 2 \cdot z_{1\max} = 75.495 + 2 \cdot 1.543 = 78.581 \text{ мм.}$$

Загальні припуски

$$z_{0\max} = z_{1\max} + z_{2\max} = 1.543 + 0.248 = 1.791 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{0\max} = 3.581 \text{ мм.}$$

$$z_{0\min} = z_{1\min} + z_{2\min} = 0.893 + 0.121 = 1.014 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{0\min} = 2.027 \text{ мм.}$$

Перевірка правильності розрахунків $Td_0 - Td_2 = 2 \cdot z_{0\max} - 2 \cdot z_{0\min}$;

$$Td_0 - Td_2 = 1.6 - 0.046 = 1.554 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{0\max} - 2 \cdot z_{0\min} = 2 \cdot 1.791 - 2 \cdot 1.014 = 1.554 \text{ мм.}$$

Умова виконується. Отримані дані зводимо в таблицю

Таблиця 7.3. Розрахунок припусків

Операції та переходи		Заготовка	Чорн. точіння	Чист. точіння
Елементи припуска, мм	$R_{z_{i-1}}$	$Rz_0 + h_0 = 800$	$Rz_1 = 40$	$Rz_2 = 30$
	$h_{z_{i-1}}$		$h_1 = 60$	$h_2 = 40$
	Δ	$\Delta_{\Sigma 0} = 91$	$\Delta_{\Sigma 1} = 5$	$\Delta_{\Sigma 2} = 4$
	ϵ		$\epsilon = 20$	$\epsilon = 20$
Розрахунковий припуск $z_{\text{пр}}$, мм			$z_{1\text{min}} = 0.893$	$z_{2\text{min}} = 0.121$
Розрахунковий мінімальний розмір, мм		$d_{0\text{max}} = 78.581$	$d_{1\text{max}} = 75.495$	$d_{2\text{max}} = 75$
Допуск на виготовлення Td , мм		$Td_0 = 1.6$	$Td_1 = 0.3$	$Td_2 = 0.046$
Граничний розмір, мм	d_{max}	$d_{0\text{max}} = 78.581$	$d_{1\text{max}} = 75.495$	$d_{2\text{max}} = 75$
	d_{min}	$d_{0\text{min}} = 76.981$	$d_{1\text{min}} = 75.195$	$d_{2\text{min}} = 74.954$
Граничні припуски, мм	z_{max}		$z_{1\text{max}} = 1.543$	$z_{2\text{max}} = 0.248$
	z_{min}		$z_{1\text{min}} = 0.893$	$z_{2\text{min}} = 0.121$

$$\Sigma_{\text{max}} = 3.6$$

$$\Sigma_{\text{min}} = 2$$

Остаточню приймаємо припуск на обробку отвору рівним $2 \cdot z_0 = 3.6$ мм.

Розрахунок режимів різання розрахунково - аналітичним методом

Розрахунок режимів різання для операції 20 (чорнове точіння)

Верстат токарний 16K20, інструмент - різець прохідний упорний Т15К6.

Глибина різання $t = 1.8$ мм;

Подача $s = 0.4$ мм/об;

Швидкість різання

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V,$$

значення коефіцієнта C_{p_i} показників ступеня вибираємо, а періоду стійкості - за т. 40, с. 290 [2].

$$C_V = 290; \quad x = 0.15; \quad y = 0.35; \quad m = 0.2.$$

$$T = 120 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{iv} \cdot K_{\text{ev}}$$

$$K_{iV} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{1.75} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{1.75} = 2.445 ;$$

$$K_{iv} = 0.8;$$

$$K_{\text{ev}} = 1.0$$

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{iv} \cdot K_{\text{ev}} = 2.445 \cdot 0.8 \cdot 1 = 1.956 ;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{C_V}{120^{0.2} \cdot 1.8^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \cdot 1.956 = 274.71 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 274.71}{\pi \cdot 75} = 1165.907 \text{ об / хв.}$$

Приймаються за паспортом верстата $n_{\delta} = 1130 \text{ об / хв.}$

Фактична швидкість різання

$$v_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} = \frac{\pi \cdot 75 \cdot 1130}{1000} = 266.25 \text{ м / хв.}$$

$$\text{сила різання } P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{ip} .$$

Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня і періоду стійкості вибираємо по табл.

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = -0.15$$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$K_{ip} = \left(\frac{\sigma_{\hat{a}}}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{450}{750} \right)^{0.75} = 0.682 .$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_{\hat{\delta}}^n \cdot K_{ip} = 10 \cdot 300 \cdot 1.8 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 266.25^{-0.15} \cdot 0.682 = 801.233 \text{ Н.}$$

Визначаємо ефективну потужність при різанні

$$N_{\hat{y}} = \frac{P_z \cdot v_{\hat{\delta}}}{1020 \cdot 60} = \frac{801.233 \cdot 266.25}{1020 \cdot 60} = 3.486 \text{ кВт.}$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (10 кВт) , швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Визначаємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де $L = 25 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні;

$S_m = s \cdot n_{\hat{\delta}} = 0.4 \cdot 1130 = 452 \text{ мм/хв}$ - хвилинна подача;

$l_1 = 10 \text{ мм}$ - відстань підведення інструменту, $l_2 = 5 \text{ мм}$ - перебіг інструменту,

$$T_{01} = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} = \frac{25 + 10 + 5}{452} = 0.088 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання для операції 20 (чистове точіння)

Верстат токарний 16К20, інструмент - різець прохідний упорний Т15К6.

Глибина різання $t = 0.2 \text{ мм}$;

Подача $s = 0.15 \text{ мм/об табл.}$;

Швидкість різання

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v,$$

значення коефіцієнта C_p і показників ступеня і періоду стійкості вибираємо по табл.. $C_v = 290$; $x = 0.15$; $y = 0.35$; $m = 0.2$.

$$T = 120 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = K_{iv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev}$$

визначаємо за т. 1. . . 4, с. 290 [2]:

$$K_{iv} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{1.75} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{1.75} = 2.445 ;$$

$$K_{iv} = 0.8;$$

$$K_{ev} = 1.0$$

$$K_v = K_{iv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev} = 2.445 \cdot 0.8 \cdot 1 = 1.956 ;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{C_v}{120^{0.2} \cdot 0.2^{0.15} \cdot 0.15^{0.35}} \cdot 1.956 = 538.394 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 538.394}{\pi \cdot 75} = 2285.017 \text{ об / хв.}$$

Приймаються за паспортом верстата $n_{\delta} = 2000 \text{ об / хв.}$

Фактична швидкість різання

$$v_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} = \frac{\pi \cdot 75 \cdot 2000}{1000} = 471.239 \text{ м / хв.}$$

$$\text{сила різання } P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_{\delta}^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{ip} .$$

Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня i періоду стійкості вибираємо по табл.

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = -0.15$$

Поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу по табл.

$$K_{ip} = \left(\frac{\sigma_{\hat{a}}}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{450}{750} \right)^{0.75} = 0.682 .$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v_{\delta}^n \cdot K_{ip} = 10 \cdot 300 \cdot 0.2 \cdot 0.15^{0.75} \cdot 471.239^{-0.15} \cdot 0.682 = 39.16 \text{ Н.}$$

Визначаємо ефективну потужність при різанні

$$N_{\dot{y}} = \frac{P_z \cdot v_{\dot{\delta}}}{1020 \cdot 60} = \frac{39.16 \cdot 471.239}{1020 \cdot 60} = 0.302 \text{ кВт.}$$

Так як ця потужність значно менше потужності верстата (10 кВт), швидкість різання обмежується лише економічною стійкістю інструмента.

Визначаємо основний час на обробку

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m};$$

де $L = 25 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні;

$$S_m = s \cdot n_{\dot{\delta}} = 0.15 \cdot 2000 = 300 \text{ мм/хв} - \text{хвилинна подача};$$

$l_1 = 10 \text{ мм}$ - відстань підведення інструменту, $l_2 = 5 \text{ мм}$ - перебіг інструменту,

$$T_{02} = \frac{L + l_1 + l_2}{S_m} = \frac{25 + 10 + 5}{300} = 0.133 \text{ хв.}$$

Розрахунок режиму різання при свердлінні (60 операція)

Верстат вертикально - свердильний моделі 2Р135РФ2;

Свердло - спіральне, зі швидкорізальної сталі Р6М5; $D = 11 \text{ мм}$. $l = 25 \text{ мм}$.

$$\phi = 60^\circ; N_{\dot{\delta}} = 6.3 \text{ кВт}$$

Визначаємо глибину різання при свердлінні

$$t = \frac{D}{2} = \frac{11}{2} = 5.5 \text{ мм};$$

Подача при свердлінні:

$$s = 0.1 \text{ мм/об};$$

Коректуємо подачу за паспортом верстата;

$$s_{\dot{\delta}} = 0.1 \dots 1.6 \text{ мм/об}; \quad z = 9;$$

Вибираємо подачу сходами:

$$S_{\max} = S_{\min} \cdot \phi^{z-1}; \quad \phi = \sqrt[8]{\frac{S_{\max}}{S_{\min}}} = \sqrt[8]{\frac{1.6}{0.1}} = 1.41 ;$$

$$s_2 = 0.05 \cdot 1.41^1 = 0.071 \text{ мм/об};$$

$$s_3 = 0.05 \cdot 1.41^2 = 0.099 \text{ мм/об};$$

$$s_4 = 0.05 \cdot 1.41^3 = 0.14 \text{ мм/об};$$

Як розрахункового значення, приймаємо $s_p = s_3 = 0.099 \text{ мм/об}$.

Визначаємо розрахункову швидкість різання при свердлінні

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V;$$

де $K_V = K_{L_V} \cdot K_{u_V} \cdot K_{m_V}$ - поправочний коефіцієнт.

$K_{L_V} = 1$ - коефіцієнт, що враховує глибину отвору в залежності від діаметра свердла за табл.;

$K_{u_V} = 1$ - коефіцієнт, що враховує матеріал свердла, по табл. 6;

$$K_{m_V} = K_{\tilde{A}} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{n_V},$$

$$K_{m_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{-0.9} = 0.631 \text{ - поправочний коефіцієнт, враховує вплив}$$

оброблюваного матеріалу. коефіцієнти по табл.;

$$K_V = K_{L_V} \cdot K_{u_V} \cdot K_{m_V} = 1 \cdot 0.631 = 0.631$$

За табл. період стійкості свердла $T = 25 \text{ хв}$. За табл. знаходимо для $s < 0.2$:

$$C_V = 7; \quad q = 0.4; \quad y = 0.7; \quad m = 0.2, \text{ тоді}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{7 \cdot 11^{0.4}}{120^{0.2} \cdot 0.15^{0.7}} \cdot 0.631 = 16.707 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1 \times 10^3 \cdot 16.707}{\pi \cdot 11} = 483.447 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо обороти за паспортними даними верстату.

Приймаються найближчим менше значення $n = 356 \text{ об/хв.}$

$$V_{\delta} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{356 \cdot \pi \cdot 11}{1 \times 10^3} = 12.302 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутний момент $M_{\hat{\epsilon}\delta} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{MP}$;

$$\text{За табл. } K_{MP} = \left(\frac{\sigma_{\hat{a}}}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{450}{750} \right)^{0.75} = 0.682 ;$$

За табл. знаходимо: $C_M = 0.035$; $q = 2$; $y = 0.8$;

$$M_{\hat{\epsilon}\delta} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{MP} = 10 \cdot 0.035 \cdot 11^2 \cdot 0.15^{0.8} \cdot 0.682 = 6.329 \text{ Нм};$$

Визначаємо потужність на шпинделі верстата.

$$N_e = \frac{M_{\hat{\epsilon}\delta} \cdot n}{9750} = \frac{6.329 \cdot 356}{9.75 \times 10^3} = 0.231 \text{ кВт}; \quad N_{\hat{\pi}\delta} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.231}{0.8} = 0.289 \text{ кВт};$$

де $\eta = 0.8$ (ККД верстата по паспорту) .

Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$K = \frac{N_{\hat{\pi}\delta}}{N_{\hat{\pi}\delta}} \cdot 100 = \frac{0.289}{6.3} \cdot 100 = 4.585 \text{ \%};$$

де $N_{\hat{\pi}\delta} = 6.3 \text{ кВт}$ - потужність головного електродвигуна верстата по паспорту.

Визначаємо технологічне (машинне) час:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s};$$

$$l_1 = \frac{D}{2 \tan(\phi)} + 2 = \frac{11}{2 \cdot \tan(60^\circ)} + 2 = 5.175 \text{ мм} - \text{величина врізання};$$

$$l_2 = 2 \text{ мм} - \text{вихід інструменту};$$

$L = l + l_1 + l_2 = 25 + 5.175 + 5 = 35.175 \text{ мм}$ - розрахункова довжина оброблюваної поверхні,

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{35.175}{356 \cdot 0.15} = 0.659 \text{ хв.}$$

Розрахунок пристосування

Призначення, пристрій і принцип роботи проектного пристосування

Проектоване пристосування двомісне з ручним приводом, призначено для надійного закріплення і базування двох заготовок при виконанні операції "Свердління" в умовах дрібно серійного прізводства.

Пристосування, складається з корпусу, затискного пристрою, механізму передачі зусилля. Механізм передачі зусилля - важільний.

Принцип роботи: заготовка встановлюється на плиту, і притискається до призматичного притиску.

Притиск двох заготовок здійснюється ексцентриккових механізмом, що приводиться в рух робітником.

Розрахунок зусилля затиску

Момент резания определён выше $M_{\delta\delta} = 6329 \text{ Нмм}$.

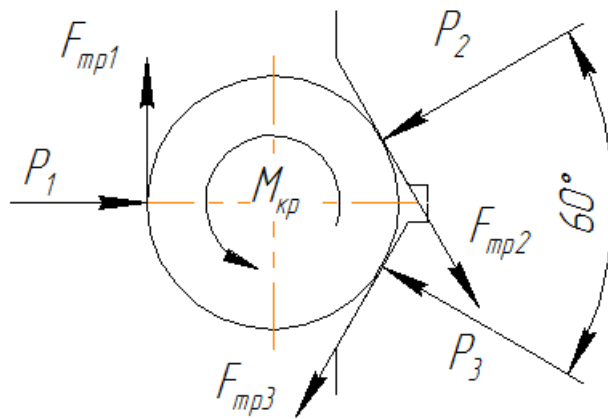
У розрахунковій схемі: $F_{\delta\delta i} = f \cdot P_i$; $D = 75 \text{ мм}$.

З умов рівноваги

$$\sum_n Y_i = 0; \quad 2 \cdot K \cdot \frac{M_{\delta\delta}}{D} - P_1 \cdot f - f \cdot (P_2 + P_3) \cdot \cos(30^\circ) = 0;$$

$$\sum_n X_i = 0; \quad P_1 - (P_2 + P_3) \cdot \cos(30^\circ) + f \cdot (P_2 - P_3) \cdot \sin(30^\circ) = 0;$$

$$\sum_n M_{O_i} = 0; \quad P_1 - P_2 - P_3 = 0.$$



$f = 0.2$ - коефіцієнт тертя;

$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ - коефіцієнт запасу;

$K_0 = 1.5$ - коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1 = 1.2$ - обробка одночасна;

$K_2 = 1.25$ - збільшення сили різання від затуплення інструменту;

$K_3 = 1.2$ - переривчасте різання.

$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \rightarrow 1.5 \cdot 1.2 \cdot 1.25 \cdot 1.2 = 2.7$.

Підставляючи значення і вирішуючи систему рівнянь знайдемо

$$P_1 = 1.221 \times 10^3 \text{ Н}; P_2 = -207.417 \text{ Н}; P_3 = 1.428 \times 10^3 \text{ Н};$$

Передавальне число ексцентрікового механізму $u = \frac{2e \cdot \frac{\pi}{2}}{R \cdot \frac{\pi}{2}}$,

де $e = 2 \text{ мм}$ - ексцентриситет; $R = 270 \text{ мм}$ - довжина рукояті.

$$u = 2 \cdot \frac{e}{R} \rightarrow 2 \cdot \frac{2}{270} = 0.015 \text{ .}$$

Зусилля на рукояті $W = 2 \cdot P_1 \cdot u \rightarrow 2 \cdot 1.221 \times 10^3 \cdot 0.015 = 36.178 \text{ Н}$,

що менше допустимого значення $[W] = 100 \text{ Н}$.

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

Монтаж жомосушильного барабана проводиться за допомогою під'ємно-транспортних устаткувань. На заводі-виробнику проводиться контрольна збірка барабана з вивіркою бандажів, вінців і обкатка на холостому ходу протягом 2-х годин. Відвантаження барабана проводиться блоками зі знятими бандажами і вінцем. Кінцева збірка і зварка корпусу барабана здійснюється при монтажі силами монтажною організацією.

У зв'язку з неможливістю забезпечення ідентичності збірки і монтажу на заводі-виробнику, а також високим вимогам до биття барабана, при збірці бандажів і вінця на корпусі апарата необхідно користуватися регулюючими прокладками.

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

Проводиться попереднє регулювання опорної і опорно-упорної станції:

- а) встановити опорні ролики на однаковій відстані від середини рами, витримавши розмір $\pm 1,5$ мм;
- б) перевірити відстань між серединами опорних роликів, які повинні співпадати між серединами бандажів на корпусі ± 4 мм;
- в) перевірити, щоб робочі поверхні опорних роликів кожної станції були паралельні між собою, для цього натягнути струну, попарно на два ролика. Перевірка виконується за допомогою відкоса. Поверхні паралельні якщо відстань між ними по всій ширині роликів буде однаковою;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту	19-1687.ДП.06.008 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8	

г) торцеві поверхні двох опорних роликів кожної станції знаходяться в одній площині, тобто сталева лінійка, прикладена до торцевих площин опорних роликів повинна прилягати до них по всій довжині, допускається бокове зміщення торцевих площин до 5мм, при умові дотримання паралельності.

При встановленні рам опорної і упорно-опорної станції допускається не горизонтальність відносно поперечної вісі корпуса барабана не більше 0,2мм на 1000мм довжини рами.

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

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

Результати вивірки опорно-упорної станції по висоті, горизонтальному положенню і іншим прив'язочним розмірам з врахуванням фундаментних відміток, оформляється актом.

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

Монтаж корпусу барабана.

Для проведення монтажу корпусу барабана необхідно виготовити спеціальну монтажну раму, яка складається з трьох частин, з'єднаних між собою.

На монтажну раму встановлюють три частини корпусу барабана, що стикаються між собою, при цьому перевіряють не горизонтальність корпусу відносно поперечної осі барабана. Не горизонтальність перевіряють наступним чином:

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

Зібраний корпус зварюють. Після зварки перевіряють на горизонтальність корпус барабана. Після зварки на корпус встановлюють бандажі. На верхню частину корпусу барабана встановлюється перша частина бандажа, потім з нею з'єднується болтами друга, третя і четверта частини.

Після установки бандажів, корпус за допомогою підйомних пристроїв звільняють від монтажної рами і встановлюють на опорні станції. Під бандажі встановлюють башмаки з регулюючими прокладками. Встановлення башмаків починають з верхньої частини і поступово обертаючи корпус на опорних станціях встановлюють по всьому перерізу корпусу. Монтаж зубчатого вінця проводити аналогічно монтажу бандажів.

Перевірка відхилення змонтованого корпусу:

- а) радіальне биття зубчастого вінця і бандажів не більше 4мм;
- б) овальність корпусу барабана не більше 12мм;
- в) овальність корпусу в місці установки лабіринтних ущільнень не більше 5мм.

Змонтований на загальній рамі привід встановлюють на фундамент. Вивіряють привід по висоті і горизонтальному положенні. При цьому необхідно скласти середину зубчастого вінця, зберегти зазор між вершиною зуба і впадиною, величиною не більше 0,25 модуля. Потім перевіряють контакт опору поверхні зубів зубчастого вінця і підвінцевої шестерні. Контакт повинен бути не менше 70% довжини зуба і не менше 30% висоти зуба і розміщуватися рівномірно.

Перевірку ведуть шляхом нанесення тонкого шару фарби на зубці підвінцевої шестерні, при обертанні барабана слідкують за відбитками на зубах зубчастого вінця. Якщо відхилень нема то фундаментні болти заливають бетонним розчином.

Для монтажу завантажувальної камери необхідно:

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

Завантажувальну камеру встановлюють на фундамент. Вивіряють, забезпечуючи її паралельність і співвісність відносно корпусу барабана.

Потім остаточно встановлюють ущільнення і приварюють його до корпусу.

Встановлюють привід, корпус, витки шнека при прокручуванні не повинні дотикатися корпусу, при цьому зазор між витками і корпусом не перевищує 5мм по всій довжині шнека.

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

Вивіряють завантажувальний пристрій і заливають бетонним розчином.

Монтаж вивантажувального пристрою.

Одягають на корпус лабіринтне ущільнення і приварюють кінцевий фланець. Закріплюють улітку до кінцевого фланця корпусу барабана. Перевіряють, щоб всі болти були затягнуті і щоб опорні поверхні їх голівок повністю прилягали до фланця. Вивіряють і приварюють улітку до фланця.

Складаючи корпус вивантажувального пристрою перевіряють затяжку всіх болтових з'єднань. Вивіряють, забезпечуючи його паралельність і співвісність з корпусом.

Перевіряють обертання барабана, щоб улітка не зачіплялася за корпус вивантажувального пристрою.

Закріплюють лабіринтне ущільнення та заливають лапи бетонним розчином.

Монтаж шнека вивантаження.

Встановлюють привід, корпус, з'єднують завантажувальний патрубок з вивантажувальним пристроєм, а вивантажувальний патрубок з транспортною системою. При прокручуванні витки шнека не повинні дотикатися корпуса, Площина роз'єму кришок і фланцевих з'єднань повинна забезпечувати щільність, запобігаючи забрудненню навколишнього повітря пилом сушеного жому.

Після монтажу всіх вузлів, що входять в комплект поставки заводом-виробником, огороджують всі обертові частини щитками, кожухами і під'єднують жомосушильний барабан до суміжного обладнання.

Футерівку, монтаж топки і топочної арматури, електроустаткування виконується по інструкції проектної організації.

Проводять перевірку і наладку обладнання:

- а) кінематику, електричні схеми, сигналізацію, частини тертя та ін.
- б) наявність змазки в усіх вузлах;
- в) відстань між опорними роликами та бандажем;
- г) заземлення електроустаткування;
- д) плавність переключення швидкості варіатора приводу завантажувального пристрою;
- е) відсутність биття з'єднувальних муфт шнека.

Після монтажу і наладки жомосушильного барабана, огороження, приєднання комунікацій, але до початку встановлення футерівки і теплоізоляції, проводять прокручування барабана на 2-3 оберти вручну - обертанням з'єднувальної муфти електродвигуна приводу барабана.

Аналогічно поступити з приводами шнеків завантаження і вивантаження, виявлені при цьому недоліки усунути. Короткочасним включенням електродвигунів впевнитись, що механізми обертаються в потрібну сторону.

Обкатка барабана проводиться до початку встановлення футерівки і теплоізоляції. Включають електродвигуни привода барабана і шнеків, перевіряючи роботу механізмів на холостому ході протягом 4-5 годин.

При обкатці перевіряють правильність роботи приводів, опорної і опорно-упорної станції, лабіринтних ущільнень, правильність зачеплення вінцево-зубчастої пари, прямолінійність обертання корпусу барабана і співвісність установки завантажувальної камери і вивантажувального пристрою, обертання улітки. При виявленні дефектів, роботу призупиняють, справляють виявлені недоліки і повторно обкатують протягом 4-5 годин. У випадку зміщення корпусу барабана або не збігання бандажа на будь-якому із опорних роликів, в результаті чого виникають великі зусилля на ролики і порушується нормальне зачеплення вінцево-зубчастої пари, необхідно апарат зупинити і шляхом установки опорних роликів по відношенню до бандажів, провести остаточне регулювання так, щоб бандаж обертася по середині між двома упорними роликами.

Після обкатки барабана під навантаженням протягом 48 годин і усуненням дефектів необхідно скласти акт по задачі обладнання в експлуатацію.

Після закінчення сезону виробництва проводять чищення зовні та в середині сушильного барабана, розбирають вузли на деталі проводячи їх дефекацію, ремонтують підшипники приводу і опорних станцій. При необхідності замінюють кожух розвантажувальної камери, ремонтують або замінюють опорні ролики, бандажі.

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

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

При сильному зношуванні жолоба його замінюють новим. А при невеликих пошкодженнях на зношені місця ставлять латки. Деформовані ділянки жолобів правлять. Зношені секції витків замінюють, а в окремих випадках закріплюють за допомогою зварювання. Відремонтовані витки повинні бути суворо перпендикулярними до вісі вала. Вал після зварювання витків треба перевірити на верстаті і при необхідності зробити його правку. Головним чином у підвісних підшипниках ремонтують вкладиші. Ці підшипники роблять роз'ємними.

При ремонті підшипників замінюють прокладки між нижньою кришкою і корпусом підшипника, а потім за допомогою хомутів до верхньої частини поперечини підтягують вкладиші.

Після закінчення ремонтних робіт, перед збіркою транспортера, необхідно перевірити стан привода, жолоба, витків, цапф і вкладишів підшипників.

Монтаж відцентрового вентилятора заключається в установці його на фундаменті або на опорній металоконструкції з вивірянням горизонтальності вала і кріпленням.

У вентиляторі найчастіше виникають такі види спрацювань і несправностей:

- спрацювання підшипників і шийок валу в результаті незадовільного центрування вала вентилятора з електродвигуном, вібрації вала або при недостатньому змащуванні.
- спрацювання кожуха і лопаток колеса в результаті дії пилу.

Сильно спрацьовані підшипники заміняють на нові.

Ремонт кожуха зводиться до накладання латок на спрацьовані місця або до повної заміни кожуха.

До обов'язків обслуговуючого персоналу відносяться:

- Утримання пристрою та місця роботи в порядку;
- Змащення всіх елементів згідно плану змащень;
- Перевірка робочої температури підшипників опорних роликів та упорних підшипників, а також зубчастої передачі, температура яких не повинна перевищувати 600С, проводити перевірку ущільнення передньої стінки ;
- Обслуговуючому персоналу ні в якому випадку не дозволяється приводити всі можливі ремонти, зміни, доповнення без чіткої інструкції технічного керівництва.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Автоматизація, як відомо, це загальні принципи звільнення людини від безпосередньої участі в управлінні технологічними та виробничими процесами і побудови систем для цього.

Барабан сушки мас вид циліндра, покритого ізоляційним кожухом, оснащеного двома опорними кільцями і одним приводним зубчастим вінцем.

Віджятий жом подається в барабан через завантажувальний лоток, який прикріплений до кінцевої частини топки. Жом із завантажувального лотка попадає на спіральні обвідні лопатки в передній частині барабана сушки, а наслідок обертаючого руху барабана переміщається і попадає між хрестоподібними лопатками. Волога, яка міститься в жомі, при контакті з топковими газами, перетворюється у водяну пару, яка разом і цими газами видаляється вихідними патрубками назовні. А жом із вивантажувальної камери вигрібається на шнек.

Використання автоматичних пристроїв, а саме: стандартної і нестандартної діафрагми, перетворювачів різниці тиску, навантаження, термоелектричних перетворювачів температури, перетворювачів для термопар, виконавчих механізмів, засобів технологічного і теплового контролю та сигналізаторами дозволяє управляти процесом сушіння в автоматичному режимі. Втручання людини в керування процесом зводиться до мінімуму і є необхідним лише при запуску сушарки в дію на початку роботи або в разі виникнення аварійної ситуації.

Автоматизація жомосушильного барабану є доцільною з декількох позицій: з економічної точки зору – витрати на встановлення та обслуговування автоматичних пристроїв є меншим в порівнянні витратами при використанні людських ресурсів; з точки зору техніки безпеки – виробничий травматизм мінімальний.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис системи управління		19-1687.ДП.06.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Для розроблення схеми автоматизації складемо структурну схему процесу сушіння жому.

Сухий жом добре зберігається і брикетується, якщо він висушений при дотриманні наступного технологічного регламенту:

Вологість сушеного жому, % 10 -14

Тиск а печі, кПа (кг/м) від (від-2 до -20)

Температура димових газів у камері змішування, °С 800-1000

температура вихідних газів, °С 110 - 150

Завдання на автоматизацію:

Таблиця 9.1

№	Апарат	Параметр , місце відбору сигналу	Допустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
1	Барабан на сушарка для жому	Температура жому на виході з апарату	100 ⁰ С	Контроль регулювання ,сигналізація	Вимір температури жому і рег. Витрат палива
		Розрідження в апараті	-0,2 кПа	Контроль регулювання ,сигналізація	Вимірює та регулювання стану засувки
		Температура повітря що йде на циклон	до 130 ⁰ С	Контроль , сигналізація	Вимірює температуру і сигналізує відхилення
		Температура топкових газів, що йдуть на ап.	до 950 ⁰ С	Контроль , сигналізація	Вимірює температуру і сигналізує відхилення
		Кількість газу до барабана	до 230000 м ³ /год	Вимірювання і сигналізація	Вимірює витрати і реєструє покази

Найбільш ефективною системою керування процесом сушіння жому є регулювання подачі палива в ніч по вологості сирого жому. Через відсутність

вологомірів використовують непрямий показник температуру газів на виході з апарата, що характеризує кількість воли в сирому жомі на вході в барабан і в сухому жомі на виході з барабана. Димові гази проходять через барабан протягом декількох секунд, а тому імпульс по температурі газів є малоінерційним і прийнятним для створення системи керування подачею палива.

Автоматизація сушіння по вологості сухого жому навіть при наявності вологоміра затруднена через велику інерційність об'єкта керування, тому що сушіння продовжується 30-40 хв. Отже, температура вихідних газів, найбільш повно і вчасно характеризує процес сушіння. Подача повітря на горіння палива й охолодження топки здійснюється за допомогою системи регулювання співвідношення паливо – повітря з коефіцієнтом надлишку повітря 3-3,5.

Для підбору мікропроцесорного контролера до даної жомосушильної установки, за допомогою системи автоматизації визначаємо кількість аналогових і дискретних входів і виходів:

17 - аналогових входів (А.Вх)

5 - аналогових виходів (А.Вих)

1 - дискретний вхід (Д.Вх)

12 - дискретних виходів (Д.Вих)

Керування процесом сушіння жому доцільно здійснювати контролером Schneider типу TSX3721101. Для того щоб перекрити вказану кількість входів-виходів в даному контролері використаємо вхідні-вихідні модулі.

При виборі враховувалась можливість розширювати схему автоматизації (запасні канали та модулі). Контролер типу TSX 3721101 може приєднуватись до РС і панелі оператора, крім того є можливість розширювати пам'ять (карта розширення) і об'єднуватись в мережу з іншими контролерами.

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання

При роботі на жомосушильній установці, її технічного обслуговування і ремонту допускаються особи, які пройшли теоретичну і практичну підготовку, перевірку по виконаній роботі і інструктажі з техніки безпеки.

При роботі установки забороняється відкривати люки і кришки, а також проводити роботи, які призводять до порушення герметичності апарату і трубопроводів.

При експлуатації апарату необхідно:

- слідкувати за чистотою підлоги, площадок обслуговування і сходів;
- зупинити апарат при виявленні в механізмах неполадок;
- Здійснювати контроль за приладами, які встановлені в шафах і щитках оператора;
- дотримуватися заходів безпеки від опіків.

Будь-які роботи в період експлуатації потрібно проводити тільки після:

- припиненні подачі жому;
- звільнення апарату від залишків жому;
- відключення всіх приводів апарату;
- перекриття всіх підвідних і відвідних комунікацій;
- дотримання часу охолодження апарату;
- одержання наряду-допуску на виконання таких робіт.

До початку ремонтних робіт необхідно перевірити:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи щодо охорони праці, екології	19-1687.ДП.06.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

- наявність позначення попереджувальними знаками або надписами зон, небезпечних для людей;
- справність засобів малої механізації;
- справність, правильність установки і надійність кріплення вантажопідійомних машин.

При виконанні ремонтних робіт необхідно:

- не допускати знаходження людей під піднятим вантажем;
- вантажі з великими габаритами і масою затримати на висоті 0,2...0,3м до початку підйому, впевнитись в надійності стропів і стійкості вантажопідійомного механізму, після чого проводити переміщення.

Також необхідно виконати вимоги з пожежної безпеки, електробезпеки, слюсарських і інших робіт.

Заходи щодо екології.

Цукрова промисловість є одним з потужних забруднювачів навколишнього середовища. При виробництві в навколишнє середовище надходять такі речовини, як CO, CO₂ (SO)₄, NO₃, вапняковий, цукровий та жомовий пил.

В наш час економічні і екологічні умови природокористування передбачають плату за забруднення навколишнього середовища, що вже найближчим часом може зробити нерентабельним вирощування буряків і виробництва цукру традиційними методами. Впровадження нових технологій в умовах економічного хаосу ризикує поставити бурякоцукрові регіони ще в складніше становище.

За рахунок використання рециркуляційних відпрацьованих газів зменшується витрати тепла в зовнішнє середовище, що в свою чергу

дозволяє використовувати менше палива і має зміну на краще на економічних показниках.

Жомосушіння дозволяє краще зберігати жом, внаслідок чого зменшується кількість відходів, на сьогоднішній день в Україні накопичено близько 17 млрд. тон відходів з яких понад 4 млрд. тон високотоксичні .

Більш раціональне використання природних ресурсів, за рахунок рециркуляції.

Екологічна характеристика відходів.

При виробництві цукру також утворюються відходи виробництва:

Жом. Він утворюється за рахунок залишків технологічних матеріалів. Обсяг утворення на одиницю товарної продукції від 9,2 до 9,6 т. Для зберігання жому використовують спеціалізовані сховища (жомові ями). Лужність жому – кислий. Жом використовують як корм худобі.

Дефекат. Дефекат утворений за рахунок залишків технологічних матеріалів. Обсяг утворення відходу на одиницю товарної продукції від 1,4 до 1,5 т . Лужність дефекату – лужний. Дефекат автотранспортом вивозять на поля для удобрювання, без всякого обробітку.

Відсів вапняку. Відсів утворюється за рахунок пересівання вапняку і видалення з нього дрібних частинок. Обсяг його утворення на одиницю товарної продукції до 0,009 т. Відсів вапняку використовуються для вимощення доріг .

Гравій, солома, гичка, ці домішки також відносяться до відходів виробництва. Для зберігання їх потрібні значні площі, при тривалому зберіганні в них проходить реакція гниття, що не задовольняє екологічні вимоги.

Виробничі стічні води, які утворюються на цукрових заводах, вміщують: розбавлений транспортерно-мийний осад, кислу жомову воду, воду від промивки бурякорізок, прання фільтруючих тканин і мішків, мийки

полів і апаратури, виварки випарної установки, з лабораторії, промивки пульповловлювачів, скид від продувки оборотних систем вод 1 категорії і лаверних вод, осад жомопресової води, відстій з віддалів фільтраційних осадів, а також стоки з ТЕЦ.

Основними очисними спорудами є поля фільтрації і непроточні біологічні ставки. На деяких заводах експлуатується станції штучної біологічної очистки виробничих і побутових стічних вод.

Стічні води вміщують цінні для рослин споживні речовини (азот, калій, фосфор) і можуть служити додатковим джерелом зрошення сільськогосподарських культур.

Заходи по охороні атмосферного повітря.

Для покращення стану повітряного басейну і підтримання санітарних норм в межах ГДК, на території заводу проводяться заходи технологічного і технічного характеру:

- підвищення ефективності апаратів очищення повітря від шкідливих домішок;
- герметизація обладнання, що призводить до зниження запилення повітря, яке відходить. Всі кожухи обладнання повинні бути підігнані та ущільнені;
- налагодження енерго-використовуючого обладнання для зменшення викидів оксиду вуглецю та досягнення оптимального стану “паливо-повітря”.

Комплекс заходів по охороні атмосферного повітря включає:

- санітарно-механічне вловлювання, очищення та знешкодження газів для скорочення шкідливих викидів в атмосферу;
- забезпечення умов розсіву шкідливих викидів в атмосферу – вибір умов достатньої висоти і ефективної швидкості викидів;
- організація контролю і регулювання викидів.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання дипломного проекту були внесені зміни в конструкцію барабанної сушарки для жому, а саме встановлення перекидних клапанів та додаткових трубопроводів, що дало можливість повертати певну кількість відпрацьованого сушильного агенту температурою до 140°C в камеру змішування

Модернізація сушарки для жому призводить до економії енергоресурсів, які на даний час є вичерпними, що в свою чергу зменшує викиди тепла та шкідливих речовин в навколишнє середовище, що призводить до зменшення утворення кислотних дощів, руйнуванню озонового шару та глобального явища сьогодення утворення парникового ефекту. Отже модернізація апарату має соціальний, екологічний та економічний ефект.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабока ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновок	19-1687.ДП.04.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1	

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азрилевич М. Я. Оборудование сахарных заводов. — 3-е изд. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 392 с.
2. Баришніков О. М. Методичні вказівки до виконання розділу “Автоматизація виробничих процесів” у дипломному проекті. К .: УДУХТ, 2001 . 36 с.
3. Белик В. Г. , Зозуля С. А. , Жарик Б. Н. И др... “ Справочник по техническому оборудаванию сахарных заводов ” . К. : Техника , 1982. 340 с.
4. Белов С. В. Охрана окружающей среды – М. : Высшая школа , 1991. 318 с.
5. Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов . М. : Лёгкая и пищевая промышленность , 1965. 515 с.
6. Гребенюк С.М, Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н. Виноградов К.И. Технологическое оборудование сахарных заводов М.: Колос С. 2007. 520 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
7. Кадомський, Сергій Віталійович. Технологія матеріалів : практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. / С. В. Кадомський, Є. В. Штефан, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2019. - 205 с.
8. Методичні рекомендації до виконання випускної роботи для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної та заочної форм навчання / уклад. : В. Г. Мирончук, О. М. Гавва ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2018. - 30 с.
9. Мирончук В. Г. Орлов Л. О. Пушанко М.М “Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості”. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2004. 288с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко ЕМ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Каналко Р.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаної літератури		19-1687.ДП.04.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

10. Соколенко А. И. Українець А. И. Васильковский К. В. “Справочник специалиста пищевых производств”. Книга 1. – К.: Артек, 2001. 304с.

11. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю.І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: навч. посібник / За ред. Проф. Ю.Г. Сухенка. К.: НУХТ, 2009. 262 с.

12. Materials Science : Lecture notes for students of the educational degree "Bachelor" of the speciality 133 "Industry Engineering" of full-time and extramural forms of study / author : M. A. Sologub, E. V. Shtefan, O. A. Lytvynenko, B. S. Pashchenko, I. M. Dovgun ; National university of food technologies. - Kyiv : NUFT, 2017. 239 p.

13. Харламов С. . Практикум по курсу “Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств”. М.: Агропромиздат, 1991. –255с.

14. Євтушенко, О. В. Основи охорони праці [Електронний ресурс] : підручник / О. В. Євтушенко, А. О. Сірик ; Нац. ун-т харч. технол. - Київ : НУХТ, 2020. 378 с.

15. Сірик А. О. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальностей: 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»; 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійна програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»; 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійна програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»; 142 «Енергетичне машинобудування» освітньо-професійна програма «Холодильна техніка та технології»; 144 «Теплоенергетика» освітньо-професійна програма «Теплоенергетика та енергоефективні технології»; 186 «Видавництво та поліграфія» освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки» денної та заочної форм навчання / А. О. Сірик ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2020. 135 с.