

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

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Арютова Євгена Геннадійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація барабанної сушарки продуктивністю 1,13 т/год для кукурудзяної мезги з удосконаленням системи підводу сушильного агенту

керівник роботи Олішевський Валентин Вікторович, проф., докт. 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)

Євген АРЮТОВ

(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Валентин ОЛІШЕВСЬКИЙ

(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

В дипломному проєкті на тему "Модернізація барабанної сушарки продуктивністю 1,13 т/год для кукурудзяної мезги з удосконаленням системи підводу сушильного агенту" розглянуто питання модернізації внутрішнього пристрою.

Конструкція модернізованих вузлів та деталей подано на 5 аркушах формату А1.

В розділах пояснювальної записки розкрито: порівняльна характеристика технологічного обладнання для сушіння сипких продуктів; вимоги процесу сушіння до обладнання; будова та принцип роботи сушильних апаратів; підбір конструктивних матеріалів; розрахункова частина; монтаж, ремонт та експлуатація обладнання; охорона праці; розробка системи управління; заходи з охорони праці; екологічні заходи.

Ключові слова: сушіння, кукурудзяна мезга, технологічне обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Артемов Є.Г.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	14-0552.ДП.03.000 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 the diploma project on the topic "Modernization of a drum dryer with a capacity of 1.13 t / h for corn pulp with the improvement of the supply system of the drying agent" the question of modernization of the internal device is considered.

The design of modernized units and parts is presented on 5 sheets of A1 format.

The sections of the explanatory note disclose: comparative characteristics of technological equipment for drying bulk products; requirements of the drying process to the equipment; structure and principle of operation of dryers; selection of structural materials; settlement part; installation, repair and operation of equipment; Occupational Health; management system development; labor protection measures; environmental measures.

Key words: drying, corn pulp, technological equipment.

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. Система управління
9	Опис системи управління.....
10	Заходи щодо охорони праці, екології.....
	Висновки.....
	Список використаних літературних джерел
	Специфікації.....

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшебський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Артемов Є.Г.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	14-0552.ДП.03.000 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

При сушці вологих матеріалів змінюються властивості і характеристики висушеного матеріалу. Сушка - сукупність теплових і масообмінних процесів, що відбуваються усередині вологого матеріалу і за межами його поверхні. За визначенням академіка А.В.Ликова всі вологі матеріали поділяються на три групи:

- 1) капілярно-пористі;
- 2) колоїдні;
- 3) капілярно-пористі колоїдні.

Капілярно-пористі матеріали при сушці практично не змінюють свої розміри. Колоїдні матеріали при зміні вмісту в них вологи змінюють геометричні розміри, але зберігають еластичні властивості (желатин, борошняне тісто). Капілярно-пористі колоїдні матеріали мають капілярно-пористу структуру, але стінки капілярів еластичні, здібні до набухання при обезводненні. Більшість вологих матеріалів відносяться до третьої групи (торф, тканини, деревина і ін.).

При сушці волога з внутрішніх шарів вологого матеріалу пересувається до поверхні, а потім випаровується в довкілля. На подолання сил зчеплення молекул вологи один з одним і із скелетом матеріалу потрібні витрати енергії, тому швидкість процесів перенесення залежить від форм зв'язку вологи з матеріалом. По класифікації П.А.Рєбіндера енергія зв'язку вологи з матеріалом найбільша при хімічній формі зв'язку, менш міцного є фізико-хімічний зв'язок, а найменша - при фізико-механічному зв'язку. Хімічний зв'язок - в точних кількісних співвідношеннях, може бути зруйнована при хімічних реакціях або прожаренні.

Для оцінки перспективності способу сушки вологі матеріали ділять на шість основних груп:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Аратов Е.Г.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст		14-0552.ДП.03.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

- I - дійсні і колоїдні розчини, емульсії і суспензії;
- II - пастоподібні матеріали, що не перекачуються насосом;
- III- пилоподібні, зернисті і кускові матеріали, що володіють сипучістю у вологому стані;
- IV- тонкі гнучкі матеріали (тканини, плівка, папір);
- V- штучні масивні за об'ємом матеріали і вироби (кераміка, штучні будматеріали, вироби з деревини);
- VI- вироби, що піддаються сушці після ґрунтовки, забарвлення, склеювання.

Для матеріалів I групи рекомендуються сушарки розбризгуючі і комбіновані. Для матеріалів II групи - вальцеві і вальцестрічкові сушарки, III групи - шахтні, барабанні, трубчасті, труби-сушарки, аерофонтани і киплячого шару, IV групи - терморадіаційні і в рідких середовищах.

Існуюче технологічне обладнання для сушки не завжди дозволяє досягти необхідної ефективності сушіння продукту, тому у даному дипломному проекті розглядаються шляхи інтенсифікації процесу сушіння.

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ

Для сушіння кукурудзяної мезги на практиці застосовують різні способи. Вибір способу залежить від об'єму і якості партій матеріалу, які поступають на обробіток, наявності і характеристики сушарок, а також погодних умов. Фізична суть процесу сушіння полягає в передачі мезги теплоти, випаровуванні із них вологи і переміщенні її в навколишнє середовище.

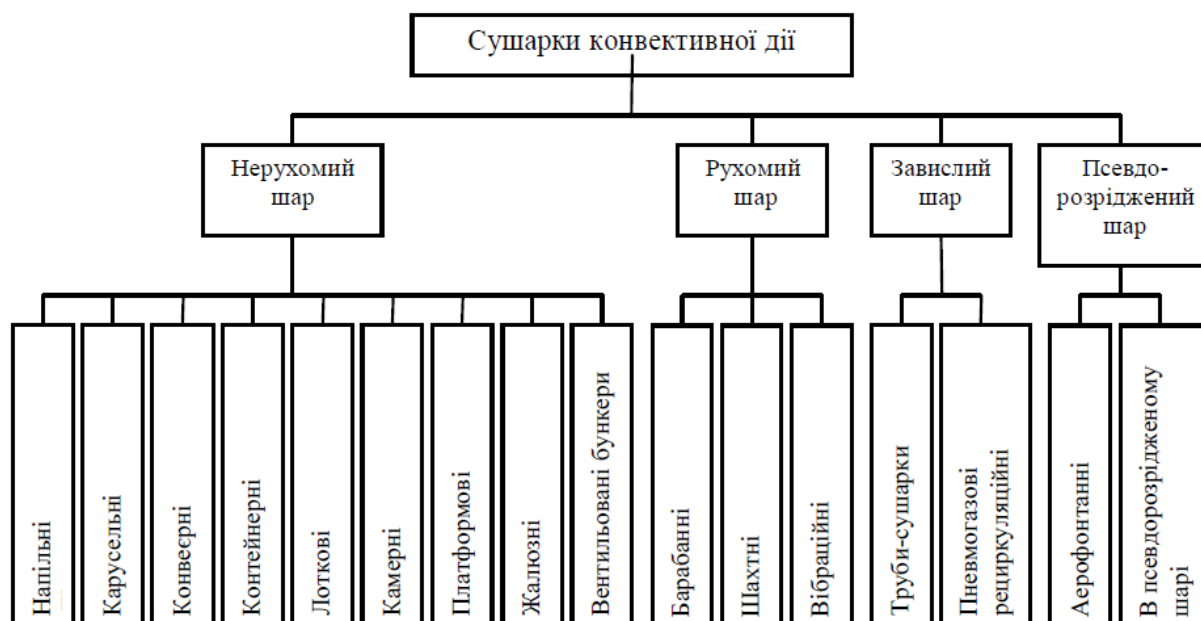


Рис 1.1. Класифікація сушарок конвективної дії.

З метою прискорення процесу сушіння і підвищення продуктивності праці процес сушіння повинен бути повністю механізований, при цьому якість висушеного насіння повинна бути високою. Найбільшого поширення в промисловості набули сушарки конвективної дії. Класифікація таких сушарок представлені на рис.1.1.

У промисловості використовують такі типи сушарок як, наприклад,

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олещевський В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Аратов Е.Г.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	14-0552.ДП.03.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/7

лоткові (ЛС-2), платформові, шахтні, конвеєрні (УСК-8,СКУ-5), бункери активного вентилявання та інші. Останніми роками в сільських господарствах України більшого поширення здобули барабанні сушарки, встановлені на комплексах КЗС (СЗСБ-4, СЗСБ-8), та напільні (СТ-50).

Здійснення інтенсивного масо-і теплообміну між твердим шматковим матеріалом і газом, підтримання необхідних температур і отримання рівномірного температурного поля, а також переміщення шматкових матеріалів, все це досягається одночасно при роботі апаратів з барабанами, що обертаються, що дозволяють раціонально організувати гетерогенний процес між твердою і газовою середовищами.

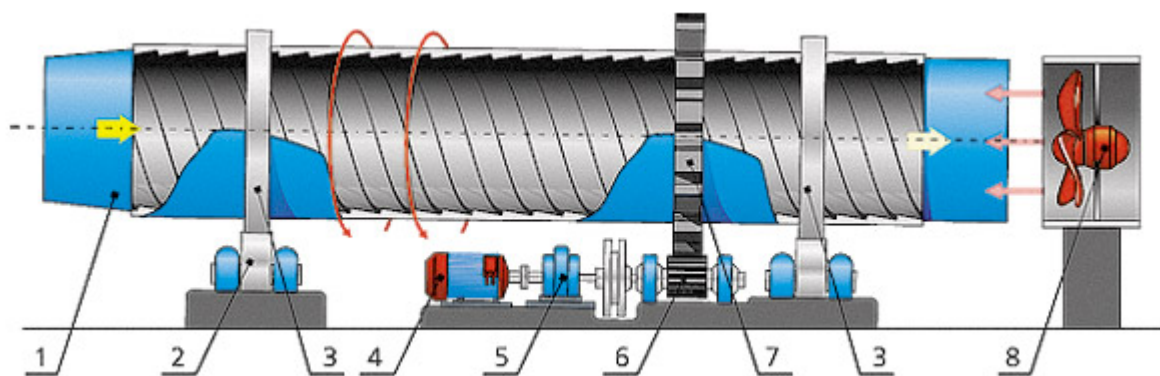


Рис. 1.1. Схема барабанної сушарки.

1 - корпус; 2 - опорна станція; 3 - опорний бандаж; 4 - двигун; 5 - редуктор; 6 - привідна шестерня; 7 - зубчастий вінець; 8 – подача гарячого повітря.

Сушарки виготовляються наступних типів:

- БН - сушарки загального призначення;
- БГ - сушарки гранулюючі.

За запитом споживачів, за погодженим технічним завданням, виходячи з вимог технологічного процесу та розташування сушарок, сушарки випускаються:

- У прямоточному та протиточному виконаннях;
- З лопатевою, секторною та лопатково-секторною насадками;
- З кутом нахилу барабана від 1°С до 4°С;

- З правим та лівим розташуванням приводу;
- З завантажувальною та розвантажувальною камерами або без них;
- У виконанні з вуглецевої, корозійностійкої або жароміцної сталі.

Позначення:

- БН - барабанна обертова;
- 0,5; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 2,8; 3; 3,2; 3,5; 4; 4,5 - зовнішній діаметр барабана, м;
- 2,5; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 27 - довжина барабана, м;
- Н — у другій групі літер — невибухове виконання;
- У — матеріал деталей та складальних одиниць, що торкаються продукту: сталь вуглецева.
- Група цифр наприкінці позначення – модель.

1.1.Барабанна сушарка БГ4, 25-12НУ- 01

Апарати типу БГ - барабанні сушарки-гранулятори призначені для сушки суспензій (пульпи) з отриманням готового продукту у вигляді гранул. Розмір гранул в межах 2-10 мм визначається властивостями продукту і режимом роботи апарата. Принципово апарати БГ влаштовані аналогічно апаратам БН. Початковий продукт вводиться в апарат через пневматичну форсунку безпосередньо в потік гарячого теплоносія. Краплі розпорошеного продукту в об'ємі барабана підсушуються, багаторазово пересипаються насадякий, частки агломеруються до потрібного розміру і виводяться з апарату. Для отримання товарного продукту вузької фракції має бути застосоване розсівання на відповідних грохотах

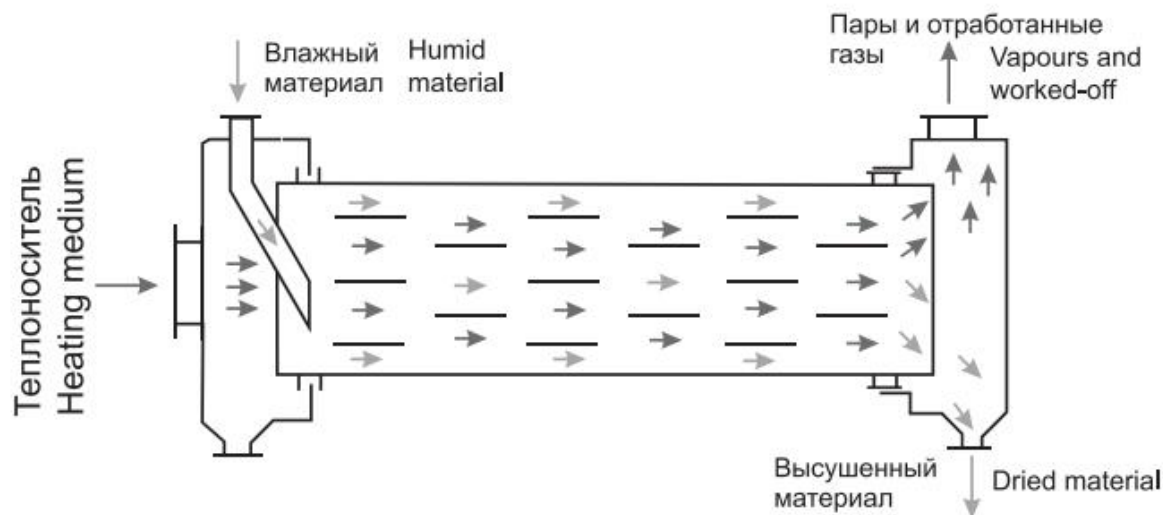


Рис. 1.2. Типова схема сушарки типу БГ.

Сушарки виготовляються у прямоточному чи протиточному виконаннях. Зазвичай прямоточному виконанню відповідає праве розташування приводу, протиточному - ліве, із боку завантаження. Сушарки, починаючи з типорозміру БН 2,8, випускаються тільки прямоточними, без камер, але за бажанням Замовника можуть бути ними укомплектовані.

Сушарки комплектуються одношвидкісним приводом та системою управління двигуном на основі частотного перетворювача.

Сушарка БГ4, 25-12НУ- 01

Призначена для сушки і гранулювання складних мінеральних добрив, у тому числі нітрофоски н інших продуктів.

Сушарка укомплектована форсунками для подачі продукту.

Продуктивність, т/год.:

по сухому продукту - 13

по випареній волозі - 4

Вологість продукту, %:

початкова - 25

кінцева - 1,5

Температура теплоносія, °С:

на вході в апарат - 250-300

на виході з апарату - 95-105

Частота обертання барабана, s^{-1} : 0,067

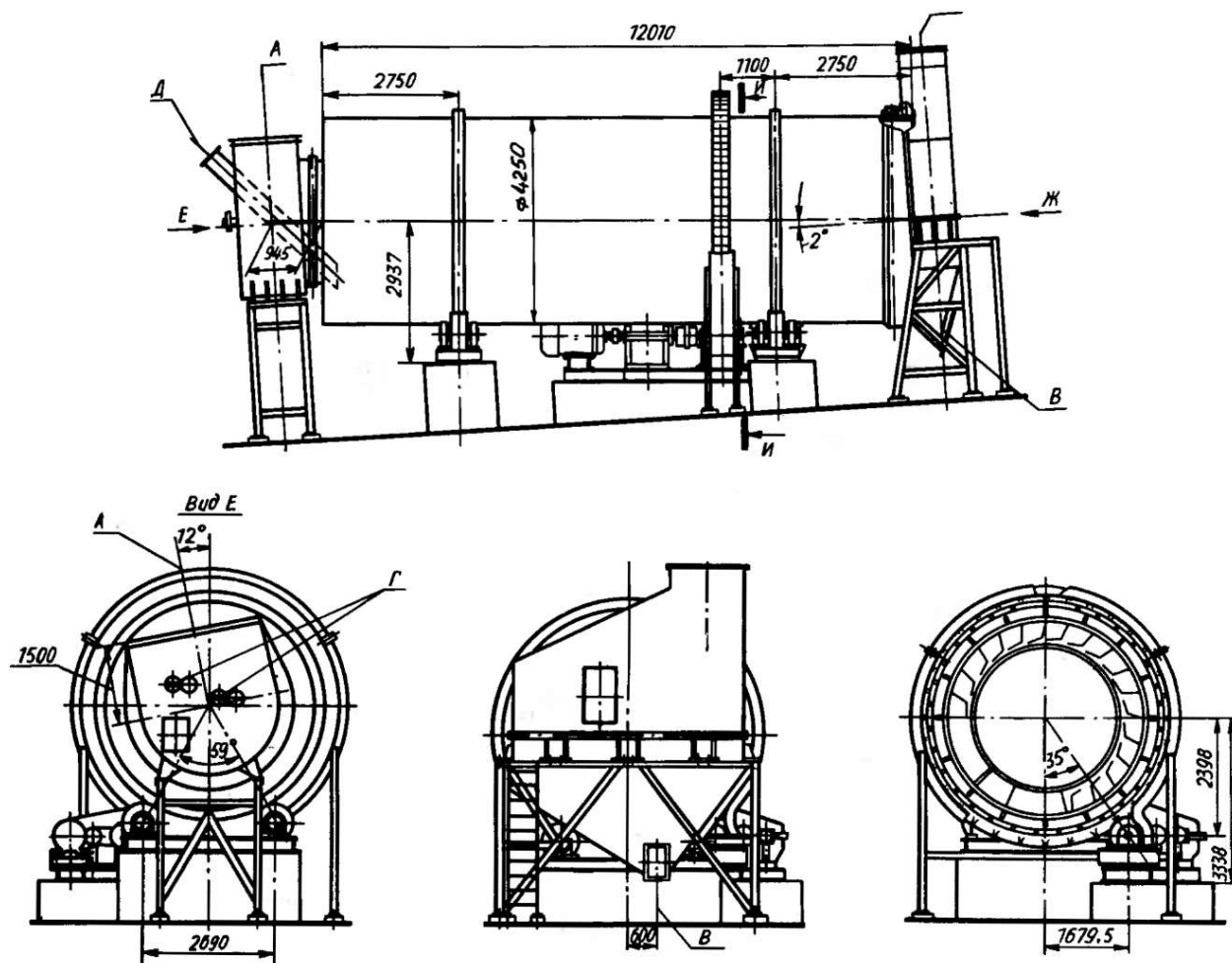


Рис.1.3. Барабанна сушарка БГ4, 25-12НУ- 01:

А- Вхід теплоносія, Б- Вихід теплоносія, В- Вихід продукту, Г- Подача пульпи, Д - Подача ретура.

1.2 Барабанна сушарка РБ1,8-12НУ-01

Призначена для сушки сипких продуктів (деревинного борошна і інших дисперсних продуктів хімічної, деревообробної і інших галузей промисловості) з контактним підведенням тепла. У циліндричному корпусі сушарки встановлений ротор, виконаний у вигляді теплообмінної трубочатки.

ривід ротора - з регульованою частотою обертання, що забезпечує зміну часу перебування продукту в апараті та продуктивність. Видалення вологої пари виконується потоком гарячого повітря.

Продуктивність, т/год:

по сухому продукту - 500

по випареній волозі - 450

Вологість продукту, %:

початкова - 100

кінцева - 5

Температура теплоносія в роторі, °С: 158

Частота обертання ротора, c^{-1} : 0,058...0,258

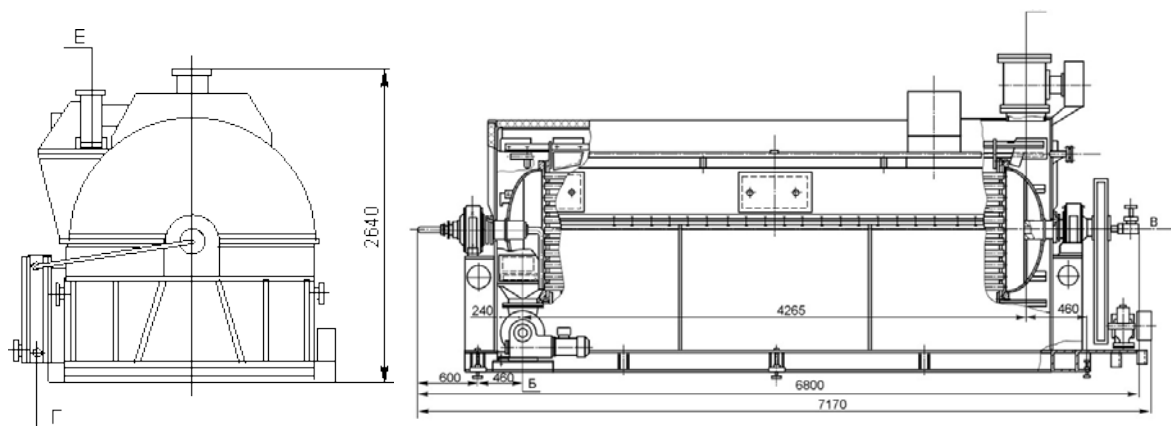


Рис.1.4. Барабанна сушарка РБ1,8-12НУ-01:

А- Вхід продукту, Б- Вихід продукту, В- Вихід пари, Г- Вихід конденсату, Д - Вхід повітря, Е – Вихід відпрацьованого повітря.

1.3 Барабанні сушарки БГ4,5-16НУ-06 и БГ4,5-16НУ-07 (гранулюючі)

Призначені для сушки і гранулювання складних мінеральних добрив, у тому числі подвійного і простого суперфосфату, аммофоса і аммофосфата.

Апарат моделі 06 виконується з правим, а моделі 07 - з лівим розташуванням приводу. Обидві моделі укомплектовано допоміжним приводом для повільного обертання барабана при чищенні та ремонті, а також форсунками для подачі продукту.

Продуктивність, т/год: 15

Температура теплоносія, °С:

на вході в апарат - 900

на виході з апарату - 130

Частота обертання барабана, c^{-1} :

від основного приводу : 0,075

від допоміжного приводу : 0,03

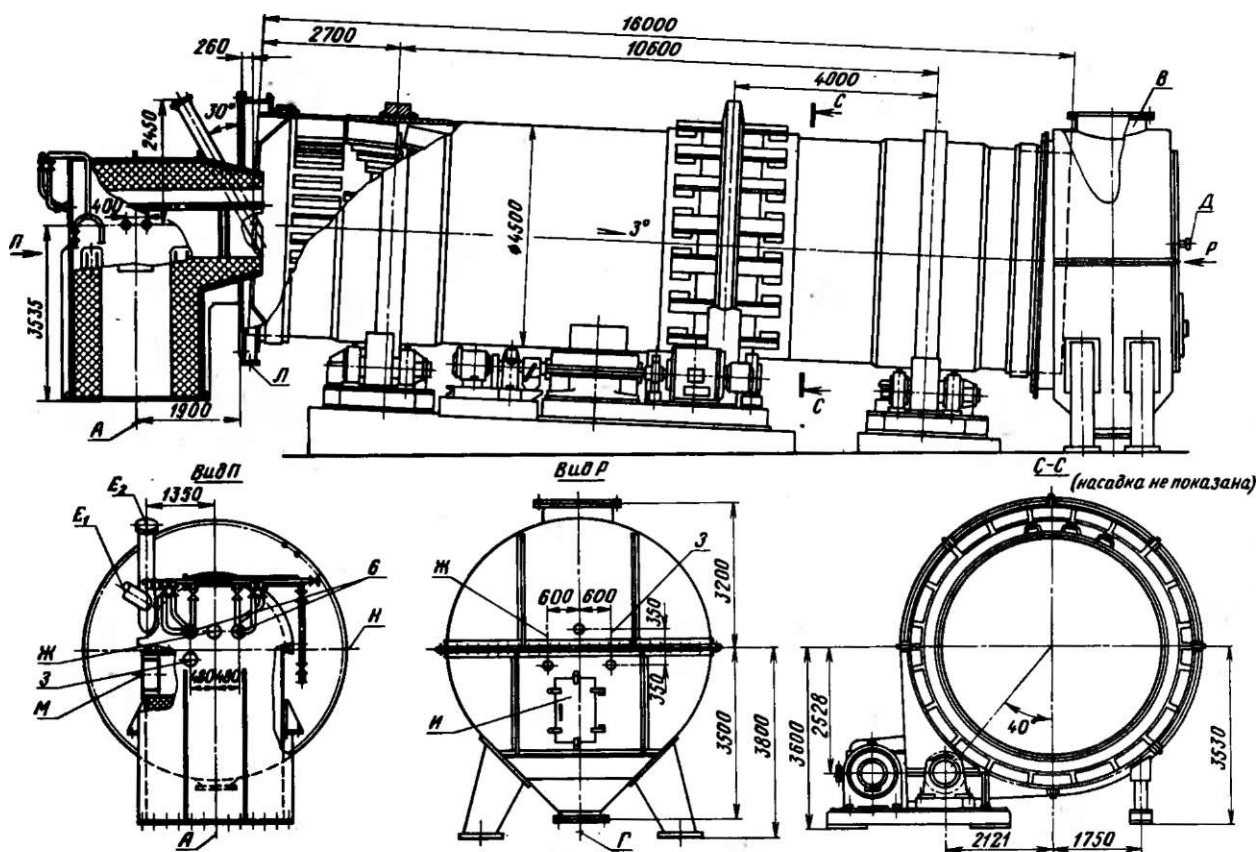


Рис.1.5. Барабанна сушарка БГ4,5-16НУ-06

А- Вхід теплоносія, Б- Під форсунку для подачі пульпи, В- Вихід теплоносія, Г- Вихід продукту, Д – Під термопару, Е₁, Е₂ – Подача ретура та прочистка, Ж – Оглядове вікно, З- Вікно для підсвічування, И- Люк, Л- Люк для висипки, М - Люк, Н- Штуцер КВП.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Проектом передбачена модернізація типової барабанної сушарки БН1,6-10НУ з модернізацією її внутрішнього пристрою для сушіння кукурудзяної мезги, а саме, встановлення кутом периферійної лопатевої насадки до утворює барабана для забезпечення скорочення часу перебування матеріалу в сушильному барабані при зниженій кількості обертів. Досвід експлуатації типових барабанних сушарок БН з лопатевими насадками показав, що при сушінні високовологих дрібнодисперсних продуктів відбувається налипання на елементи насадки. Внаслідок цього знижується ефективність тепломасобних процесів і виникає необхідність у трудомісткій операції очищення насадки від налиплого продукту, яка зумовлює тривалий простий сушарки. Застосування периферійної лопатевої насадки забезпечує надійну безперебійну високоефективну роботу сушарки та підвищення продуктивності. Це зумовлює і те, що потрібно менше витрат на утримання та експлуатацію. Зменшення кошторису та проектової барабанної сушарки порівняно з типовою пояснюється зменшенням трудомісткості капітального (КР) та поточного (ПР) ремонтів, а також збільшенням часу безперервної роботи між КР. Періодичність і трудомісткість технічного обслуговування (ТО) приймаємо однаковими в проектному та базовому варіанті, але не виключено, що в процесі експлуатації модернізована сушарка виявиться надійнішою за типову і трудомісткість ТО зменшиться, а час між черговими ТО збільшиться.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Аратов Е.Г.	Техніко-економічне, соціально обґрунтування	14-0552.ДП.03002 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1	

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Мезга утворюється у процесі переробки кукурудзи і в основному є частинками оболонки зерна. Мезга кукурудзяна - відхід крохмального виробництва, що використовується як корм для сільськогосподарських тварин. Складається з клітинних оболонок з незначною кількістю крохмалю та клейковини. Мезга кукурудзяна може ефективно використовуватися як корм для великої рогатої худоби та птиці. Вміст протеїну в меззі 8...12%, жиру 10...15%, клітковини 10...15%. Відпустка проводиться навалом насипом. Мезга складається головним чином з клітковини, яка робить пористим кормом для великої рогатої худоби.

Характеристика вихідного матеріалу (Мезга кукурудзяна волога):

Вологість – 70,0...75,0%

Зміст крохмалю – 15...20%

Протеїн – 8,0...11,0 %

Жир – 3,0...4,0 %

Клітковина – 10,0...12,0 %

Зола – 0,6...0,8%

Обмінна енергія – 12,9 МДж/кг

Гранична температура сушильного агента 300°C;

Гранична температура нагріву матеріалу 50°C;

Насипна щільність матеріалу 924 кг/м³;

Розмір частинок матеріалу 1,5 мм.

Характеристика готової продукції: вологість 12%.

Технічна характеристика апарату:

Довжина барабану, м: 10; Діаметр барабану, м: 1,6;

Частота обертання барабану, с⁻¹: 0,072;

Потужність електродвигуна, кВт: 16,4.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олшебський В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Разробник документа Аратов Е.Г.	Характеристика вихідної сировини і готової продукції.	14-0552.ДПОЗ.003 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

4.1 Принцип дії барабанної сушарки БН1,6-10НУ

Барабанна сушарка (як і інші сушарки) призначена для висушування вологого матеріалу.

Вологий матеріал із бункера 1 за допомогою живильника 2 подається в обертаючий сушильний барабан 3 (рис.4.1). Паралельно матеріалу в сушарку подається сушильний агент, що утворюється від згорання палива в топці 4 та змішування топкових газів з повітрям в змішувальній камері 5. Повітря в топку та змішувальну камеру подається вентиляторами 6 і 7. Висушений матеріал з іншого боку сушильного барабана надходить в проміжний бункер 8, а з нього на транспортуючій пристрій 9. Відпрацьований сушильний агент перед викидом в атмосферу очищується від пилу в циклоні 10. При необхідності проводиться додаткове мокре пиловловлювання.

Транспортування сушильного агента через сушильну установку здійснюється за допомогою вентилятора 11. При цьому установка знаходиться під невеликим розрідженням, що виключає витіки сушильного агента через нещільності установки. Барабан приводиться в рух через редуктор та зубчасту передачу 12.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Ольшевський В	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Артемов Е.Г.	Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи		14-0552.ДП.03.004 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.			Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

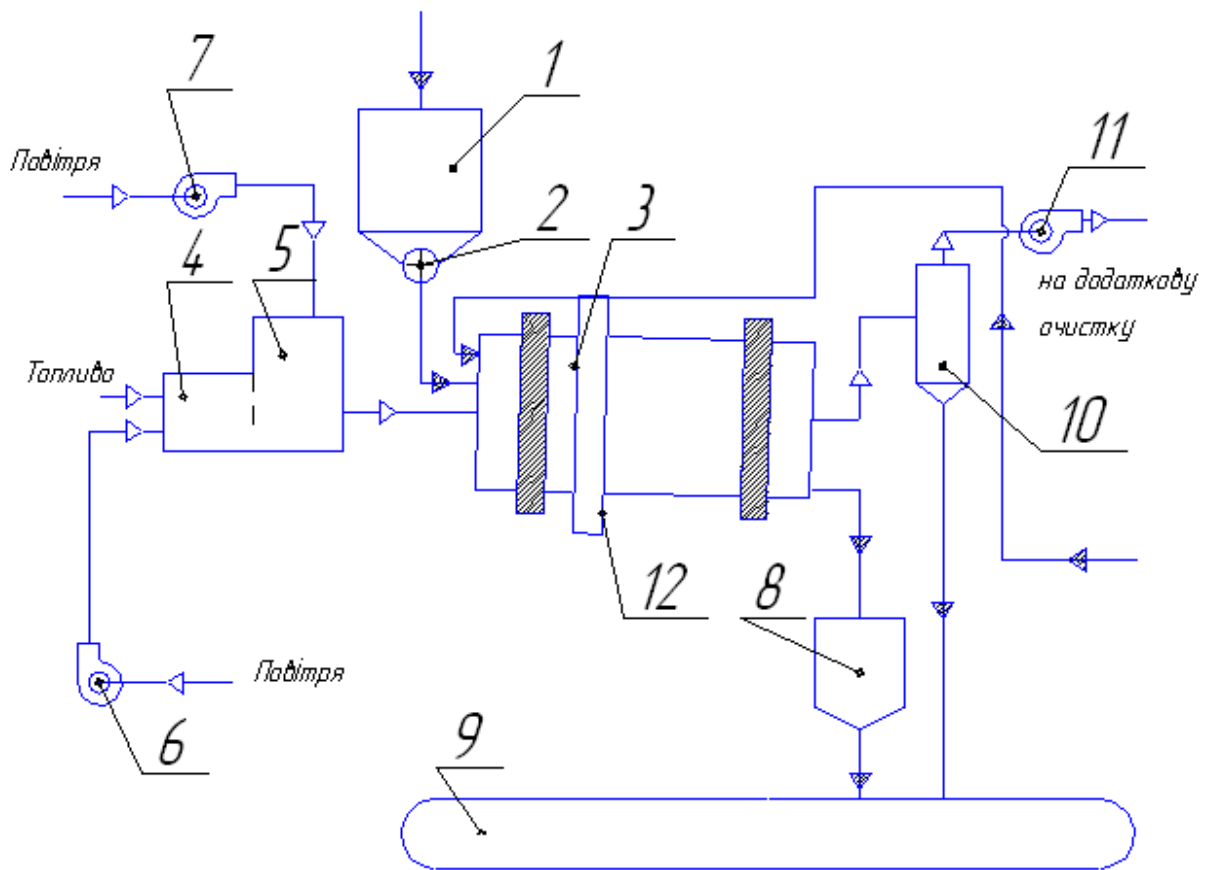


Рис. 4.1 Місце апарата в технологічній схемі.

1 - бункер; 2 - живильник; 3 – сушильний барабан; 4 – топка; 5 – змішувальна камера; 6, 7, 11 - вентилятори; 8 – проміжний бункер; 9 – транспортуючий пристрій; 10 – циклон; 12 – зубчаста передача.

4.2 Склад і принцип роботи установки

Сушильний агрегат для сушки кукурудзяної мезги включає в себе сушильний барабан, топку, вентилятори та димососи, а також циклони для вловлювання легких висушених частин.

Сушильний барабан 1 зварений із листової сталі товщиною 10...14 мм (рис.4.2). Зовні на барабані вкладені два гладких вінця 2, якими він опирається на ролики, та один зубчастий вінець 4, через який передається обертальний рух барабану. Кожний гладкий вінець опирається на два

опорних ролика 3. Барабани встановлюються з нахилом в бік руху висушеного матеріалу 0.5...5°. Для уникнення можливості зміщення барабана у вісевому напрямку встановлюються упорні ролики 5 з віссю обертання, що перпендикулярна осі обертання барабана.

Матеріал подається в барабан живильником 6, заздалегідь підсушується, перемішуючись лопатями 7 приймально-гвинтової насадки, а потім поступає на внутрішню насадку, розташовану уздовж майже усієї довжини барабана. Насадка забезпечує рівномірний розподіл і хороше перемішування матеріалу по перерізу барабана, а також його тісне зіткнення при пересипанні з сушильним агентом - паливневими газами.

Гази і матеріал особливо часто рухаються прямою, що допомагає уникнути перегрівання матеріалу, оскільки в цьому випадку найбільш гарячі гази стикаються з матеріалом, що має найбільшу вологість. Щоб уникнути посиленого віднесення пилу з газами останні просмоктуються через барабан вентилятором 8 з середньою швидкістю, що не перевищує 2...3 м/сек. Перед викидом в атмосферу відпрацьовані гази очищаються від пилу в циклоні 9.

На кінцях барабана часто встановлюють пристрої (наприклад, лабіринтові) ущільнювачів, що утрудняють витік сушильного агента.

У розвантажувального кінця барабана є підпирний пристрій у вигляді суцільного кільця або кільця, утвореного кільцеподібно розташованими поворотними лопатками (у вигляді жалюзі). Призначення цього кільця - підтримувати певну міру заповнення барабана матеріалом; як правило, міра заповнення не перевищує 20%. Час перебування зазвичай регулюється швидкістю обертання барабана і рідше - зміною кута його нахилу. Висушений матеріал віддаляється з камери 10 через розвантажувальний пристрій 11, за допомогою якого герметизується камера 10 і запобігається вступ в неї повітря ззовні. Підсоси повітря привели б до даремного збільшення продуктивності і енергії, споживаної вентилятором 8.

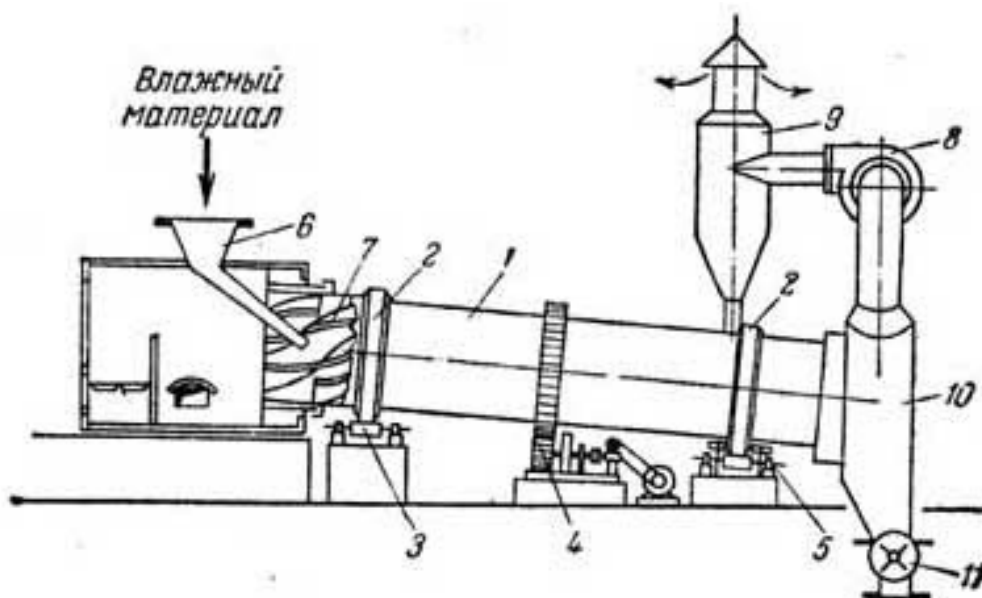


Рис.4.2. Барабанна сушарка БН1,6-10НУ

1-сушильний барабан; 2- вінець; 3- опорні ролики; 4- зубчастий вінець;
 5- упорні ролики; 6- живильник; 7 – лопаті; 8 – вентилятор; 9 – циклон; 10-
 камера; 11 – розвантажувальний пристрій.

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вимоги до харчового обладнання

Харчове обладнання має забезпечувати високу якість продукції та не знижувати продуктивність протягом терміну експлуатації. Енерго- та металомісткість - мінімальна, ремонтпридатність - висока. Пристрої робляться ергономічними та екологічними. Конструкція не повинна бути надто складною (на шкоду надійності), а обслуговування – створювати небезпеку персоналу.

Гігієнічні вимоги

Незважаючи на різноманітність процесів, вони мають одну спільну рису. На виході – продукти, які вживаються для харчування, причому, нерідко, без додаткової обробки. Виходячи з цього, обладнання для харчового виробництва повинне відповідати суворим санітарним нормам. Слід забезпечити високий рівень гігієни, проведення профілактичних робіт, виключення впливу бактерій та захист здоров'я споживачів. У зв'язку з цим, вузли та деталі агрегатів повинні:

Зберігати біологічну цінність сировини, не погіршувати її органолептичні характеристики.

Не бути поживною основою для мікробів і не містити речовини, що проникають у продукцію.

Мати гладку, поліровану внутрішню поверхню, без дрібних пір та важкодоступних місць, легко та швидко чиститись, митися та дезінфікуватися.

Не вступати в хімічну реакцію з лугами та кислотами.

Під час обробки – захищати сировину від забруднень, які проникають із довкілля.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Аратов Є.Г.	Вибір конструкційних матеріалів	14-0552.ДП.03.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Конструктивні вимоги

Устаткування для харчової промисловості робиться таким чином, щоб персонал мав вільний доступ для санітарної обробки, обслуговування та ремонту. У готову продукцію не повинні потрапляти металевий пил, що накопичується в міру зносу деталей, та мастильні матеріали. А також - сторонні предмети, для чого кріплення вузлів і складальних одиниць повинні бути максимально надійними. На частинах, що контактують із сировиною, не допускається утворення іржі.

Технологічні вимоги

Пристрої та агрегати повинні обробляти сировину своєчасно та відповідно до технологічних вимог. Не допускається, щоб вплив на продукт для зміни його параметрів перевищував нормативні характеристики.

Велике значення має адаптація окремих пристроїв до загального показника автоматизації та модульності обладнання цеху. Агрегати підбираються так, щоб усі вони були на рівні за даними параметрами. У цьому випадку споживання енергоносіїв та сировини буде зведено до мінімуму, а робота персоналу виявиться максимально продуктивною.

Використовувані матеріали

Устаткування для харчового виробництва використовується у досить специфічних умовах. Як робоче середовище нерідко виступають корозійно-активні маси. Регулярно застосовуються розчини для миття та дезінфекції. Є високі температури та значні перепади тиску. З цих та інших причин пристрої повинні витримувати у встановлених межах фізичну, хімічну та термічну дію. Крім того, треба дотримуватися викладених вище гігієнічних вимог. Тому, до вибору матеріалів виготовлення агрегатів пред'являються спеціальні вимоги.

Органи охорони здоров'я, які проводять комплексну оцінку матеріалів виготовлення харчового устаткування, піклуються у тому, щоб виконувались такі основні умови. Матеріал повинен відповідати технологічним вимогам,

тобто, забезпечувати виконання конкретної операції з обробці цього продукту. Він повинен бути нейтральним до продукту, і навпаки, щоб продукт не впливав на матеріал. Він може бути нешкідливим людини.

Внутрішні частини сушильної установки знаходяться в постійному контакті з вологою кукурудзяною мезгою.

Зносостійкість сталі в вологому твердому матеріалі при навантаженнях до 80 кгс/мм можна підвищити гартуванням і високим відпустком при більш високих навантаженнях - гартуванням і низьким відпустком; збільшення зносостійкості чавуна досягається за рахунок підвищення твердості шляхом зміцнювальної термічної обробки, ефективний засіб підвищення зносостійкості - цементация сталі з наступним гартуванням і низьким відпустком.

В цих умовах найбільш зносостійкою й економічно виправданою парою тертя є пара сталь - чавун.

Найбільший знос деталей спостерігається на ділянках з максимальною відносною швидкістю руху середовища в області вихрової чи кавітаційної зони. Деталлями найбільш підданому такому впливу є лопаті апарата.

Таким чином при виборі конструкційних матеріалів, були застосовані матеріали, що дозволені органами Держсаннагляду МОЗ України і забезпечують високу довговічність, й економічну доцільність їх використання.

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

6.1 Тепловий баланс барабанної сушарки

Параметри топкових газів, що подаються в сушарку.

Як паливо використовують природний газ наступного складу, %: 92,8 CH_4 ; 2,8 C_2H_6 ; 0,9 C_3H_8 ; 0,4 C_4H_{10} ; 0,1 C_5H_{12} ; 2,5 N_2 ; 0,5 CO_2 .

Теоретична кількість сухого повітря, що витрачається на спалювання 1 кг палива:

$$L_0 = 138[0,0179r_{\text{CO}} + 0,24r_{\text{H}_2} + \sum \frac{m+n/4}{12m+n} r_{\text{C}_m\text{H}_n}], \quad \text{кг/кг}, \quad (6.1.1)$$

де складу горючих газів виражені в об'ємних долях.

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

$$L_0 = 138[0,0179 \cdot 0 + 0,24 \cdot 0 + \frac{1+4/4}{12 \cdot 1+4} \cdot 0,928 + \frac{2+6/4}{12 \cdot 2+6} \cdot 0,028 + \frac{3+8/4}{12 \cdot 3+8} \cdot 0,009 + \frac{4+10/4}{12 \cdot 4+10} \cdot 0,004 + \frac{5+12/4}{12 \cdot 5+12} \cdot 0,001] = 16,677 \text{ кг/кг}.$$

Кількість тепла Q_v , що виділяється при спалюванні 1 м^3 газу, рівна:

$$Q_v = 35741r_{\text{CH}_4} + 63797r_{\text{C}_2\text{H}_6} + 91321r_{\text{C}_3\text{H}_8} + 118736r_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + 146000r_{\text{C}_5\text{H}_{12}}, \text{кДж/м}^3; \quad (6.1.2)$$

$$Q_v = 35741 \cdot 0,928 + 63797 \cdot 0,028 + 91321 \cdot 0,009 + 118736 \cdot 0,004 + 146000 \cdot 0,001 = 36400 \text{ кДж/м}^3.$$

Щільність газоподібного палива ρ_T :

$$\rho_T = \frac{\sum r_{\text{C}_m\text{H}_n} \cdot \mu_{\text{C}_m\text{H}_n}}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T_T}, \text{кг/м}^3, \quad (6.1.3)$$

де $\mu_{\text{C}_m\text{H}_n}$ – молярна маса палива, кмоль/кг ;

$r_{\text{C}_m\text{H}_n}$ – об'ємна доля горючих газів;

T_T – температура палива, рівна $T_T = 273 + 20^0 = 293\text{K}$;

T_0 – абсолютна температура, 273K ;

22,4 – молярний об'єм, $\text{м}^3/\text{кмоль}$.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олшебський В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Аратов Є.Г.	Розрахункова частина	14-0552.ДП.03.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/31

Підставивши, отримаємо:

$$\rho_T = \frac{0,928 \cdot 16 + 0,028 \cdot 30 + 0,009 \cdot 44 + 0,004 \cdot 58 + 0,001 \cdot 72}{22,4} \cdot \frac{273}{293} = 0,682 \text{ кг/м}^3.$$

Кількість тепла, що виділилося при спалюванні 1 кг палива:

$$Q_H^r = \frac{Q_V}{\rho_T} = \frac{36400}{0,682} = 53372 \text{ кДж/кг} \quad (6.1.4)$$

Маса сухого газу, що подається в сушильний барабан, з розрахунку на 1 кг спалюваного палива визначуваного палива визначається загальним коефіцієнтом надлишку повітря α , необхідного для спалювання палива і розбавлення топкових газів до температури суміші $t_{cm} = 195^\circ \text{C}$. Значення α знаходять з рівнянь матеріального і теплового балансів.

Рівняння матеріального балансу:

$$1 + L_0 = L_{c.z} + \sum \frac{9n}{12m + n} r_{C_m H_n}, \quad (6.1.5)$$

де $L_{c.z}$ – маса сухих газів, що утворюються при згоранні 1 кг палива;

$r_{C_m H_n}$ – масова доля компонентів, при згоранні яких утворюється вода, кг/кг.

Рівняння теплового балансу:

$$Q_n^r \eta + c_T t_T + \alpha L_0 I_0 = [L_{c.z} + L_0(\alpha - 1)] i_{c.z} + [\alpha L_0 x_0 + \sum \frac{9n}{12m + n} r_{C_m H_n}] i_n, \quad (6.1.6)$$

де η – загальний коефіцієнт корисної дії, що враховує ефективність роботи топки і втрати тепла топкою в доквілля, приймається рівним 0,95;

c_T – теплоємність газоподібного палива при температурі $t_T = 20^\circ \text{C}$,

$1,34 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$;

I_0 – ентальпія свіжого повітря, $I_0 = c_g t_g = 42 \text{ кДж}/\text{кг}$;

$i_{c.z}$ – ентальпія сухих газів, $i_{c.z} = c_{c.z} t_{c.z}$, $\text{кДж}/\text{кг}$;

$c_{c.z}, t_{c.z}$ – відповідно теплоємність і температура сухих газів;

$c_{c.z} = 1,05 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, $t_{c.z} = 195^\circ \text{C}$;

x_0 – вологовміст свіжого повітря, $кг/кг$ сухого повітря, при температурі $t_0 = 20^0C$ і відносній вологості $\varphi_0 = 72\%$, $x_0 = 0,0092кг/кг$;

i_n – ентальпія водяної пари, $кДж/кг$; $i_n = r_0 + c_n t_n$,

r_0 – теплота випару води при температурі 0^0C , рівна $2500кДж/кг$;

c_n – середня теплоємність водяної пари, рівна $1,97кДж/(кг \cdot K)$;

t_n – температура водяної пари, $t_n = t_{c.z} = t_{cm} = 200^0C$.

$i_n = 2500 + 1,97 \cdot 200 = 2884кДж/кг$.

Вирішуючи спільно рівняння (6.1.5) і (6.1.6), отримаємо:

$$\alpha = \frac{Q_n^r \eta + c_T t_T - i_{c.z} (1 - \sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n}) - i_n (\sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n})}{L_0 (i_{c.z} + i_n x_0 - i_0)}; \quad (6.1.7)$$

Перерахуємо компоненти палива, при згоранні яких утворюється вода, з об'ємних доль в масові:

$$g_{C_m H_n} = \frac{r_{C_m H_n} \mu_{C_m H_n} \cdot \frac{T_0}{T_T}}{22,4 \rho_T};$$

$$g_{CH_4} = 0,928 \cdot 16 \cdot 273 / (22,4 \cdot 0,699 \cdot 293) = 0,884;$$

$$g_{C_2H_6} = 0,039 \cdot 30 \cdot 273 / (22,4 \cdot 0,699 \cdot 293) = 0,051;$$

$$g_{C_3H_8} = 0,011 \cdot 44 \cdot 273 / (22,4 \cdot 0,699 \cdot 293) = 0,024;$$

$$g_{C_4H_{10}} = 0,004 \cdot 58 \cdot 273 / (22,4 \cdot 0,699 \cdot 293) = 0,0138;$$

$$g_{C_5H_{12}} = 0,001 \cdot 72 \cdot 273 / (22,4 \cdot 0,699 \cdot 293) = 0,0043.$$

Кількість вологи, що виділяється при згоранні $1 кг$ палива, рівно:

$$\begin{aligned} \sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n} &= \frac{9 \cdot 4}{12+4} 0,884 + \frac{9 \cdot 6}{12 \cdot 2+6} 0,051 + \frac{9 \cdot 8}{12 \cdot 3+8} 0,024 + \\ &+ \frac{9 \cdot 10}{12 \cdot 4+10} 0,0138 + \frac{9 \cdot 12}{12 \cdot 4+12} 0,0043 = 2,156кг/кг. \end{aligned}$$

Коефіцієнт надлишку повітря знаходимо по рівнянню (6.1.7):

$$\alpha = \frac{Q_n^r \eta + c_T t_T - i_{c.z} (1 - \sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n}) - i_n (\sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n})}{L_0 (i_{c.z} + i_n x_0 - i_0)};$$

Обчислимо:

$$\alpha = \frac{53372 \cdot 0,95 + 1,34 \cdot 20 - 1,05 \cdot 200(1 - 2,156) - 2884 \cdot 2,156}{16,677(1,05 \cdot 200 + 2884 \cdot 0,0092 - 42)} = 14,565$$

Загальна питома маса сухих газів, що отримуються при спалюванні 1 кг палива і розбавленні топкових газів повітрям до температури суміші 200°C, рівна:

$$G_{c,z} = 1 + \alpha L_0 - \sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n}, \text{кг/кг}; \quad (6.1.8)$$

$$G_{c,z} = 1 + 14,656 \cdot 16,677 - 2,156 = 241,754 \text{кг/кг}.$$

Питома маса водяної пари в газовій суміші при спалюванні 1 кг палива:

$$G_n = \sum \frac{9n}{12m+n} g_{C_m H_n} - \alpha x_0 L_0, \text{кг/кг}; \quad (6.1.9)$$

$$G_n = 2,156 + 14,565 \cdot 0,0092 \cdot 16,677 = 4,39 \text{кг/кг}.$$

Вологовміст газів на вході в сушарку ($x_1 = x_{cm}$) на 1 кг сухого повітря рівно:

$$x_1 = G_n / G_{n,a}, \hat{e}\tilde{a} / \hat{e}\tilde{a}, \quad (6.1.10)$$

звідки

$$x_1 = 4,39 / 241,745 = 0,018 \text{кг/кг}.$$

Ентальпія газів на вході в сушарку:

$$I_1 = (Q_n^r \eta + c_T t_T + \alpha L_0 I_0) / G_{c,z}, \text{кДж/кг}; \quad (6.1.11)$$

$$I_1 = (53372 \cdot 0,95 + 1,34 \cdot 20 + 14,565 \cdot 16,677 \cdot 42) / 233 = 266,779 \text{кДж/кг}$$

Оскільки коефіцієнт надлишку повітря великий, фізичні властивості газової суміші, використовуваної як сушильний агент, практично не відрізняються від фізичних властивостей повітря. Це дає можливість використовувати в розрахунках діаграму стану вологого повітря І-х.

6.2 Матеріальний баланс

Параметри відпрацьованих газів та визначення витрати сушильного агента.

З рівняння матеріального балансу сушки визначимо витрату вологи W , що видаляється з висушуваного матеріалу:

$$W = G_i (\omega_i - \omega_e) / (100 - \omega_i), \text{êã/ñ;} \quad (6.2.1)$$

G_M - продуктивність по вологому матеріалу, кг/с;

ω_H - початкова вологість матеріалу, % ;

ω_K - кінцева вологість матеріалу, % ;

$$G_M = \frac{W(100 - \omega_K)}{\omega_H - \omega_K} \quad (6.2.2)$$

$$G_M = \frac{W(100 - 12)}{68 - 12} = W \cdot 1,57$$

Середній час перебування матеріалу в барабанній сушарці :

$$\tau = \frac{0,23L_6}{n^{0,9} \cdot D_6 \cdot \text{tg} \beta} + 0,6 \frac{5(\rho \cdot u)}{\delta_3^{0,5} \cdot A_M}, \text{хв.;} \quad (6.2.3)$$

L_6 - довжина барабану, м ; $L_6 = 10$ м;

n - частота обертання барабану, об/хв ; $n = 4$ об/хв ;

D_6 - діаметр барабану, м ; $D_6 = 1,6$ м;

β - кут нахилу барабану ; $\beta = 2^\circ$

ρ - насипна щільність матеріалу, кг/м³ ; $\rho = 924$ кг/м³ ;

u - швидкість газу, м/с ; $u = 2$ м/с;

δ_3 - розмір частинок матеріалу, мм; $\delta_3 = 1,5$ мм;

A_M - напруження барабану по волозі, кг/м³год ; $A_M = 50$ кг/м³год;

$$\tau = \frac{0,23 \cdot 10}{4^{0,9} \cdot 1,6 \cdot 0,0349} + 0,6 \frac{5(924 \cdot 2)}{1,5^{0,5} \cdot 50} = 102,3 \text{ хв.} = 6138 \text{ с.}$$

$$\tau = \frac{G_K}{G_M + W/2} = \frac{G_K}{1,57W + 0,5W} = \frac{G_K}{2,07W}, \text{с ;}$$

G_K - кількість матеріалу, що знаходиться в сушарці, кг ;

$$G_K = V \cdot \beta \cdot \rho$$

V - об'єм барабану м³ ;

β - коефіцієнт заповнення барабану; $\beta = 0,14$

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h = 3,14 \cdot 0,8^2 \cdot 10 = 20 \text{ м}^3$$

$$G_K = 20 \cdot 0,14 \cdot 924 = 2587,2 \text{ кг.}$$

$$W = \frac{G_K}{2,07 \cdot \tau} = \frac{2587,2}{2,07 \cdot 6138} = 0,2 \text{ кг/с.}$$

$$G_m = 1,57 \cdot W = 1,57 \cdot 0,2 = 0,314 \text{ кг/с} = 1130,4 \text{ кг/год.}$$

Запишемо рівняння внутрішнього теплового балансу сушки:

$$\Delta = c\theta_1 + q_{дон} - (q_m + q_{м} + q_n), \text{кДж/кг}, \quad (6.2.4)$$

де Δ - різниця між питомим приходом і витратою тепла безпосередньо в сушильній камері;

c – теплоємність води у вологому матеріалі при температурі $\theta_1 = 20^\circ \text{C}$, $c = 4,187 \text{кДж/(кг} \cdot \text{K)}$;

$q_{дон}$ – питоме додаткове підведення тепла в сушильну камеру, кДж/кг води, при роботі сушарки по нормальному сушильному варіанту $q_{дон} = 0$;

q_m – питоме підведення тепла в сушку з транспортними засобами, кДж/кг води, в даному випадку $q_m = 0$;

$q_{м}$ – питоме підведення тепла в сушильний барабан з висушуваним матеріалом $\hat{e} \dot{A} \alpha / \hat{e} \dot{a}$;

$$q_i = G_e \tilde{n}_i (\theta_2 - \theta_1) / W ;$$

c_i – теплоємність висушеного матеріалу, $\text{кДж/(кг} \cdot \text{K)}$

$$c_m = c \frac{\omega_k}{100} + c_{сух} \frac{100 - \omega_k}{100} \text{кДж/(кг} \cdot \text{K)} ;$$

$c_{сух}$ – питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу, $\text{Дж/кг} \cdot \text{K}$;

$$c_{сух} = 1550 \text{ Дж/кг} \cdot \text{K} ;$$

$$c_m = 4,18 \cdot \frac{12}{100} + 1,55 \cdot \frac{100 - 12}{100} = 1,8656 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$$

$$q_i = \frac{2587,2 \cdot 1,8656 \cdot (49 - 20)}{3600 \cdot 0,2} = 194,4 \text{ кДж/кг}$$

θ_2 – температура висушеного матеріалу на виході з сушарки, $^\circ \text{C}$. При випарі поверхневої води θ_2 приймають приблизно температурі мокрого термометра t_m при відповідних параметрах сушильного агента. Приймаючи в першому наближенні процес сушки адіабатичним, знаходимо θ_2 по I-x діаграмі по початкових параметрах сушильного агента $\theta_2 = 49^\circ \text{C}$;

q_n – питомі втрати тепла в довкілля, кДж/кг волога, приймаємо $22,6\text{кДж/кг}$, що відповідає $\approx 1\%$ тепла, витраченого на випар 1кг води.

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

$$\Delta = \theta_1 \cdot c - (q_m - q_n) = 20 \cdot 4,18 - (194,4 + 22,6) = -133,4 \text{ кДж/кг}$$

Запишемо рівняння робочої лінії сушки:

$$\Delta = I - I_1 / (x - x_1) \text{ чи } I = I_1 + \Delta(x - x_1) \quad (6.2.5)$$

Для побудови робочої лінії сушки на діаграмі I - x необхідно знати координати (x і I) мінімум двох крапок. Координати однієї точки відомі:

$x_1 = 0,0188$, $I_1 = 266,7$. Для знаходження координат другої точки задамося довільним значенням x і визначимо відповідне значення I .

Нехай $x = 0,08$ Тоді $I = 266,7 - 133,4(0,08 - 0,0188) = 258,5 \text{ кДж/кг}$

Через дві крапки на діаграмі I - x (рис.6.1) з координатами x_1, I_1 та x, I проводимо лінію сушки до пересічення із заданим кінцевим параметром, $t_2 = 80^\circ\text{C}$. У точці пересічення лінії сушки з ізотермою t_2 знаходимо параметри відпрацьованого сушильного агента:

$$x_2 = 0,073 \text{ кг/кг}, I_2 = 260 \text{ кДж/кг}$$

Витрата сухого газу:

$$L_{c,z} = W / (x_2 - x_1), \text{кг/с}; \quad (6.2.6)$$

$$L_{c,z} = 0,2 / (0,073 - 0,0188) = 3,69 \text{ кг/с}$$

Витрата сухого повітря:

$$L = W / (x_2 - x_0), \text{кг/с}; \quad (6.2.7)$$

$$L = 0,2 / (0,073 - 0,0092) = 3,13 \text{ кг/с}$$

Витрата тепла на сушку:

$$Q_c = L_{c,z} (I_1 - I_0), \text{кДж/с}; \quad (6.2.8)$$

$$Q_c = 3,69 / (266,7 - 42) = 829,149 \text{ кДж/с}$$

Витрата палива на сушку:

$$G_T = Q_c / Q = 829,143 / 53372 = 0,015 \text{ кг/скг}$$

6.3 Конструктивний розрахунок

Визначення основних розмірів сушильного барабана.

Об'єм сушильного простору V складається з об'єму V_n , необхідного для прогрівання вологого матеріалу до температури, при якій починається інтенсивний випар вологи (до температури мокрого термометра сушильного агента), і об'єму V_c , потрібного для проведення процесу випару вологи, тобто $V = V_c + V_n$. Об'єм сушильного простору барабана, може бути вчислений по модифікованому рівнянню масообміну:

$$V_c = W / (K_V \Delta x'_{cp}) \quad (6.3.1)$$

де $\Delta x'_{cp}$ - середня рушійна сила масопередачі, $кг / м^3$;

K_V - об'ємний коефіцієнт масообміну, $1/с$.

При сушці кристалічних матеріалів відбувається видалення поверхневої вологи, тобто процес протікає в першому періоді сушки, коли швидкість процесу визначається тільки зовнішнім дифузійним опором. При паралельному русі матеріалу і сушильного агента температура вологого матеріалу дорівнює температурі мокрого термометра. В цьому випадку коефіцієнт масообміну чисельно дорівнює коефіцієнту масовіддачі $K_V = \beta_V$.

Для барабанної сушарки коефіцієнт масовіддачі β_V може бути вчислений по емпіричному рівнянню:

$$\beta_V = 1,62 \cdot 10^{-2} (\omega \rho_{cp})^{0,9} n^{0,7} \beta^{0,54} P_0 / [c \rho_{cp} (P_0 - P)], \quad (6.3.2)$$

де ρ_{cp} - середня щільність сушильного агента, $кг / м^3$;

c - теплоємність сушильного агента при середній температурі в барабані, рівна $1кДж / (кг \cdot K) [1]$;

β - оптимальне заповнення барабана висушуваним матеріалом, %;

P_0 - тиск, при якому здійснюється сушка, $Па$;

P - середній парціальний тиск водяної пари в сушильному барабані, $Па$.

Рівняння (6.3.2) справедливе для значень:

$$\omega\rho_{cp} = 0,6 \div 1,8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}),$$

$$n = 1,5 \div 5,0 \text{ об}/\text{мин},$$

$$\beta = 10 \div 25\%.$$

В даному випадку розмір часток висушуваного матеріалу від 1 до 2 мм. Швидкість газів, що приймається, в барабані $\omega = 2 \text{ м}/\text{с}$. Щільність сушильного агента при середній температурі в барабані $t_{cp} = (200 + 50)/2 = 175 \text{ }^\circ\text{C}$ практично відповідає щільності повітря при цій температурі:

$$\rho_{cp} = \frac{\mu_{с.г}}{V_0} \frac{T_0}{T_0 + t_{cp}} = \frac{29}{22,4} \frac{273}{(273 + 175)} = 0,789 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

$$\text{При цьому } \omega\rho_{cp} = 2 \cdot 0,789 = 1,578 < 1,8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Частота обертання барабана зазвичай не перевищує 5...8 об/хв; приймаємо $n=4$ про/хв, міра заповнення барабана висушуваним матеріалом $\beta=20\%$.

Парціальний тиск водяної пари в газі:

$$P = (x/\mu_g)P_0 / \left(\frac{1}{\mu_{с.г}} + \frac{x}{\mu_g} \right). \quad (6.3.3)$$

Тиск на вході в сушарку

$$P_1 = \frac{0,0188}{18} \cdot 10^5 / \left(\frac{1}{29} + \frac{0,0188}{18} \right) = 2939,8 \text{ Па};$$

$$\text{на виході з сушарки } P_2 = \frac{0,0751}{18} \cdot 10^5 / \left(\frac{1}{29} + \frac{0,0751}{18} \right) = 10793,49 \text{ Па}.$$

Звідки

$$P = (P_1 + P_2)/2 = (2939,8 + 10793,49)/2 = 6866,6 \text{ Па}.$$

Таким чином, об'ємний коефіцієнт масовіддачі рівний:

$$\beta_V = 1,62 \cdot 10^{-2} \frac{1,578^{0,9} \cdot 4^{0,7} \cdot 20^{0,54} \cdot 10^5}{1 \cdot 0,86 \cdot (10^5 - 6866,6)} = 0,4 \text{ с}^{-1}.$$

Рушійну силу масопередачі $\Delta x'_{cp}$ визначимо по рівнянню:

$$\Delta x'_{cp} = \frac{\Delta x'_{cp} - \Delta x'_{m}}{\ln \frac{\Delta x'_{\delta}}{\Delta x'_{m}}} = \frac{\Delta P_{cp} \mu_{\delta}}{P_0 V_0 \frac{T_0 + t_{cp}}{T_0}}, \quad (6.3.4)$$

де $\Delta x'_{\delta} = (x_1^* - x_1')$ – рушійна сила на початку процесу сушки, $кг/м^3$;

$\Delta x'_{m} = (x_2^* - x_2')$ – рушійна сила у кінці процесу сушки, $кг/м^3$;

x_1^*, x_2^* – рівноважне утримування вологи на вході в сушарку і на виході з неї, $кг/м^3$.

Середня рушійна сила ΔP_{cp} , виражена через одиниці тиску (Па), рівна

$$\Delta P_{cp} = \frac{\Delta P_{\delta} - \Delta P_{m}}{\ln \left(\frac{\Delta P_{\delta}}{\Delta P_{m}} \right)}. \quad (6.3.5)$$

Значення тиску насиченої пари над вологим матеріалом на початку і у кінці процесу сушки, Па, визначається по температурі мокрого термометра сушильного агента на початку t_{m1} та в кінці t_{m2} процесу сушки. По діаграмі І -

х знайдемо: $t_{m1} = 49^{\circ}C$; $t_{m2} = 47^{\circ}C$, при цьому

$$P_1^* = 17523 \text{ Па}; \quad P_2^* = 16258 \text{ Па}$$

Тоді

$$\Delta P_{cp} = \frac{(17523 - 2939,8) - (16258 - 10793,49)}{\ln \frac{17523 - 2939,8}{16258 - 10793,49}} = 9303,76 \text{ Па}.$$

Виразимо рушійну силу через концентрації

$$\Delta x'_{cp} = \frac{9303,76 \cdot 18}{10^5 \cdot 22,4(273 + 175)/273} = 0,046 \text{ кг/м}^3.$$

Місткість сушильного барабана, необхідна для проведення процесу випарювання вологи, без урахування об'єму апарату, потрібного на прогрівання вологого матеріалу :

$$V_c = \frac{0,2}{0,4 \cdot 0,046} = 11,1 \text{ м}^3$$

Місткість сушарки, необхідна для прогрівання вологого матеріалу знаходять по модифікованому рівнянню теплопередачі:

$$V_n = \frac{Q_n}{\kappa_v \Delta t_{cp}} = \frac{42,6}{0,2448 \cdot 125} = 1,4 \text{ м}^3 \quad (6.3.6)$$

де Q_n - витрата теплоти на прогрівання матеріалу до температури $t_{м1}$, кВт;

κ_v - об'ємний коефіцієнт тепловіддачі, кВт/(м³ · К);

Δt_{cp} - середня різниця температур, град.

Витрата теплоти:

$$Q_i = G_i \tilde{n}_i (t_{i1} - \theta_1) + W_a \tilde{n}_a (t_{i1} - \theta_1); \quad (6.3.7)$$

$$Q_n = 0,314 \cdot 1,8656 \cdot (50 - 20) + 0,2 \cdot 4,18 \cdot (50 - 20) = 42,6 \text{ кВт}$$

Об'ємний коефіцієнт теплопередачі

$$\kappa_v = 16(\omega \rho_{cp})^{0,9} n^{0,7} \beta^{0,54}; \quad (6.3.8)$$

$$\kappa_v = 16 \cdot 1,578^{0,9} \cdot 4^{0,7} \cdot 20^{0,54} = 244,6 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{К)} = 0,2448 \text{ кВт/(м}^3 \cdot \text{К)}$$

Для обчислення Δt_{cp} необхідно знайти температуру сушильного агента t_x , до якої він охолонуться, віддаючи тепло на нагрів висушуваного матеріалу до $t_{м1}$. Цю температуру можна визначити з рівняння теплового балансу:

$$Q_n = L_{c,z} (1 + x_1) c_z (t_1 - t_x). \quad (6.3.9)$$

$$\text{Звідки } t_x = 200 - \frac{49,01}{3,62(1 + 0,0188)1,05} = 187,344^\circ \text{C}.$$

Середня різниця температур

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1 - \theta_1) + (t_x - t_{м1})}{2}. \quad (6.3.10)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{(200 - 20) + (187 - 50)}{2} = 155^\circ \text{C}$$

Загальний об'єм сушильного барабана рівний:

$$V = 11,1 + 1,4 = 12,5 \text{ м}^3$$

Внутрішній діаметр барабана визначується по формулі:

$$\omega = \frac{V_\Gamma}{0,785 \cdot d^2}. \quad (6.3.11)$$

$$\text{Звідки } d = \sqrt{\frac{V_2}{\omega \cdot 0,785}}, \text{ м.}$$

де V_2 – об'ємна витрата вологого сушильного агента на виході з барабана.

$$V_2 = L_{c.z} \cdot V_0 \frac{T_0 + t_{cp}}{T_0} \left(\frac{1}{\mu_{c.z}} + \frac{x_{cp}}{\mu_g} \right), \quad (6.3.12)$$

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{0,0188 + 0,073}{2} = 0,0459 \text{ кг/кг}$$

x_{cp} - середній зміст води в сушильному агентіві, кг/кг сухого повітря

Підставивши, отримаємо

$$V_2 = 3,69 \cdot 22,4 \cdot \frac{273 + 125}{273} \left(\frac{1}{29} + \frac{0,0459}{18} \right) = 4,438 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = \sqrt{\frac{4,438}{2 \cdot 0,785}} = 1,68 \text{ м}$$

Довжина барабана

$$l = \frac{V}{\pi \cdot r^2} = \frac{V}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{12,5}{3,14 \left(\frac{1,68}{2}\right)^2} = 5,64 \text{ м}$$

Перевірка допустимої швидкості газів, виходячи з умови, що частки висушуваного матеріалу найменшого діаметру не повинні відноситися потоком сушильного агента з барабана.

Швидкість віднесення, рівна швидкості вільного витання

$$\omega_{c.g} = \frac{\mu_{cp}}{d \cdot \rho_{cp}} \left(\frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \right), \quad (6.3.13)$$

де μ_{cp}, ρ_{cp} – в'язкість і щільність сушильного агента при середній температурі;

d - найменший діаметр часток матеріалу, м;

$Ar \approx d^3 \rho_{ch} \rho_{cp} g / \mu_{cp}^2$ - число Архімеда;

ρ_{ch} - щільність часток висушуваного матеріалу, рівна для мезги кукурудзяної 924 кг/м³.

Середня щільність сушильного агента

$$\rho_{\text{нд}} = \left[29(10^5 - \frac{P_1 + P_2}{2}) + \mu_a \frac{P_1 + P_2}{2} \right] \frac{273}{22,4 \cdot 10^5 (273 + t_{\text{нд}})}, \hat{e} \tilde{a} / \hat{i}^3.$$

$$\rho_{\text{cp}} = \left[29(10^5 - 6866.6) + 18 \cdot 6866.6 \right] \frac{273}{22,4 \cdot 10^5 (273 + 125)} = 0,838 \text{ кг / м}^3.$$

Критерій Архімеда:

$$Ar = d^3 \rho_{\text{ч}} \rho_{\text{cp}} g / \mu_{\text{cp}}^2,$$

де $\mu_{\text{cp}} = 23,475 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$ при $t_{\text{cp}} = 137.5^0 \text{ C}$, $\rho_{\text{ч}} = 924 \text{ кг / м}^3$

$$Ar = \frac{(1,6 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 924 \cdot 0,838 \cdot 9,8}{(23,475 \cdot 10^{-6})^2} = 51,72 \cdot 10^4$$

Тоді швидкість віднесення

$$\omega_{\text{с.в.}} = \frac{23,475 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,838} \cdot \left(\frac{51,7 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \sqrt{51,7 \cdot 10^4}} \right) = 20,9 \text{ м/с}.$$

Робоча швидкість сушильного агента $\omega_{\text{д}} = 2 \text{ м/с}$ у сушарці менше, ніж швидкість віднесення часток найменшого розміру $\omega_{\text{с.в.}} = 20,9 \text{ м/с}$ тому розрахунок основних розмірів сушильного барабана закінчуємо.

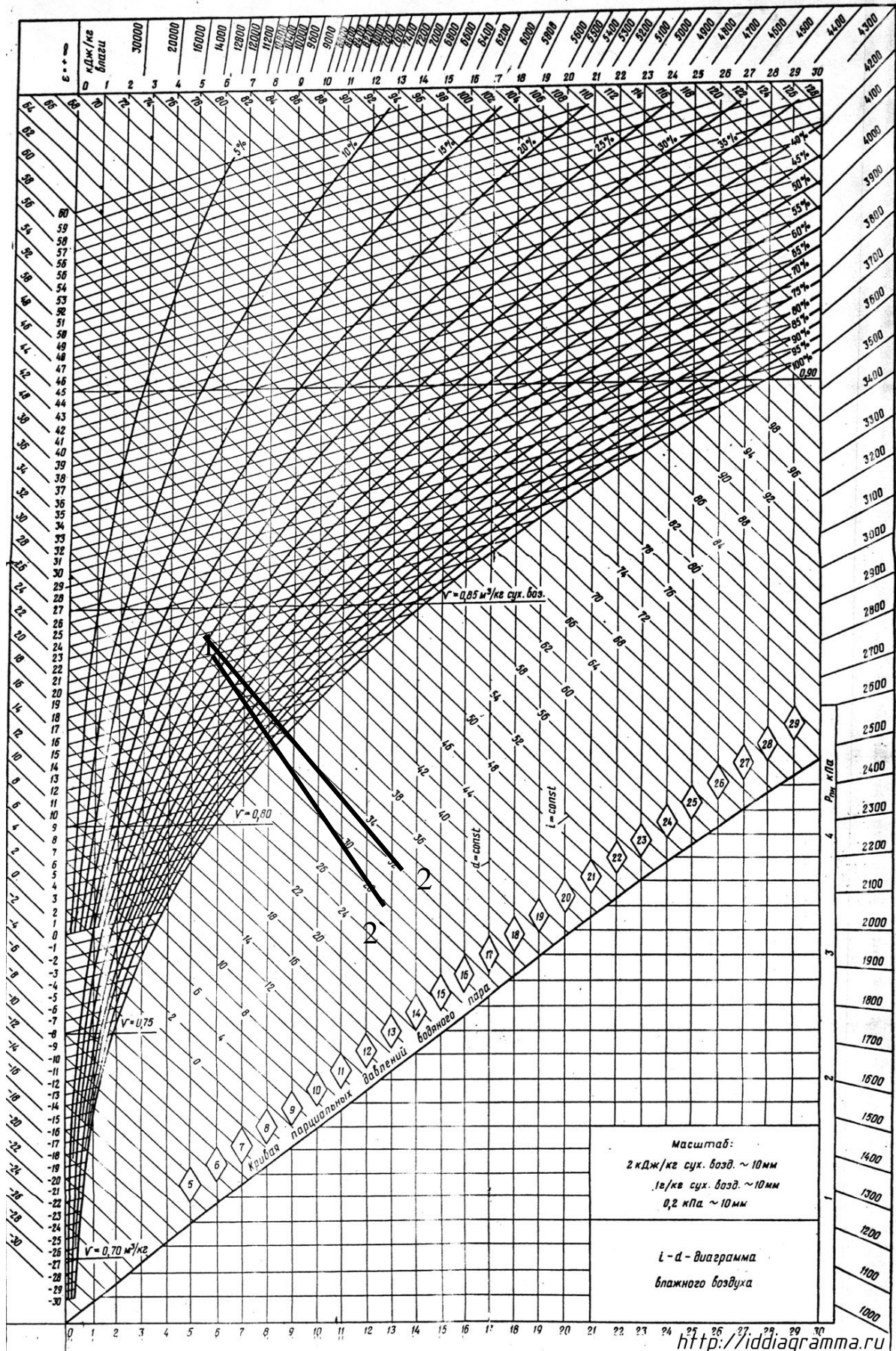


Рис. 6.1 Диаграмма stanu вологого повітря.

6.4 Розрахунок корпусу сушарки на міцність

Розрахунок зводиться до перевірки корпусу сушарки, а також основних її вузлів і деталей під дією різних навантажень.

При розрахунку сушильного барабана необхідно визначити товщину стінки і прогин барабана. Барабан розглянемо як балку, що вільно лежить на двох опорах (рис 6.2). барабана, насадки, бандажів, завантажувального матеріалу і ізоляції є рівномірно розподіленим навантаженням по довжині барабана, вагу венцової шестерні - зосереджену силу.

Визначення згинаючого моменту, від рівномірно розподіленого навантаження

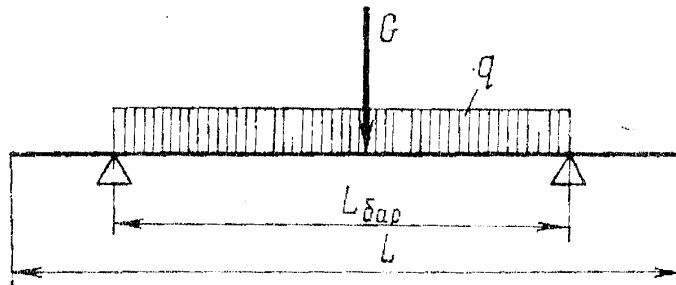


Рис. 6.2 Схема механічного навантаження на барабан

Товщина стінки барабана

$$S_6 = 0,008 \text{ м}$$

$$D_{\text{вн.}} = 1,584 \text{ м}$$

Згинаючий момент, від рівномірно розподіленого навантаження (Н·м):

$$M_1 = q \cdot L_{\text{бар}}^2 / 8, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (6.4.1)$$

де q – навантаження, що доводиться на одиницю довжини між бандажами, МПа:

$$q = G / L, \text{ Н}; \quad (6.4.2)$$

$L_{бар}$ - відстань між бандажами, м (для барабана завдовжки 10000мм

$L_{бар}$ приймаємо рівною 5,9 ,м).

Для того, щоб визначити q знайдемо сумарне навантаження (Н):

$$G = G_{бар} + G_{mat}, \text{ Н.} \quad (6.4.3)$$

де $G_{бар} = G \cdot 9,81$ - сила тяжіння барабана, Н: (6.4.4)

$$G = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi D_{вн}^2}{4} \right) \cdot L \cdot \rho + 2 \left(\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \rho \right) \quad (5.4.5)$$

$$G = \left(\frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 1,584^2}{4} \right) \cdot 10 \cdot 7700 + 2 \left(\frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 0,008 \cdot 7700 \right) = 3328$$

кз

$$G_{бар} = 3328 \cdot 9,81 = 32648 \text{ Н}$$

$$G_{в\ddot{a}d} = 0,785 \cdot D_{\ddot{a}i} \cdot \beta \cdot \gamma_{в\ddot{a}d} \cdot L - \text{вага вологого матеріалу, Н;} \quad (6.4.6)$$

$\gamma_{mat} = \rho \cdot 9,81$ - питома вага висушеного матеріалу, Н/м³:

$$\gamma_{mat} = 924 \cdot 9,81 = 9064,4, \text{ Н/м}^3;$$

Тоді:

$$G_{в\ddot{a}d} = 0,785 \cdot 1,584 \cdot 0,14 \cdot 9064,4 \cdot 10 = 15779,5, \text{ Н.}$$

Значить:

$$G = 32648 + 15779,5 = 48427,5, \text{ Н.}$$

Визначимо M_1 :

$$M_1 = \frac{48427,5 \cdot 5,9^2}{8} = 21072, \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

Визначення згинаючого моменту, від зосередженого навантаження вінцевої шестерні.

Силу тяжіння насадки, накладок і кілець жорсткості визначають з наступних співвідношень: при зовнішньому діаметрі барабана $D = 1,6$ вага 1,м лопатевої насадки приймаємо $G_{нас} = 1360$, Н, і вага вінцевої шестерні при цьому ж діаметрі $G_{вен} = 6160$, Н

Згинаючий момент, від зосередженого навантаження вінцевої шестерні

:

$$\dot{I}_{2} = G_{\dot{a}\dot{a}i} \cdot L_{\dot{a}\dot{a}\dot{d}} / 4, \text{ Н}\cdot\text{м. (6.4.7)}$$

$$M_{2} = (6160 \cdot 5,9) / 4 = 9086, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначення сумарного згинаючого моменту

$$M_{\text{изг}} = M_{1} + M_{2}, \text{ Н}\cdot\text{м. (6.4.8)}$$

$$M_{\text{изг}} = 21072 + 9086 = 30158, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначення крутного моменту

$$\dot{I}_{\dot{e}\dot{d}} = \frac{N}{D \cdot \pi \cdot n}, \text{ Н}\cdot\text{м (6.4.9)}$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{16,4}{1,6 \cdot 3,14 \cdot 0,06} = 48,96, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначення розрахункового (приведеного) моменту

$$\dot{I}_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{d}} = 0,35 \cdot \dot{I}_{\dot{e}\dot{c}\dot{a}} + 0,65 \cdot \sqrt{\dot{I}_{\dot{e}\dot{c}\dot{a}}^2 + \dot{I}_{\dot{e}\dot{d}}^2}, \text{ Н}\cdot\text{м (6.4.10)}$$

$$M_{\text{розр.}} = 0,35 \cdot 30158 + 0,65 \cdot \sqrt{30158^2 + 48,96^2} = 30158, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначення напруги в стінці барабана

Допустиме напруження на згин приймаємо $[\sigma_{32}] = 60 \text{ МПа}$, тоді

визначаємо мінімальний момент опору:

$$W_{\text{min}} = \frac{\dot{I}_{\dot{\sigma}\dot{\sigma}\dot{d}}}{[\sigma_{\dot{c}\dot{a}}]} = \frac{30158 \cdot 10}{60 \cdot 10^6} = 0,005 \dot{\text{и}}^3 \quad (6.4.11)$$

Момент опору для барабанів визначається:

$$W = \frac{\pi \cdot D_{\dot{a}\dot{a}\dot{d}}^2}{4} \cdot S = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 0,008 = 0,016 \dot{\text{и}}^3 \quad (6.4.12)$$

Тоді мінімальна товщина стінки повинна бути:

$$S_{\text{min}} = \frac{4 \cdot W_{\text{min}}}{\pi \cdot D_{\dot{a}}^2} = \frac{4 \cdot 0,005}{3,14 \cdot 1,6^2} = 0,002 \dot{\text{и}} \quad (6.4.13)$$

Тобто при $S=0,008$ м міцність стінки буде забезпечена.

Перевірка барабана на прогин, що допускається, проводимо таким чином: для нормальної роботи барабана допускається прогин на 1, м довжини не більш 1/3, мм, тобто:

$$f \leq 0,0003 \cdot L_{\text{дод}}, \quad (6.4.14)$$

де $f = f_1 + f_2$ - загальний прогин, м;

$f_1 = 5 \cdot q \cdot L_{\text{дод}}^4 / (384 \cdot E \cdot J)$ - прогин під дією рівномірно розподіленої сили q ,

м;

$E = 1,86 \cdot 10^5$ - модуль подовжньої пружності матеріалу, МПа;

$J = \frac{\pi \cdot D_{\text{бар}}^3}{8} \delta_{\text{бар}}$ - осьовий момент інерції для поперечного перерізу

барабана;

$f_2 = G_{\text{вен}} \cdot L_{\text{бар}}^3 / (48 \cdot E \cdot J)$ - прогин під дією сили ваги вінцевої

шестерні.

Тоді:

$$f_2 = 5 \cdot 4842,75 \cdot 5,9^4 / (384 \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot (1,6 - 0,008)^3}{8} \cdot 0,008) =$$

$$= 32,6 \cdot 10^{-6}, \text{ м.}$$

$$f_2 = 6160 \cdot 5,9^3 / (48 \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot (1,6 - 0,008)^3}{8} \cdot 0,008) =$$

$$= 11,2 \cdot 10^{-6}, \text{ м.}$$

Тоді:

$$f = 32,6 \cdot 10^{-6} + 11,2 \cdot 10^{-6} \leq 0,0003 \cdot 4,9 = 1470 \cdot 10^{-6}$$

Умова виконується.

Розрахунок бандажів

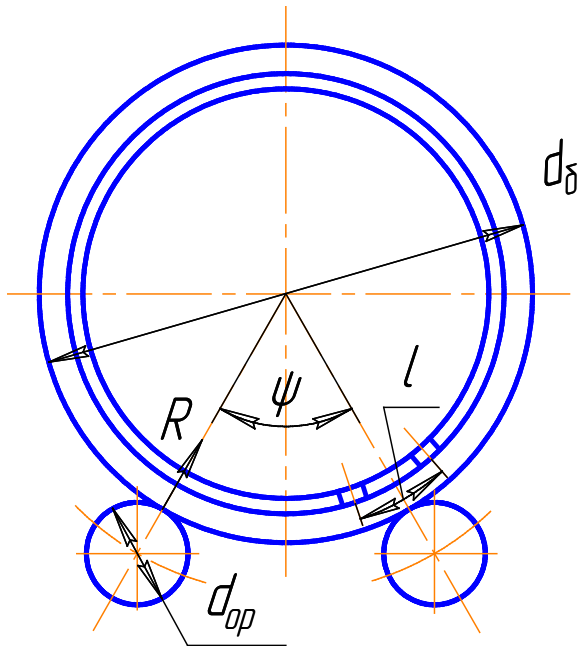


Рис. 6.3 Розрахункова схема бандажів

Визначення реакції опорного ролика

Реакція опорного ролика:

$$R = \frac{P}{2 \cdot \cos \frac{\psi}{2}} \quad (6.4.15)$$

де $P = \frac{G_{\text{всього}}}{z} \cos \alpha$ – навантаження на один бандаж;

ψ – кут між опорними роликами ($\psi = 60^\circ$);

z – кількість бандажів ($z = 2$);

α – кут нахилу барабана до горизонталі, $\alpha = 2^\circ$ ($\cos 2^\circ \cong 0,999$).

$G_{\text{барабан}} = G_{\text{а\bar{a}\bar{a}\bar{a}}} + G_{\text{а\bar{a}\bar{a}}} + 2 \cdot G_{\text{а\bar{a}\bar{a}}}$ – вага усього барабана;

$G_{\text{бан}} = 4600$ – вага бандажа,

$G_{\text{а\bar{a}\bar{a}\bar{a}}} = 32648 + 15779,5 + 2 \cdot 4600 = 57627,5 \text{ Н}$.

Тоді:

$$P = \frac{57627,5}{2} \cdot 0,999 = 28785, \text{ Н}$$

$$R = \frac{28785}{2 \cdot 0,866} = 16619,5 \text{ Н}$$

Визначення відстань між двома сусідніми черевиками:

$$l = \frac{\pi \cdot D}{m}, \text{ м} \quad (6.4.16)$$

де m - число черевиків для цього діаметру барабана (приймаємо $m = 9$).

$$l = \frac{3,14 \cdot 1,6}{9} = 0,558, \text{ м.}$$

Визначення максимального моменту, що вигинає, в місці контакту опорного ролика і бандажа

Визначимо по формулі:

$$M_{\max} = \frac{R \cdot l}{4}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (6.4.17)$$

$$M_{\max} = \frac{16619,5 \cdot 0,558}{4} = 2318,4, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

По каталогу вибираємо бандаж прямокутного перерізу з розмірами:

$$b_{\delta} = 0,120, \text{ м}; \quad h_{\delta} = 0,160, \text{ м.}$$

Визначення моменту опору перерізу бандажа

$$W = \frac{b_{\delta} \cdot h_{\delta}^2}{6} = \frac{0,12 \cdot 0,16^2}{6} = 5,12 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \quad (6.4.18)$$

Визначення напруги, що виникає в бандажі

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{W}, \text{ Па} \quad (6.4.19)$$

$$\sigma_u = \frac{2318,4}{5,12 \cdot 10^{-4}} = 452 \cdot 10^4, \text{ Па.}$$

Зовнішній діаметр бандажа приймаємо наслідуючи міркування, що

$$d_{\delta} = D + 2 \cdot h_{\delta}, \text{ тобто } d_{\delta} = 1,6 + 2 \cdot 0,16 = 1,92, \text{ м.}$$

Прийmemo $d_{\delta} = 2,1, \text{ м}$

Визначення діаметру опорного ролика

Визначаємо з наступного співвідношення:

$$d_{op} = 0,25 \cdot d_{\delta}, \quad (6.4.20)$$

$$d_{op} = 0,25 \cdot 2,1 = 0,525$$

Приймаємо $d_{op} = 0,58$ м.

Перевірка умови контактної міцності в місці торкання ролика і бандажа

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{R}{b_{\delta}} \cdot E \cdot \frac{d_{\delta} + d_{op}}{d_{\delta} \cdot d_{op}}}, \text{ МПа} \quad (6.4.21)$$

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{16619,5 \cdot 1,86 \cdot 10^5 (2,1 + 0,58)}{0,12 \cdot 2,1 \cdot 0,58}} = 315,4, \text{ МПа.}$$

Для бандажа виготовленого з чавуну $\sigma_c \geq 350$, МПа, отже умова контактної міцності дотримується.

6.5 Вибір і перевірка електродвигуна

Визначення необхідної потужності електродвигуна

Обертний момент, на робочому валу редуктора;

$$P_{\text{эд}}^{\text{тр}} = \frac{P_{\text{рв}}}{\eta_o}, \text{ Вт} \quad (6.5.1)$$

де: $P_{\text{рв}} = T_{\text{рв}} \cdot \omega_{\text{рв}}$, Вт – потужність на робочому валу;

$\eta_o = \eta_m \cdot \eta_{\text{зк}} \cdot \eta_{\text{зю}}$ – загальний коефіцієнт корисної дії приводу;

тут:

$\omega_{\text{рв}} = \pi \cdot n / 30$, \tilde{n}^{-1} – кутова швидкість робочого валу:

$$\omega_{\text{рв}} = \frac{3,14 \cdot 4}{30} = 0,418 \text{ с}^{-1};$$

$T_{\text{рв}} = N / \omega_{\text{рв}}$, $\text{Í} \cdot \text{í}$ – момент, що обертає, на робочому валу:

$$T_{\text{рв}} = \frac{16400}{0,418} = 39234,4 \text{ Í} \cdot \text{í};$$

$\eta_m = 1$ – К.К.Д. пружної компенсуючої муфти між електродвигуном і редуктором;

$\eta_{\text{зк}} = 0,97$ – К.К.Д. закритої конічної передачі редуктора з урахуванням втрат в опорах і підшипниках;

$\eta_{\text{зю}} = 0,95$ – К.К.Д. відкритої циліндричної передачі;

$P_{\text{рв}} = T_{\text{рв}} \cdot \omega_{\text{рв}}$, Вт – потужність на робочому валу:

$$P_{PB} = 39234,4 \cdot 0,418 = 16400$$

тоді:

$$P_{ЭД}^{TP} = \frac{16400}{1 \cdot 0,97 \cdot 0,95} = 17797$$

Необхідна частота обертання електродвигуна

Потрібна частот обертання знаходиться з наступного діапазону частот обертання:

$$Dn_{\dot{\lambda}} = n \cdot Du_{\Sigma}, \text{ об/хв}, \quad (6.5.2)$$

де $n=4$ об/хв – частота обертання барабана;

$Du_{\Sigma} = Du_{зк} \cdot Du_{зцо}$ – діапазон можливих передавальних чисел приводу.

тут:

$Du_{зк} = 2 \div 4$ – діапазон можливих передавальних чисел кінчної передачі редуктора ;

$Du_{зцо} = 3 \div 7$ – діапазон можливих передавальних чисел відкритої циліндричної передачі ;

Тоді:

$$Du_{\Sigma} = (2 \div 4) \cdot (3 \div 7) = 6 \div 28 .$$

Звідси:

$$Dn_{\dot{\lambda}} = 4 \cdot (6 \div 28) = 24 \div 112, \text{ об/хв}$$

Вибір електродвигуна

Виходячи з отриманих вище за даних, вибираємо трифазний електродвигун змінного струму загального застосування єдиної серії 4А по ДСТУ 2582:2017 з технічними характеристиками, представленими в таблиці 6.1.

Технічні характеристики вибраного електродвигуна

Тип двигуна	Виконання	Число пар полюсів	Потужність, $P_{\text{эд}}$, кВт	Точна частота обертання $n_{\text{эд}}$, мин^{-1}	$\frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{ном}}}$	Діаметр вала d , мм
АИР180М6	ІМ1081	6	18,5	975	2	55

Визначення загального передаточного числа і розбиття його між ступенями

Загальне передаточне число приводу:

$$U_{\Sigma} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{рв}}} \quad (6.5.3)$$

$$U_{\Sigma} = \frac{975}{4} = 243,75$$

Вибір редуктора

Виберемо по ДСТУ ISO/TR 13593:2005 редуктор циліндричний триступінчатий горизонтальний типу 1ЦЗУ-355М-31,5-12У1

Відповідно до вибраного типу редуктора і електродвигуна зображуватимемо кінематичну схему приводу сушарки:

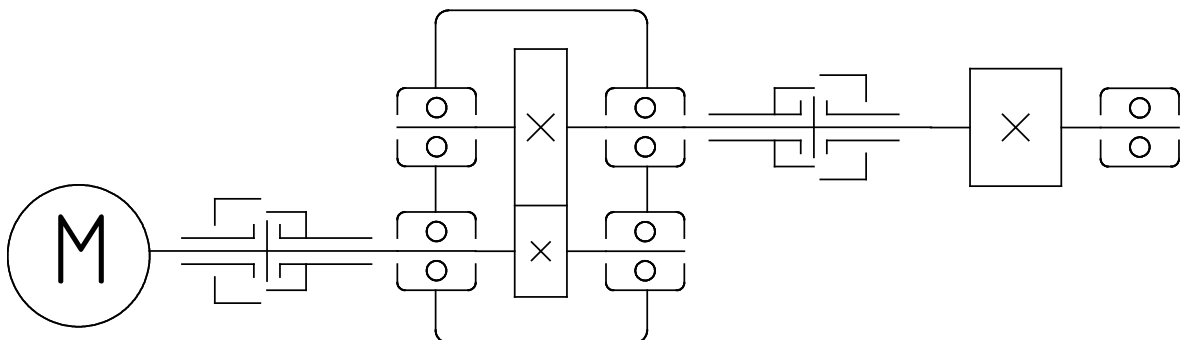


Рис. 6.5 Кінематична схема приводу сушарки

Робимо розбиття загального передавального числа по східцях

Передаточне число редуктора U_{Σ} рівне:

$$U_{\zeta\ddot{O}} = \frac{U_{\Sigma}}{U_{\hat{i}\ddot{O}}} \quad (6.5.4)$$

Прийmemo $U_{зц} = 60$. Тоді передаточне число відкритої циліндричної передачі рівне:

$$U_{зц} = \frac{243,75}{60} = 4,06 \approx 4$$

Надалі для простоти розрахунку позначимо кожен вал приводу і барабан індексами (уточнивши деякі величини):

I - вал електродвигуна

II - вхідний вал редуктора

III - вихідний вал редуктора

IV - барабан

Визначення частоти обертання валів і барабана приводу

$$n_I = n_{II} = n_{зц} = 975 \text{ об/хв}$$

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{u_{зк}} \text{ об/хв} \quad (6.5.5)$$

$$n_{III} = \frac{975}{60} = 16,25 \text{ об/хв.}$$

$$n_{IV} = \frac{n_{III}}{U_{зц}} \text{ об/хв;} \quad (6.5.6)$$

$$n_{IV} = \frac{16,25}{4,06} = 4 \text{ об/хв.}$$

Визначення кутових швидкостей валів приводу

$$\omega_I = \omega_{II} = \frac{\pi \cdot n_I}{30}, \text{ рад/с;} \quad (6.5.7)$$

$$\omega_I = \omega_{II} = \frac{3,14 \cdot 975}{30} = 102,05, \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{III} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30}, \text{ рад/с;} \quad (6.5.8)$$

$$\omega_{III} = \frac{3,14 \cdot 16,25}{30} = 1,701, \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{IV} = \frac{\pi \cdot n_{IV}}{30}, \text{ рад/с;} \quad (6.5.9)$$

$$\omega_{IV} = \frac{3,14 \cdot 4}{30} = 0,4186, \text{ рад/с}.$$

Визначення потужностей на валах приводу

$$P_I = P_{II} = P_{\text{зд}} = 18500, \text{ Вт};$$

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{\text{СЭ}}, \text{ Вт}; \quad (6.5.10)$$

$$P_{III} = 18500 \cdot 0,97 = 17945, \text{ Вт}.$$

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{\text{СÖ}}, \text{ Вт}; \quad (6.5.11)$$

$$P_{IV} = 17945 \cdot 0,95 = 17047, \text{ Вт}.$$

Визначення обертових моментів, на валах приводу

$$T_I = T_{II} = \frac{P_I}{\omega_I}, \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (6.5.12)$$

$$T_I = \frac{18500}{102,05} = 181,3, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$T_{III} = \frac{P_{III}}{\omega_{III}}, \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (6.5.13)$$

$$T_{III} = \frac{17945}{1,701} = 10550, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$T_{IV} = \frac{P_{IV}}{\omega_{IV}}, \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (6.5.14)$$

$$T_{IV} = \frac{17047}{0,4186} = 40723,8, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Таблиця 6. 2

Результати кінематичного розрахунку приводу

Вали приводу	Величини			
	Частота обертання, n_i , об/хв	Кутова швидкість ω_i , рад/с	Потужність P_i , Вт	Обертний момент T_i , Н·м
I	975	102,05	18500	181,3
II	975	102,05	18500	181,3
III	16,25	1,701	17945	10550
IV	4	0,4186	17907	40723,8

6.6. Розрахунок зубчастого вінця

Зубчастий вінець, укріплений на барабані, служить для приведення його в обертання.

Передача моменту, що обертає, від мотора через редуктор до барабана здійснюється циліндричною зубчастою парою шестерень. Обертання передається від малої шестерні, що розташована на вихідному валу редуктора, до венцової шестерні, змонтованої на барабані.

Шестерня, що розташована на валу редуктора, разом з мотором утворює приводну станцію.

Розрахунок вінця ведемо аналогічно розрахунку відкритої зубчастої циліндричної передачі, для цього скористаюся методичними вказівками за розрахунком закритих і відкритих циліндричних евольвентних передач

Початкові дані для розрахунку вінця

Потужність на валу шестерні, P_{III} , Вт – 17945.

Потужність на валу колеса, P_{IV} , Вт – 17907.

Обертний момент, на шестерні T_{III} , Н·м – 10550.

Обертний момент на колесі T_{IV} , Н·м – 40723,8.

Частота обертання шестерні n_{III} , об/хв – 16,25.

Частота обертання колеса (барабана) n_{IV} , об/хв – 4.

Передаточне число передачі $U_{зц} = 4$.

Час роботи передачі: $L_h, ч = 40000$.

Електродвигун має наступні параметри:

- потужність номінальна: $P_{эд.ном.} = 18500$ Вт

- потужність розрахункова: $P_{эд.р.} = 17797$ Вт

- відношення пускового моменту до номінального: $\frac{T_{max}}{T_{ном}} = 2,0$

Далі індексом "3" - шестерня вихідного валу редуктора, індексом "4" - зубчасте колесо (вінець).

Вибір матеріалів і визначення напруги, що допускається

Число циклів зміни напруги шестерні і колеса

$$N_{\Sigma 3} = 60 \cdot L_h \cdot n_{III}; \quad (6.6.1)$$

$$N_{\Sigma 3} = 60 \cdot 40000 \cdot 16,25 = 39 \cdot 10^6.$$

$$N_{\Sigma 4} = 60 \cdot L_h \cdot n_{IV}; \quad (6.6.2)$$

$$N_{\Sigma 3} = 60 \cdot 40000 \cdot 4 = 9,6 \cdot 10^6$$

Еквівалентне число циклів зміни напруги для шестерні і колеса

$$N_{FE3} = K_{FE} \cdot N_{\Sigma 3}, \quad (6.6.3)$$

де K_{FE} – коефіцієнт приведення

$$N_{FE3} = 1,0 \cdot 39 \cdot 10^6 = 39 \cdot 10^6,$$

$$N_{FE4} = K_{FE} \cdot N_{\Sigma 4}; \quad (6.6.4)$$

$$N_{FE4} = 1,0 \cdot 9,6 \cdot 10^6 = 9,6 \cdot 10^6$$

Матеріал зубчастих коліс

- для шестерні: сталь 20ХН2М ДСТУ 7806:2015: термічна обробка - цементация з автоматичним регулюванням процесу, твердість $HВ3=550\div 600$, границя міцності $\sigma_{В3} = 1000$ МПа, границя текучості $\sigma_{Т3} = 800$ МПа ;

- для колеса: сталь 20ХН2М ДСТУ 7806:2015: термічна обробка - цементация з автоматичним регулюванням процесу, твердість $HВ3=550\div 600$, границя міцності $\sigma_{В3} = 1000$ МПа, границя текучості $\sigma_{Т3} = 800$ МПа;

Число циклів зміни напруги, відповідне тривалості границі згинаючої витривалості

$$N_{FG3} = N_{FG4} = 4 \cdot 10^6.$$

Допустимі напруження для розрахунку на згинаючу витривалість

Допустимі напруження, для шестерні

$$[\sigma]_{F3} = \frac{\sigma_{F \lim 3}}{S_F} \cdot Y_{N3} \cdot Y_R \cdot Y_A, \text{МПа} \quad (6.6.5)$$

де $\sigma_{F \lim 3} = 600 \cdot 1,8 = 1080$ - границя згинаючої витривалості, МПа;

$S_F = 1,55$ – коефіцієнт запасу міцності при розрахунку на згинаючу витривалість;

Y_{N3} – коефіцієнт довговічності залежить від ресурсу передачі так як

$$N_{FE3} = 39 \cdot 10^6 > N_{FG3} = 4 \cdot 10^6,$$

Тоді

$$Y_{N3} = 1$$

$Y_R = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив шорсткості перехідної поверхні між зубами, при зубофрезеровці;

$Y_A = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив двостороннього додатку навантаження (реверсу);

тоді:

$$[\sigma]_{F3} = \frac{1080}{1,55} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 696,7 \text{ МПа.}$$

Допустима напруга для колеса

$$[\sigma]_{F4} = \frac{\sigma_{F \lim 4}}{S_F} \cdot Y_{N4} \cdot Y_R \cdot Y_A, \text{МПа} \quad (6.6.6)$$

де $\sigma_{F \lim 4} = 580 \cdot 1,8 = 1044$, МПа

$Y_{N4} = 1$ - коефіцієнт довговічності.

Тоді:

$$[\sigma]_{F4} = \frac{1044}{1,55} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 673,5 \text{ МПа.}$$

Граничні допустимі значення для розрахунку згинаючої витривалості шестерні і колеса

$$[\sigma]_{F_{\max 3}} = 2,74 \cdot \text{HB}_{\text{CP3}}, \text{МПа}; \quad (6.6.7)$$

$$[\sigma]_{F_{\max 3}} = 2,74 \cdot 600 = 1644, \text{МПа};$$

$$[\sigma]_{F_{\max 4}} = 2,74 \cdot \text{HB}_{\text{CP4}}, \text{МПа}; \quad (6.6.8)$$

$$[\sigma]_{F_{\max 4}} = 2,74 \cdot 580 = 1589, \text{МПа}.$$

Визначення основних параметрів передачі

Числа зубів коліс і передаточне число

Число зубів шестерні: $z_3 = z_{\min} = 25$

Число зубів колеса

$$Z_4 = Z_3 \cdot U_{\text{оц}}; \quad (6.6.9)$$

$$Z_4 = 25 \cdot 4 = 100$$

Фактичне передаточне число

$$U_{3Ц}^{\Phi} = \frac{Z_4}{Z_3}; \quad (6.6.10)$$

$$U_{3Ц}^{\Phi} = \frac{100}{25} = 4.$$

Порівняльна оцінка міцності зубів на згин

Шестерні:

$$\frac{[\sigma]_{F3}}{Y_{F3}}, \text{МПа} \quad (6.6.11)$$

$$\frac{[\sigma]_{F3}}{Y_{F3}} = \frac{696,7}{3,6} = 193,5.$$

Колеса:

$$\frac{[\sigma]_{F4}}{Y_{F4}}, \text{МПа} \quad (6.6.12)$$

$$\frac{[\sigma]_{F4}}{Y_{F4}} = \frac{673,5}{3,6} = 187.$$

Менш міцним є зуб колеса.

Попереднє значення модуля

$$m' = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_{III} \cdot K_{F\beta} \cdot Y_{F3} \cdot K_{ИЗН}}{\psi_{bm} \cdot Z_3 \cdot [\sigma]_{F3}}} \text{ мм} \quad (6.6.13)$$

де Ψ_{bd} - коефіцієнт ширини вінця шестерні відносно ділильного діаметру, оскільки розташування шестерні відносно опор консольно, тоді: $\Psi_{bd} = 0,4 K_{F\beta}$ - коефіцієнт концентрації навантаження, оскільки розташування колеса відносно опор не симетрично, тоді: $K_{F\beta} = 1,07$

Y_{F3} - коефіцієнт, що враховує форму зуба: $Y_{F3} = 3,6$ для $Z_3 = 120$; $Y_{F4} = 3,68$ для $Z_4 = 600$.

$K_{ИЗН}$ - коефіцієнт враховує зменшення товщини зуба в його небезпечному перерізі при подальшому зношуванні, $K_{ИЗН} = 1,25$.

Тоді:

$$m'_n = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10550 \cdot 1,07 \cdot 3,6 \cdot 1,25 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 25 \cdot 673,5}} = 24,7 \text{ мм.}$$

По ДСТУ ISO 9084:2006 приймаємо $m_n = 25$ мм.

Робоча ширина вінця

Ширина шестерні, мм:

$$b'_3 = \Psi_{bd} \cdot m_n \cdot Z_3. \quad (6.6.14)$$

$$b'_3 = 0,4 \cdot 25 \cdot 25 = 250 \text{ мм.}$$

Ширина колеса, мм:

$$b'_4 = b'_3 + 5, . \quad (6.6.15)$$

$$b'_4 = 250 + 5 = 255 \text{ мм.}$$

По ДСТУ 2.307:2013 приймаємо $b_3 = 250$ мм, $b_4 = 255$ мм.

Перевірочний розрахунок передачі по напруженні згину

Розрахунок проводиться по параметрах тієї ланки, для якої відношення $[\sigma]_F / Y_F$ найменше. Оскільки найменшим значенням є це відношення для колеса, тоді:

$$\sigma_{F4} = \frac{2 \cdot T_{IV} \cdot K_{F\beta} \cdot Y_{F3} \cdot K_{\xi\zeta}}{Z_3 \cdot b_3 \cdot m^2} \leq [\sigma]_{F3} \text{ МПа} \quad (6.6.16)$$

$$\sigma_{F4} = \frac{2 \cdot 40723,8 \cdot 1,07 \cdot 3,6 \cdot 1,25 \cdot 10^3}{100 \cdot 250 \cdot 19^2} = 43,4 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{F4} = 43,4 < [\sigma]_{F4} = 673,5 \text{ МПа.}$$

Основні геометричні розміри передачі

Діаметри ділительних кіл

$$d_3 = m_n \cdot Z_3, \text{ мм}; \quad (6.6.17)$$

$$d_3 = 25 \cdot 25 = 625, \text{ мм};$$

$$d_4 = m_n \cdot Z_4, \text{ мм}; \quad (6.6.18)$$

$$d_4 = 25 \cdot 100 = 2500, \text{ мм.}$$

Діаметри кіл вершин зубів, мм

$$d_{a3} = d_3 + 2 \cdot m_n; \quad (6.6.19)$$

$$d_{a3} = 625 + 2 \cdot 25 = 675;$$

$$d_{a4} = d_4 + 2 \cdot m_n; \quad (6.6.20)$$

$$d_{a4} = 2500 + 2 \cdot 25 = 2550.$$

Діаметри кіл западин зубів, мм

$$d_{f3} = d_3 - 2,5 \cdot m_n; \quad (6.6.21)$$

$$d_{f3} = 625 - 2,5 \cdot 25 = 562,5;$$

$$d_{f4} = d_4 - 2,5 \cdot m_n; \quad (6.6.22)$$

$$d_{f4} = 2500 - 2,5 \cdot 25 = 2437,5.$$

Міжосьова відстань, мм

$$a_w = \frac{(Z_3 + Z_4) \cdot m_n}{2}; \quad (6.6.23)$$

$$a_w = \frac{(25 + 100) \cdot 25}{2} = 1562,5.$$

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технологічний маршрут виготовлення шестерні

№ оп., пер.	Назва операції, переходу	Технолог. обл., пристрої, інструмент обробл., контр.
10	Штампувальна УЗЗ	Прес
10.1	Відштампувати заготовку	Поковка II-го класу ДСТУ EN 10222-1:2018
20	Токарна УЗЗ	Станок токарно-гвинторізний 16к20, 3-х кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов. 1, витримавши L =253мм, начорно	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
20.2	Точити пов. 2 з Ø679мм до Ø676мм начорно	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
20.3	Точити пов. 2 з Ø676мм до Ø675мм начисто	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
20.4	Зняти фаску 14x45°, пов. 1	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
20.5	Торцювати пов. 3, витримавши L =356,5мм, начорно	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Артемов Є.Г.	Технологічний маршрут виготовлення деталі	14-0552.ДП.03.007 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/18

20.6	Торцювати пов. 3, витримавши L =356мм, начисто	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
20.7	Зняти фаску 15x45°, пов 3	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
20.8	Розточити пов. 4 з Ø116мм до Ø119мм, начорно	Різець прохідний розточний відігнутий правий, α=80°, γ=10°, φ=45°, Т15К6 ДСТУ 18868:2018, ШЦ-I
20.9	Розточити пов. 4 з Ø119мм до Ø120мм, начисто	Різець прохідний розточний відігнутий правий, α=80°, γ=10°, φ=45°, Т15К6 ДСТУ 18868:2018, ШЦ-I
20.1 0	Зняти фаску 15x45°, пов. 3	Різець прохідний розточний відігнутий правий, α=80°, γ=10°, φ=45°, Т15К6 ДСТУ 18868:2018, ШЦ-I
20.1 1	Зняти фаску 15x45°, пов. 3	Різець прохідний розточний відігнутий правий, α=80°, γ=10°, φ=45°, Т15К6 ДСТУ 18868:2018, ШЦ-I
30	Токарна УЗЗ	Станок токарно-гвинторізний 16к20, упор
30.1	Торцювати пов. 5, витримавши L =253мм, начисто	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
30.2	Торцювати пов. 6, витримавши	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, φ = 45°, Т15К6, ДСТУ 18868:2018

	L =357мм, начорно	
30.3	Торцювати пов. 6, витримавши L =356мм, начисто	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, $\varphi = 45^\circ$, Т15К6, ДСТУ 18868:2018
30.4	Зняти фаску 15x45°, пов 6	Той самий
30.5	Зняти фаску 14x45°, пов 5	Той самий
30.6	Зняти фаску 15x45°, пов 6	Різець прохідний розточний відігнутий правий, $\alpha=80^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$, Т15К6 ДСТУ 18868:2018, ШЦ–І
30.7	Зняти фаску 15x45°, пов 6	Різець прохідний розточний відігнутий правий, $\alpha=80^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$, Т15К6 ДСТУ 18868:2018, ШЦ–І
40	Протяжна УЗЗ	Горизонтальний протяжний верстат марки 7510, упор
40.1	Протягнути шліцевий паз, $m=3,5$; $z=16$; $\alpha=15^\circ$; $S_{cp}=6,087$	Протяжка комбінована, технічні вимоги по ДСТУ 9472–90; комплексний калібр
50	Зубофрезерна УЗЗ	Станок 53Л50, пристрій зубофрезерний
50.1	Фрезерувати зубці $m=25$; $z=25$; ГОСТ 13755-81	Фреза черв'ячна $m=25$; $z=25$, коротка, ДСТУ 2233-93
60	Зубофасочна зачистити заусениці	

Розрахунок припусків.

Припуск на підрізання торців для $\varnothing 679$ складає $2+2= 4$ мм, а довжини 250 мм складає $1,5+1,5 = 3$ мм

отже заготовка собою являє диск діаметром 679 мм і товщиною 254,5 мм.

Розрахунок загального припуску штампованої заготовки

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min}=2(Rz_1+D_1+(T_{\text{пр}1}^2+\varepsilon_{y2}^2)^{0,5})$$

де $Rz_1=50$ мкм, $D_1=50$ мкм, $T_{\text{пр}1}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні.

При установленні деталі на оправку $T_{\text{пр}1}=100$ мкм.

При установленні деталі на оправці $\varepsilon_{y2}=0$.

Тоді $2Z_{2\min}=2(50+50+(100^2+0^2)^{0,5})=400$ мкм

$$2Z_{2\max}=2Z_{2\min}+T_1+T_2,$$

де T_1 -допуск розміру при чорновому точінні; T_2 -допуск розміру при чорновому точінні;

$T_1=IT13=390$ мкм; $T_2=IT11=160$ мкм;

$2Z_{2\max}=400+390-160=630$ мкм;

$2Z_{2\text{ном}}=(2Z_{2\max}+2Z_{2\min})/2=(630+400)/2=515$ мкм;

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min}=2(Rz_0+D_0+(T_{\text{пр}0}^2+\varepsilon_{y1}^2)^{0,5}),$$

де Rz , D_0 , $T_{\text{пр}0}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки.

Для заготовок масою до 25 кг $Rz_0=240$ мкм, $D_0=250$ мкм, $T_{\text{пр}0}=1,2$ мм
 ε_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі на оправці $\varepsilon_{y1}=100$ мкм

$$2Z_{1\min}=2(240+250+(1200^2+100^2)^{0,5})=3388 \text{ мкм},$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}}=\sum 2Z_{i \text{ ном}}=512+3388=3900 \text{ мкм}$$

прийmemo $2Z_{\text{сум}}=4$ мм

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_M = M_{\text{дет}} / M_{\text{заг}} = 5,4 / 6,75 = 0,8$$

Де $M_{\text{дет}}$, $M_{\text{заг}}$ – маса відповідно деталі і заготовки

Розрахунок технологічних операцій оброблення шестерні

20. Токарна

Перехід 20.1. Торцювати пов. 1 витримавши $L = 253$ начорно

1. $t = z/2 = 3/2 = 1,5$ мм.

2. Приймаємо подачу $S_B = 1,2$ мм/об.

3. $V = \frac{153}{100^{0,2} 1,5^{0,15} 1,2^{0,35}} = 53,8$ м/хв.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{с\ddot{a}\ddot{a}}}} = \frac{1000 \cdot 53,8}{\pi 593,76} = 28,8 \text{ об/хв.}$$

5. $n_e = 25$ об/хв.

6. За прийнятним значенням n_e визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\ddot{a}} = \frac{\pi D_{\text{с\ddot{a}\ddot{a}}} n_{\ddot{a}}}{1000} = \frac{\pi 593,76 \cdot 25}{1000} = 46,6 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_{\ddot{a}} = \frac{D_{\text{с\ddot{a}\ddot{a}}}}{2} = \frac{593,76 - 480,96}{2} = 56,4 \text{ мм} \quad \text{— довжина оброблюваної поверхні}$$

заготовки;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5$ мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$ мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 56,4 + 2 + 1,5 + 2 = 61,9 \text{ мм.}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{03} = \frac{L_p}{n_{\ddot{a}} S_{\ddot{a}}} = \frac{61,9}{25 \cdot 1,2} = 2,06$ хв.

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t_1 = 0,13 \text{ хв.}; t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}; t_3 = 0.$$

$$\text{Тоді } t_{d3} = 0,13 + 0,12 + 0 = 0,25 \text{ хв.}$$

Перехід 20.2. Точити пов. 2 з $\varnothing 679$ до $\varnothing 676$ на прохід начорно

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{679 - 676}{2} = 1,5$ мм.

2. При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 700мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця 16×25мм за паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20 приймаємо подачу $S_b = 1,5$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{100^{0,2} 1,5^{0,15} 1,5^{0,35}} = 39,3 \text{ м/хв.}$$

де T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60 - 90хв для різців зі швидкоріжучої сталі і 90 – 120хв для різців із тврдосплавною ріжучою пластинкою);

C_v – постійний коефіцієнт швидкості різання для даних режимів різання.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{шд}}} = \frac{1000 \cdot 39,3}{\pi \cdot 679} = 18,4 \text{ об/хв.}$$

5. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_e = 16$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_e визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_e}{1000} = \frac{\pi 679 \cdot 16}{1000} = 34,1 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\text{д}} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_{\text{д}} = 254,5$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \text{ ctg } \varphi = 1,5 \text{ ctg } 45^\circ = 1,5$ мм - величина врізання різця в заготовку

$L_3 = 2$ мм - величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 254,5 + 2 + 1,5 + 2 = 260 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{260}{16 \cdot 1,5} = 10,8$ хв.

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

де $t_1 = 0,13$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 300 мм при автоматичній подачі.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертання шпінделя і подачі

t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то $t_3 = 0$.

$$\text{Тоді } t_{d1} = 0,13 + 0,12 + 0 = 0,25 \text{ хв.}$$

Перехід 20.3. Точити пов. 2 з $\varnothing 676$ до $\varnothing 675$ на прохід начисто

1. Глибина різання при чистовій обробці становить $t = 0,5$ мм.

2. $S_e = 0,4$ мм/об.

$$3. V = \frac{C_v}{T^{0,3} f^{0,1} S^{0,25}} = \frac{220}{100^{0,3} 0,5^{0,1} 0,4^{0,25}} = 75,3 \text{ м/хв.}$$

$$4. n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 75,3}{\pi \cdot 676} = 35,4 \text{ об/хв.}$$

5. $n_6 = 31,5$ об/хв.

6. За прийнятним значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\partial} = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi 676 \cdot 31,5}{1000} = 66,8 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0 = 254,5$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$$L_1 = 2 \text{ мм}$$

$$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм}$$

$$L_3 = 2 \text{ мм}$$

$$L_p = 254,5 + 2 + 0,2 + 2 = 258,7 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{02} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{258,7}{31,5 \cdot 0,4} = 20,5 \text{ хв.}$

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t_1 = 0,13 \text{ хв.}; t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}; t_3 = 0.$$

$$\text{Тоді } t_{d2} = 0,13 + 0,12 + 0 = 0,25 \text{ хв.}$$

Перехід 20.4. Точити фаску $14 \times 45^\circ$ пов. 1.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. $t_{04} = 1,6 \text{ хв.}$, $t_{d4} = 0,06 \text{ хв.}$

Перехід 20.5. Торцювати пов. 3 $\varnothing 236$, витримавши $L = 356,5$ начорно

1. $t = 358 - 356,5 = 1,5 \text{ мм.}$

2. Приймаємо подачу $S_v = 1,2 \text{ мм/об.}$

3. $V = \frac{153}{100^{0,2} 1,5^{0,15} 1,2^{0,35}} = 53,8 \text{ м/хв.}$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{сд}}} = \frac{1000 \cdot 53,8}{\pi 236} = 72,6 \text{ об/хв.}$$

5. $n_6 = 63 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_a = \frac{\pi D_{\text{сд}} n_a}{1000} = \frac{\pi 236 \cdot 63}{1000} = 46,6 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_a = \frac{328,4 - 236}{2} = 46,2 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні заготовки};$$

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5 \text{ мм}$ – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 46,2 + 2 + 1,5 + 2 = 51,7 \text{ мм}.$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{05} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{51,7}{63 \cdot 1,2} = 0,68 \text{ хв}.$

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t_1 = 0,13 \text{ хв.}; t_2 = 0; t_3 = 0.$$

$$\text{Тоді } t_{d5} = 0,13 + 0 + 0 = 0,13 \text{ хв}.$$

Перехід 20.6. Торцювати пов. 3 $\varnothing 236$ начисто; припуск $z = 0,5 \text{ мм}.$

1. Вибираємо глибину різання $t = z = 0,5 \text{ мм}.$

2. Вибираємо подачу при чистовому точінні із шорсткістю $Ra = 1,6$ що відповідає квалітету точності та радіусу при вершині різця $r = 1,2 \text{ мм}.$ Вона повинна бути в інтервалі подач $S = 0,14 \div 0,16 \text{ мм/об}.$ За паспортними даними верстата приймаємо $S_g = 0,15 \text{ мм/об}.$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання

$$V = \frac{243}{100^{0,3} 0,5^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105 \text{ м/хв}.$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{сдд}}} = \frac{1000 \cdot 105}{\pi 236} = 141,7 \text{ об/хв}.$$

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_g = 125 \text{ об/хв}.$

6. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\dot{a}} = \frac{\pi D_{\text{с\ddot{a}a}} n_{\dot{a}}}{1000} = \frac{\pi 236 \cdot 125}{1000} = 92,63 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\partial} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_{\dot{a}} = \frac{328,4 - 236}{2} = 46,2 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні заготовки};$$

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,15 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,15 \text{ мм}$ – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 46,2 + 2 + 0,15 + 2 = 50,35 \text{ мм.}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{06} = \frac{L_p}{n_{\dot{a}} S_{\dot{a}}} = \frac{50,35}{125 \cdot 0,15} = 2,68 \text{ хв.}$

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t_1 = 0,13 \text{ хв.}; t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}; t_3 = 0.$$

$$\text{Тоді } t_{d3} = 0,13 + 0,12 + 0 = 0,25 \text{ хв.}$$

Перехід 20.7. Точити фаску $15 \times 45^\circ$ пов. 3.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і підчас зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. $t_{07} = 1,6 \text{ хв}$, $t_{d7} = 0,06 \text{ хв}$

Перехід 20.8. Розточити пов. 4 з $\varnothing 116$ до $\varnothing 119$ на прохід начорно

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{119 - 116}{2} = 1,5 \text{ мм.}$

2. Приймаємо подачу $S_v = 0,8 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{120}{100^{0,2} 1,5^{0,15} 0,8^{0,35}} = 49,2 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{зад}}} = \frac{1000 \cdot 49,2}{\pi \cdot 116} = 135,1 \text{ об/хв.}$$

5. Приймаємо $n_в = 125$ об/хв.

6. За прийнятими значеннями $n_в$ визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi D_{\text{зад}} n_в}{1000} = \frac{\pi 116 \cdot 125}{1000} = 45,53 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\text{д}} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_{\text{д}} = 356$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 2 \operatorname{ctg} 45^\circ = 2$ мм - величина врізання різця в заготовку

$L_3 = 2$ мм - величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 356 + 2 + 2 + 2 = 362 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{\text{ос}} = \frac{L_p}{n_{\text{д}} S_{\text{д}}} = \frac{362}{125 \cdot 0,8} = 18,1$ хв.

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{д}} = t_1 + t_2 + t_3,$$

де $t_1 = 0,13$ хв.

$$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}$$

$$t_3 = 0,15.$$

Тоді $t_{\text{д}} = 0,13 + 0,12 + 0,15 = 0,4$ хв.

Перехід 20.9. Розточити пов. 4 з $\varnothing 119$ до $\varnothing 120$ на прохід начисто

1. Глибина різання при чистовій обробці становить $t = 0,5$ мм.

2. $S_8 = 0,15$ мм/об.

$$3. V = \frac{C_v}{T^{0,3} f^{0,1} S^{0,25}} = \frac{220}{100^{0,3} 0,5^{0,1} 0,15^{0,25}} = 96 \text{ м/хв.}$$

$$4. n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 96}{\pi \cdot 119} = 256,9 \text{ об/хв.}$$

$$5. n_6 = 250 \text{ об/хв.}$$

6. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\bar{\sigma}} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_6}{1000} = \frac{\pi 119 \cdot 250}{1000} = 93,4 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_d = 356 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні};$$

$$L_1 = 2 \text{ мм}$$

$$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25 \text{ мм}$$

$$L_3 = 2 \text{ мм}$$

$$L_p = 356 + 2 + 0,25 + 2 = 360,25 \text{ мм}$$

$$7. \text{ Основний час на виконання переходу } t_{09} = \frac{L_p}{n_a S_a} = \frac{360,25}{250 \cdot 0,15} = 9,6 \text{ хв.}$$

8. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t_1 = 0,13 \text{ хв.}; t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}; t_3 = 0.$$

$$\text{Тоді } t_{d9} = 0,13 + 0,12 + 0 = 0,25 \text{ хв.}$$

Перехід 20.10. Точити фаску $15 \times 45^\circ$ пов. 3.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. $t_{010} = 1,6$ хв., $t_{d10} = 0,06$ хв.

Перехід 20.11. Точити фаску $15 \times 45^\circ$ пов. 3.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. $t_{010} = 1,6$ хв., $t_{d10} = 0,06$ хв.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum t_{0i} = 10,8 + 20,5 + 2,06 + 1,6 + 0,68 + 2,68 + 1,6 + 18,1 + 9,6 + 1,6 + 1,6 = 70,82 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$T_d = t_y + \sum t_d$, де $t_y = 0,26$ хв. – допоміжний час на

установлення (перевстановлення), кріплення і зняття деталі. Тоді:

$$T_d = 0,26 + 0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,06 + 0,13 + 0,25 + 0,06 + 0,4 + 0,25 + 0,06 = 2,22 \text{ хв.};$$

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 70,82 + 2,22 = 73,04 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}.$$

$$T_{об} = T_{оп} \cdot 0,03 \text{ і } T_{пп} = T_{оп} \cdot 0,04. \text{ Отже, } T_{шт} = 73,04 + 73,04 \cdot 0,03 + 73,04 \cdot 0,04 = 78,15 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час :

$T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$, де $T_{п.з1} = 7$ хв. - час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи; $T_{п.з2} = 10$ хв. – час на налагодження установлення деталі
 $T_{п.з} = 7 + 10 = 17$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n = 78,15 + 17/200 = 78,23 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за одну годину становить:

$$N = 60/78,23 = 0,7 \text{ деталей.}$$

30. Токарна

Розрахунок переходів операції ідентичний до розрахунку деяких переходів 20-ї операції, оскільки деталь оброблюється з обох сторін однаково. Слідуючи з цього можна поррахувати основний та допоміжний час на виконання операції як:

$$T_0 = \sum t_{0i} = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} + t_{05} + t_{06}, \text{ де } t_{01} = 2,06 \text{ хв.}; t_{02} = 0,68 \text{ хв.}; t_{03} = 2,68 \text{ хв.};$$
$$t_{04} = 1,6 \text{ хв.}; t_{05} = 1,6 \text{ хв.}; t_{06} = 1,6 \text{ хв.}; t_{07} = 1,6 \text{ хв.};$$
$$T_0 = 2,06 + 0,68 + 2,68 + 1,6 + 1,6 + 1,6 + 1,6 = 11,82 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання операції

$T_d = t_y + \Sigma t_d$, тоді:

$T_d = 0,74 + 0,25 + 0,13 + 0,25 + 0,06 + 0,06 + 0,06 = 2,92$ хв.;

$T_{оп} = T_o + T_d = 11,82 + 2,92 = 14,74$ хв.;

$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$.

$T_{об} = T_{оп} \cdot 0,03$ і $T_{пп} = T_{оп} \cdot 0,04$. Отже, $T_{шт} = 14,74 + 14,74 \cdot 0,03 + 14,74 \cdot 0,04 = 15,76$ хв.

Підготовчо-завершальний час:

$T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2} = 10 + 8 = 18$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n = 15,76 + 18/200 = 15,85$ хв.

Норма виробітку за одну годину становить:

$N = 60/15,85 = 3$ деталі.

40. Протягувальна

Перехід 40.1. Протягнути шліцевий отвір пов.7, к-ть пазів $z=16$, модуль $m=3,5$.

1. Припуск на обробку становить $h = 7,9$ мм
2. Приймаємо подачу $S_z = 0,04$ мм
3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за формулою:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^y} = \frac{7,7}{300^{0,5} \cdot 0,04^{0,6}} = 3,07 \text{ м/хв.}$$

де T - період стійкості протяжки, хв.. (приймається в межах 106...500хв);

C_v - коефіцієнт, що залежить від якості оброблюваного матеріалу, матеріалу ріжучої частини інструмента, умов різання та ін.;

m, y - показники степені (табульовані довідкові величини, які беруться з довідників).

Дана швидкість різання попадає в інтервал протягувального верстата 7510.

4. Визначаємо довжину робочого ходу протягування:

$$L = L + L_p + L_k + L_1$$

де $L = 55$ мм - довжина оброблюваної поверхні;

L_k – довжина калібрувальної частини протяжки, мм;

$$L_k = z_k \cdot t_k = 4 \cdot 14 = 56 \text{ мм};$$

z_k - число калібрувальних зубів протяжки ($z_k = 4 \dots 8$);

t_k - крок калібрувальних зубців протяжки, мм.

$L_1 = 20$ мм - довжина перебігу протяжки (10...20 мм) за межі заготовки.

$L_p = 1119,25$ мм - довжина ріжучої частини протяжки;

$$L_p = \left[\frac{h}{2S} + (2 \dots 4) \right] \cdot t_p = \left[\frac{7,9}{2 \cdot 0,04} + 3 \right] \cdot 11 = 1119,25;$$

t_p - крок ріжучих зубів протяжки, мм.

$$L = 356 + 1119,25 + 56 + 20 = 1551,25 \text{ мм}$$

5. Основний час на виконання операції:

$$T_o = \frac{L \cdot K}{1000 \cdot V_p} = \frac{1551,25 \cdot 1,45}{1000 \cdot 3,07} = 0,73 \text{ хв.}$$

де L - довжина робочого ходу протягування, мм;

K - коефіцієнт, що враховує зворотній хід ($K=1,4 \dots 1,5$).

Допоміжний час на виконання операції

$$T_d = 2 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,73 + 2 = 2,73 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}.$$

$$T_{об} = T_{оп} \cdot 0,03 \text{ і } T_{пп} = T_{оп} \cdot 0,04. \text{ Отже, } T_{шт} = 2,73 + 2,73 \cdot 0,03 + 2,73 \cdot 0,04 = 2,92 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час:

$T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$, де $T_{п.з1} = 10$ хв. - час на одержання завдання, пристроїв і задачу по закінченні роботи; $T_{п.з2} = 10$ хв. – час на налагодження установалення деталі

$$T_{п.з} = 10 + 10 = 20 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n = 2,92 + 20/200 = 3,02 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за одну годину становить:

$$N = 60/3,02 = 19 \text{ деталей.}$$

50. Зубофрезерна

Перехід 50.1. Фрезерувати зубчатий вінець начорно $m=25$ мм, $z=25$ мм

1. Приймаємо глибину різання $t = 1,5$ мм
2. Для чорнового фрезерування приймаємо подачу фрези $S = 2,2$ мм/об
3. Обчислюємо швидкість різання:

$$V = \frac{560m^{0,5}}{T^{0,5} \cdot s^{0,85}} = \frac{560 \cdot 25^{0,5}}{480^{0,5} \cdot 2,2^{0,85}} = 65,4 \text{ м/хв}$$

де T – стійкість черв'ячної фрези, яка призначається в залежності від чистоти обробки. Для чистової обробки період стійкості $T=240$ хв., а для чорнової обробки матеріалу із сталі $T=480$ хв., чавуна $T=960$ хв.

Швидкість обертання фрези визначається за формулою:

$$n_o = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 65,4}{\pi \cdot 160} = 130, \text{ об/хв.}$$

де D – зовнішній діаметр фрези, мм.

Приймаємо $n_f = 125$ об/хв.

4. Основний (машинний) час при зубофрезеруванні визначається за формулою, яка є загальною для всіх видів механічної обробки

матеріалів: $T_0 = \frac{L}{S_{хв}} i$;

де L – відстань, яку проходить фреза при обробці деталі, мм;

$S_{хв}$ – хвилинна подача, мм/хв.; i – кількість робочих ходів.

При зубофрезеруванні черв'ячною фрезою розрахункову довжину фрезерування можна визначити так:

$$L = b + l + l_1.$$

За аналогією із циліндричними фрезами величини врізання знаходиться за

$$\text{формулою: } l = \sqrt{h(d_{\text{до}} - l_1)} = \sqrt{1,5 \cdot (160 - 5)} = 15,25 \text{ мм};$$

де $h = t = 1,5 \text{ мм}$ – глибина фрезерування, мм;

$d_{\text{до}} = 160 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр фрези;

$l_1 = 5 \text{ мм}$ – перебіг фрези, який приймають у межах 3...5 мм.

Хвилинна подача розраховується за формулою:

$$S_{\text{оа}} = S \cdot K \cdot n_{\text{ф}} / z_k = \frac{2,2 \cdot 1 \cdot 63}{25} = 5,544 \text{ мм/хв.};$$

де S – подача за один оберт фрези, мм/об;

$K = 1$ - число заходів черв'ячної фрези;

$n_{\text{ф}} = 240 \text{ об/хв}$ – число обертів фрези за хвилину;

$z_k = 25$ - число зубів колеса, що нарізуються.

5. Основний час на виконання операції:

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{оа}}} i = \frac{15,25}{5,544} \cdot 12 = 33 \text{ хв.}$$

Допоміжний час: на установлення і зняття деталі $t_y = t_{y1} + t_{y2}$,

де t_{y1} – допоміжний час безпосередньо на установлення та зняття деталі;
при установленні деталей масою до 8 кг з кріпленням гайкою з допомогою
ключа $t_{y1} = 0,52 \text{ хв.}$ $t_{y2} = 0,1 \text{ хв.}$ – додаток на очищення місця установлення
деталі від стружки.

Тоді $t_y = 0,52 + 0,1 = 0,62 \text{ хв.}$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола
до 750 мм, автоматичним переміщенням, при фрезеруванні пазів фрезою,
установленою на розмір,

$t_d = 0,06 \text{ хв.}$

Тоді допоміжний час $T_d = t_y + t_d = 0,62 + 0,06 = 0,68 \text{ хв.}$

Оперативний час $T_{\text{оп}} = T_o + T_d = 33 + 0,68 = 33,68 \text{ хв.}$

$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{пер}},$

де $T_{об} = 0,045T_{оп}$ і $T_{пер} = 0,06 T_{оп}$ – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу (табл.36).

$$T_{шт} = 33,68 + 0,045 \cdot 33,68 + 0,06 \cdot 33,68 = 37,21 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на фрезерування однієї деталі

$$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n,$$

де $T_{п.з}$ – підготовчо-заготівельний час, який визначається як сума часу налагодження верстата та на одержання наряду, інструментів, пристроїв:

$$T_{п.з} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}$$

$$\text{Тоді } T_k = 37,21 + 23/200 = 37,325 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить:

$$N = 60/T_k = 60/37,325 = 1 \text{ деталь}$$

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

8.1. Вимоги до ремонту

Барабанна сушарка призначена для теплової обробки різноманітних продуктів. Барабанна сушарка встановлюються з нахилом для можливості транспортування твердого матеріалу. Димові гази рухаються протитечією відносно матеріалу. Барабани усередині обмуровуються вогнетривким матеріалом. Частина вузлів сушарки не може бути замінена за допомогою існуючих самохідних монтажних кранів із-за недостатньої їх вантажопідйомності і довжини стріли кранів. Це призводить до необхідності застосування при ремонтах барабанних сушарок різних такелажних пристосувань, щогл, порталів і т. д. В той же час застосування кранів замість щогл і порталів дозволяє підвищити продуктивність праці в 3-4 рази при одночасному значному скороченні термінів ремонту.

Для визначення дійсного стану агрегату необхідно проводити виміри експлуатаційних параметрів вузлів і деталей барабанної сушарки в її гарячому стані, що зв'язано з рядом труднощів. Ретельне обстеження усіх вузлів і деталей барабанної сушарки перед зупинкою її на ремонт дозволяє визначити експлуатаційний стан агрегатів, який служить основою для складання відомості дефектів.

При виконанні ремонту сушарок, що обертаються, обов'язкове застосування вузлового методу виробництва робіт. Цей метод передбачає заміну усіх зношених вузлів заздалегідь підготовленими новими або відремонтованими. Вузловий метод вимагає чіткого проведення організаційних заходів і підготовчих робіт, що включають складання

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Ольшевський В	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Разробник документа Аратов Е.Г.	Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. Система управління		14-0552.ДП.03.008 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.						

номенклатури взаємозамінних вузлів і комплектів деталей по видах устаткування, а також перевірку придатності підготовлених до заміни вузлів і деталей.

При підготовці до ремонту проводяться наступні роботи:

- 1) готуються під'їзні шляхи і засоби доставки вузлів;
- 2) встановлюються вантажопідйомні пристрої, що підтримують;
- 3) виконується укрупнена зборка вузлів. Підготовчі роботи дозволяють зменшити тривалість капітального ремонту і провести його протягом 18-28 діб.

Перед здачею в ремонт з барабанної сушарки необхідно видалити клінкер і футерування, ретельно очистити що усі підлягають ремонту і розбиранню вузли. Під час ревізії агрегатів перевіряється стан деталей і вузлів для уточнення відомості дефектів.

Найбільш часто ремонттованими вузлами барабанної сушарки є корпус, роликоопори, бандажі, вінцова пара, привід печі, транспортуючі і живлячі механізми, вентилятори і димососи, теплообмінні пристрої, холодильники, маслосистеми, системи водяного охолодження, аспіраційні пристрої, корпус.

Для скорочення термінів ремонту і зниження його вартості розроблені і успішно застосовуються способи центрування зубчастих вінців без повороту печі.

Усередині блоку зубчастого вінця (рис. 8.1) встановлюються стійки приладів 2 в гайки 7, які приварюються до корпусу на рівних відстанях ($5/2$) від осі кріплення вінця на блоці. За допомогою штихмаса 3 визначається вісь обертання блоку. У восьми точках дотику штихмаса з корпусом сушарки просвердлюють отвори 4 діаметром 18 мм. Потім через отвори пропускається штихмас до зіткнення з перевіркою металевою лінійкою 5, яка встановлюється по вершині зуба, і по діленнях штихмаса визначаються відхилення від номінального розміру, рівного радіусу вінця по вершині зуба. По цих відхиленнях підраховуються значення розмірів А 4 - А4 в чотирьох

положеннях з кожного боку зубчастого вінця. При точному центруванні вінця на корпусі печі, що обертається, усі значення A мають бути однаковими.

Якщо значення A різні, то підраховуються радіальне і осеві биття в горизонтальній і вертикальній площинах і потім знаходиться середнє значення. Конструкція кріплення (рис. 8.2) зубчастого вінця до корпусу гранулятора-сушарки, що обертається, така, що центрування його можливе.

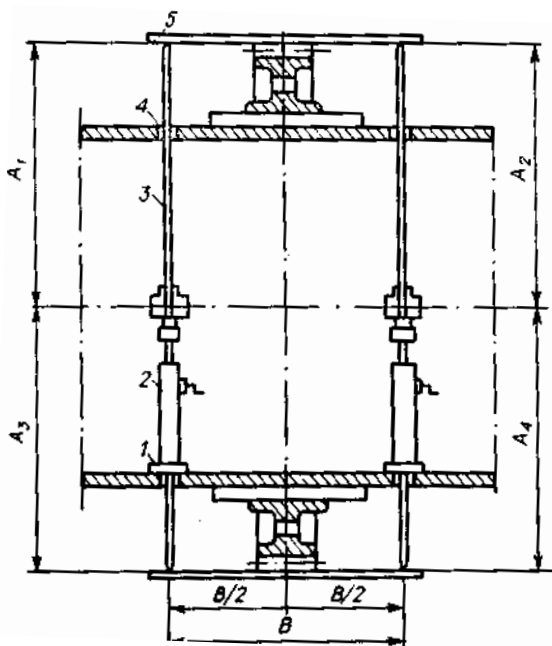


Рис. 8.1. Центрування зубчастого вінця без повороту печі, що обертається :
1 - гайка; 2 - стійка приладів; 3 - штихмас; 4 - отвір; 5 - лінійка.

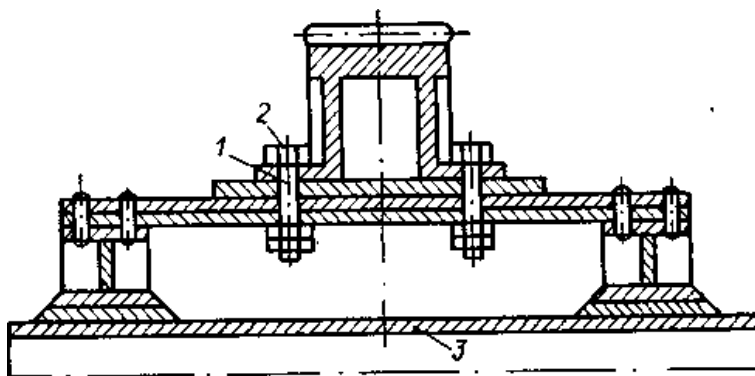


Рис. 8.2 Кріплення зубчастого вінця:

1 - отвір; 2 - болт; 3 - корпус гранулятора-сушарки.

8.2. Підготовка до монтажу

Перед початком монтажу перевірити фундамент на відповідність розмірів габаритам опорних частин сушарки. Фундамент має бути виконаний на повну проектну відмітку і здаватися під монтаж з вирівняною і вивіреною поверхнею. Монтажний майданчик має бути обладнаний необхідними вантажопідіймальними і транспортерними механізмами. Розвантаження і транспортування виробу повинні вироблятися способами, що виключають ушкодження виробу. Строповку виробляти згідно схем строповки. Монтаж електроустаткування і систем автоматики і управління повинен задовольняти діючим правилам пристрою монтажу електротехнічних установок

Безпосередньо перед монтажем здійснити:

- розпаковування і розконсервацію виробів;
- перевірку комплектності постачання;
- огляд з метою виявлення ушкоджень, які могли виникнути при транспортуванні;
- перевірку міцності затягування відповідальних болтових з'єднань.

Монтаж:

Монтаж сушарки виробляти поставними блоками відповідно до вимог креслень - справжнього паспорта. На підготовлений фундамент жорстко закріпити, заздалегідь вивіривши в горизонтальній площині, приводну станцію, привід транспортерної стрічки і привід шнека. На підготовленому фундаменті виробляється зборка підкладок : встановити підкладки строго по рівню і жорстко закріпити. У підкладки укласти ролики. На ролики встановити послідовно секції від 1 до 11, проклавши по периметру з'єднань азбестовий шнур і забезпечивши достатнє затягування болтових з'єднань.

Монтаж топки з вентилятором:

- На підготовлений фундамент встановити і жорстко закріпити топку і вентилятор з приводом.
- Змонтувати лінію повітропроводу і газопроводу;
- Футерування усередині топки виконати силами і засобами замовника.

Теплоізоляція сушарки проводиться силами і засобами замовника на місці монтажу згідно вимог креслень.

8.3 Підготовка сушарки до роботи

Перевірити:

- наявність мастила в редукторах, варіаторах, підшипникових вузлах;
- легкість обертання без зачіпання робочих коліс відцентрових вентиляторів від руки;
- наявність обгороджувальних і кріплень їх на повну кількість кріпильних деталей;
- надійність замикання усіх дверей;
- наявність електроенергії і стислого повітря.

Відрегулювати шиберами припливної і витяжної вентиляції кількість повітря, що видаляється, в сушарці.

Відрегулювати положення заслінок штуцерів подачі і відведення повітря в кожній проміжній секції.

Відрегулювати положення розвантажувального шнека.

Для усунення провисання ланцюгів приводів необхідно виробити їх натягнення за допомогою натягачів. Обкатати на неодруженому ході усе механізму сушарки протягом 2 годин. При цьому не повинно спостерігатися зачіпання рухомих деталей і нагріву підшипникових вузлів.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Управління роботою сушарки виконується за допомогою електричної апаратури, встановленої в шафі пускової апаратури, в станції управління і постах місцевого управління. Відключення будь-якого електродвигуна можливе за допомогою кнопки "СТОП", розташованої на станції управління або на посту місцевого управління, або вимикачем заборони пуск, який встановлений усередині поста місцевого управління.

Системою передбачено дистанційне і місцеве (у режимі наладки) керування усіма приводами установки. Вибір режиму здійснюється перемикачами (П1П-10ПП).

У положенні руків'я перемикача "місьцеве" управління виконується кнопками, встановленими на місцевому посту управління (1КУМ-6КУМ). При огляді і ремонті електродвигунів відключається вимикачем заборони пуску (1ВЗП-18ВЗП), що знаходиться усередині місцевого поста управління. Для наладки системи регулювання температури в топці необхідно заздалегідь встановити універсальний перемикач 1УП в положення "дист".

Управління старанним механізмом здійснюється в цьому випадку кнопками управління 21КУ, 22КУ із станції управління.

Для роботи в дистанційному режимі необхідно встановити перемикачі режимів управління П1П-10ПП і положення "дист".

Включенню установки в роботу передує операція "Підготовка до роботи". При натисненні на кнопку КП ланцюги управління готуються до роботи: при цьому включається реле 1ПВ і своїми Н.О. контактами стає на самопідживлення. Одночасно включається сирена 10 попереджувальній сигналізації.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Аратов Е.Г.	Опис системи управління	14-0552.ДП.03.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Після закінчення установки часу реле часу 1РВ своїми П.О. контактами з витримкою часу включити проміжне реле 1РП Н.З. контакти готують усі ланцюги управління до роботи в дистанційному заблокованим режимі. Включення приводів сушарки здійснюється кнопками управління (1КУ-20КУ), встановленими на станції управління.

Технологічні блокування в дистанційному режимі:

- для запобігання завалу сушарки стрічковим транспортер включається тільки після пуску живильника вивантаження (контролює реле контролю швидкості 1РКС);
- живильник, що формує, можна включити тільки після пуску стрічкового транспортера (контролює реле контролю швидкості 2РКС);
- у разі відключення електродвигуна вивантаження або стрічкового транспортера автоматично відключається і електродвигун живильника, що формує);
- для запобігання перевантаженню електродвигунів рециркуляційних вентиляторів їх включення виробляється після досягнення температури 4000С в зонах сушарки (контролює термометри електроконтактів 1ЭКТ і 2ЭКТ);
- щоб уникнути попадання сирого продукту в сушарку при порушенні технологічних параметрів процесу сушки, схемою передбачений зупинка живильника, що формує, при температурі в топці нижче або вище за норму (контролює автоматичний потенціометр 2ПС); при падінні тиску газу горіння (контролює сигналізатор тиску 2СПД); горіння повітря (контролює 1СПД); повітря-теплоносія (контролює 3СПДМ) і недостатньому дозволі вихідних газів (контролює 1СПДМ і 2СПДМ).

При спрацьовуванні будь-якого сигналізатора падіння тиску відключається аварійне реле 14РП, яке своїми Н.О. контактами відключає магнітний пускач 3П електродвигуна, а також електромагніт 1Э запобіжного

клапана відсічення газу ПКН, встановленого на магістралі подачі газу горіння.

Знеструмлений електромагніт звільняє молоточок, падіння якого викликає спрацьовування запобіжного клапана ПКН. Відкривається запобіжний клапан тільки вручну після ліквідації аварійного стану. При цьому для безпечної роботи необхідно, щоб при відкритому клапані в положенні універсального перемикача 2УП "авт" електромагніт 1Э запобіжного клапана ПКН знаходиться під напругою (контролює сигнальна лампа 19ЛС).

Для перевірки апаратури відсічки газу на спрацьовування встановлюють універсальний перемикач 2УА в положення "дист" при відкритому клапані, тоді при переведенні 2УП в нейтральне положення запобіжний клапан повинен закриватися.

Контроль і регулювання температури :

- автоматичне регулювання температури в камері зміщення здійснюється термопарою 1Т в комплекті з регулюючим потенціометром 1ПС і ступінчастим імпульсним переривником СИП, що впливає через старанний механізм НИМ на механічно зчленовані заслінки подачі газу і повітря горіння;
- автоматично керовані заслінки на газопроводу і повітропроводі повинні закриватися настільки, щоб тиск газу (чи повітря) після них не опускався нижче допустимого для встановлених пальників. Таке положення заслінок має бути встановлене кінцевими вимикачами старанного механізму при наладці системи;
- для автоматичного регулювання температури універсальний перемикач 1УП встановлюється в положення "авт". Температура в камері зміщення і зонах контролюється термопарами 2Т-7Т в комплекті з самописним потенціометром 2ПС.

10. Заходи щодо охорони праці, екології

10.1 Шкідливі і небезпечні фактори

Мікроклімат виробничих приміщень зумовлюється технологічним процесом і певною мірою зовнішніми метеорологічними умовами. В нашому випадку, ми розглядаємо обладнання для сушіння кукурудзяної мезги, згідно з якою під час сушіння продукції температуру повітря підтримують 32°C щонайменше. Тепловиділення в сушильних цехах заводів становить біля 100 ккал на 1 м³ за годину.

Виконання роботи в умовах теплового випромінювання і високих температур викликає різко виражені фізіологічні зрушення в організмі працюючих. Їхня працездатність в таких умовах знижується на 50 %. Фізіологами встановлено, що температура 22°C є тією межею, за якою починається прогресивне зниження працездатності. Так, при підвищенні температури до 26°C вона зменшується на 4 % з кожним градусом, а при подальшому її підвищенні до 30°C - на 6 %. В умовах, коли температура повітря дорівнює або перевищує температуру тіла працівника, віддача тепла організмом відбувається шляхом випаровування вологи. Так, при виконанні важкої фізичної роботи при високій температурі повітря кількість виділеного поту може сягати 1,0...1,5 л/год. Також для зменшення впливу на працівника високих температур потрібне відведення тепла за допомогою вентиляції. Вентиляції класифікуються: 1. За способом організації повітрообміну: природна (неорганізована, організована, регульована), механічна, змішана; 2. За способом подачі та видалення повітря: припливна, витяжна, припливно-витяжна; 3. За місцем дії: загально обмінна, місцева, змішана; 4. За призначенням: робоча, аварійна.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Аратов Е.Г.	Заходи щодо охорони праці, екології	14-0552.ДП.03.010 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5	

В сушильному цеху вентиляція повинна бути механічною, так як вона є комплексом повітроводів і вентиляторів, що забезпечують постійний повітрообмін у приміщенні незалежно від зовнішніх факторів. При механічній вентиляції організований рух повітря виникає за рахунок різниці тисків, що створюються вентиляторами. Вона може бути припливною та витяжною.

Шкідливим фактором при сушці є виділення пилу. Виробничий пил завдає шкоди людині внаслідок механічного (пошкодження органів дихання), хімічного (отруєння), бактеріологічного (проникнення пилу з бактеріями) впливу. Засобами захисту від нього можуть слугувати респіратори, система вентиляції, більша кількість вікон для природної вентиляції.

10.2 Техніка безпеки при обслуговуванні сушильних установок

До роботи по обслуговуванню сушильних камер допускаються особи, які знають їхній пристрій і правила технічної експлуатації. Основну небезпеку представляють заходи обслуговуючого персоналу в камери. Їхня кількість повинна бути максимально скорочена, для чого необхідно застосовувати стаціонарні чи дистанційні психрометри, пристосування для закладки і виїмки контрольних зразків з коридору керування.

При заході в камеру оператор сушильної установки повинний надягати брезентовий костюм із щільними застібками біля коміра і долоней рук, рукавички, шолом і протигазову маску з повітроохолоджувачем. Підлоги приміщення камер, особливо які мають підвал, повинні знаходитися в справному стані. Камери повинні бути обладнані електричним освітленням напругою 12...18 В. Якщо воно відсутнє, варто користатися акумуляторними ліхтарями чи переносними низьковольтними лампами із сіткою і броньованим шнуром.

Двері в камеру повинні мати зовнішні і внутрішні ручки. При вході в камеру необхідно стежити за тим, щоб двері випадково не закрили зовні. Якщо оператору треба зайти в гарячу камеру, біля її дверей повинен знаходитися черговий.

Коридори керування камер, лабораторія, топкові приміщення газових камер повинні бути обладнані вентиляцією для того, щоб підтримувати температуру не вище 25°C. Паропроводи необхідно теплоізолювати, фланці з'єднань паропроводів і калориферів закрити захисними екранами. Усі рухомі частини устаткування, сушильних камер повинні бути закриті огороженнями.

У сушильному цеху необхідно періодично проводити навчання персоналу правилам охорони праці і техніки безпеки, а також інструктаж з виробничої санітарії. У цеху повинний бути обладнані санітарний пост і стенди з наочними посібниками по техніці безпеки.

При експлуатації газових камер необхідно стежити за герметичністю газоходів, топок і дверей камер. Заходити в працюючі газові камери дозволяється тільки в протигазі і захисному костюмі .

Зольне приміщення топки повинне бути обладнане вентиляцією і мати двері, що ведуть назовні. Перед топковим отвором повинні бути встановлені екрани, що охороняють робітників від впливу теплового випромінювання. Шибери і заслінки, що перекривають газоходи, повинні мати систему керування ними з підлоги приміщення. Положення шиберів і заслінок повинне надійно фіксуватися запірними пристроями. Категорично забороняється ходити по зводу топки під час її роботи.

10.3.Охорона довкілля

До недавнього часу розвиток людського суспільства і самоочищення навколишнього природного середовища від техногенних забруднень перебували в динамічній екологічній рівновазі. Проте останніми роками інтенсивне зростання населення планети, надзвичайно інтенсивний розвиток промисловості, сільського й комунального господарства та інші чинники антропогенної дії на навколишнє середовище, призвели до різних негативних наслідків, з якими біосфера впоратися не здатна.

Увага вчених – екологів на сучасному етапі зосереджена на вирішенні кількох кардинальних проблем, у яких фокусуються основні напрямки і розділи сучасної екології. Серед цих проблем можна виділити такі:

1. Керування продукційними процесами.

Вирішення цієї проблеми спрямоване на розробку заходів раціонального використання природних ресурсів.

2. Стійкість природних ресурсів і антропогенних чинників.

Ця проблема пов'язана із зміною біосферних зв'язків в навколишньому середовищі. Дослідження цієї проблеми дають змогу в майбутньому створити принципово нові природно – господарські екосистеми, в яких мають превалювати ознаки стабільності, стійкості та максимальної ефективності продуктивного процесу.

3. Екологізація виробництва.

Вирішення цієї проблеми пов'язане з виробництвом екологічно безпечної продукції при мінімальних витратах природних ресурсів (сировини, енергії, палива та інших матеріалів) з утворенням мінімальної

кількості не утилізованих та розсіювальних відходів, які не порушують функціонування природних екосистем та біосфери загалом.

Приймаючи до уваги екологічний стан на Україні, дуже велика увага приділяється контролю забруднень підприємств в навколишнє середовище.

Підприємства харчової промисловості, в тому числі і сушильної, є значними джерелами забруднень навколишнього середовища. Тому на цих підприємствах велика увага приділяється вирішенню екологічних проблем.

Екологічна служба розділена на три складові частини, що підпорядковуються головному екологу:

1.Ліміти, викиди, розробка проектів ГДВ, моніторинг (спостереження) розробляє і виконує сам еколог.

2.Звітність водного господарства покладена на начальника виробничої лабораторії і енергетика.

3.Аналіз стічних вод покладений на одного з лаборантів.

Необхідність такої системи екологічної служби викладена значним обсягом роботи, що пов'язано з великим об'ємом виробництва. На малих підприємствах цей розділ роботи не потрібно. Всю роботу виконує еколог.

При сушильних процесах виділяється велика кількість пилу,тому для зменшення забруднення навколишнього середовища при таких процесах використовується циклон (мокрий пиловловлювач), який очищує гази, що виходять з барабанної сушарки.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі наведено дослідження барабанної сушарки типу БН1,6-10НУ з модернізацією її внутрішнього пристрою.

Був проведений розрахунок барабанної сушарки з периферійно-лопатними та секторними насадками для сушки кукурудзяної мезги, в результаті якого були прийняті рішення про шляхи модернізації даного обладнання.

В порівнянні з попереднім сушильним апаратом суть модернізації складається в зміні конструкції внутрішніх пристроїв для сушіння. Зміна конструкції полягає у збільшенні числа лопатей для сушки, що призводить до збільшення поверхні теплообміну за рахунок чого відбувається підвищення ефективності процесу сушіння в 2 рази.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Ольшевський В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Артемов Е.Г.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	14-0552.ДП.03.000 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 ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О. та ін.; Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. За ред. І.С. Гулого. Вінниця. Нова книга. 2001. 576 с.
2. Никитин В. С., Бурашников Ю. М. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности. М. Агропромиздат. 1990. 350с.
3. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. К. Аграрна освіта. 2001. 224 с.
4. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК [Текст] : Учеб. / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. — М. : Колос, 2001. — 352 с.
5. Вирвїнський, П. П. Матеріалознавство [Електронний ресурс] : навчальний посібник / П. П. Вирвїнський. – Дніпропетровськ : НГА України, 2000. – 128 с.
6. Харламов, С. В. Конструирование технологических машин пищевых производств : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. В. Харламов. – Ленинград : Машиностроение, 1979. – 224 с.
7. Остриков, А. Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств [Электронный ресурс] : учебник / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2003. – 352 с.
8. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання харчових виробництв: курс лекцій для студ. спец. 6.090221 "Обладнання переробних і харчових виробництв" ден. та заоч. форм. навч. / В. Г. Мирончук; Національний ун-т харчових технологій. - К. : НУХТ, 2007. - 118 с.
9. Заплетніков, І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І.М. Зплетніков, В.Г.

Мирончук, В.М. Кудрявцев – К.: Центр учбової літератури, 2012.–344 с.

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>		Тематичне узгодження <i>Ольшевський В</i>		Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа	
Власник документа <i>НУХТ</i>		Розробник документа <i>Аратов Е.Г.</i>		Назва, додаткова назва Список використаної літератури		14-0552.ДП.03.000 ПЗ	
		Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i>					

10. Соколенко, А.И. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Українець, В.Л Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко – К.: Арт Эк. 2004 – 304 с.

11. Мирончук, В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець [та ін.]. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

12. Сухенко, Ю.Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ / Ю.Г.Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. — К.: НУХТ, 2010. — 547 с.