

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Мирончук В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

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

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему: ”Модернізація дискової сушильної установки ВРА-4”

Виконав: здобувач IV курсу, групи II _____ Шевчук Віталій Олександрович
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Погорілий Тарас Михайлович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти Бойко Ю.І. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____ (підпис)
_____ (прізвище та ініціали)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____

Кафедра _____

Освітній ступінь _____

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Обладнання переробних і харчових виробництв
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафери _____

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шевчука Віталія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “Модернізація дискової сушильної установки ВРА-4”
керівник роботи Погорілий Тарас Михайлович доцент, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “08” квітня 2020 року № 260-кв
2. Строк подання здобувачем роботи _____
3. Вихідні дані до роботи кресленники, обладнання, навчальна, нормативна та спеціальна література.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, Вступ, Порівняльний аналіз технічних рішень, Техніко-економічне та соціальне обґрунтування, Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції, Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання, Розрахункова частина, Вибір конструкційних матеріалів, Розрахунок технології виготовлення окремої деталі, Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту, Опис системи управління, Охорона здоров'я, Охорона довкілля, Висновки, Список використаної літератури
5. Перелік графічного матеріалу
Загальний вигляд, кресленики основних деталей і вузлів, креслиники з технології машинобудування

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техн. Маш.	Бойко Ю.І.		

7. Дата видачі завдання 26.02.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів	26.02-28.02	
	Вступ	2.03	
	Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	4.03-11.03	
	Техніко економічне обґрунтування	12.03-18.03	
	Характеристика вихідного матеріалу і готової продукції	19.03-27.03	
	Опис запропонованого технічного рішення	30.03-3.04	
	Будова та принцип роботи обладнання	6.04.-15.04	
	Вибір констукціних матеріалів	16.04.-22.04	
	Розрахункова частина	23.04-30.04	
	Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	1.05-5.05	
	Технологія виготовлення окремих деталей	6.05-15.05	
	Заходи по охороні праці та техніки безпеки	18.05-19.05	
	Висновки	20.05	
	Графічна частина: 5 аркушів формату А1	21.05-3.06	
	Подача роботи на кафедру	4.06	

Здобувач _____
(підпис)

Шевчук В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Погорілий Т.М.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Дипломний проект «Модернізація дискової сушильної установки ВРА-4», включає в себе модернізацію основного обладнання по виробництву сухого знежиреного молока.

Завдяки розкриттю існуючих в пояснювальній записці розділів можна стверджувати про доцільність та ефективність даного проекту.

Проект передбачає модернізацію дискової сушильної установки ВРА-4, (продуктивністю 1000 кг/год. випареної вологи), шляхом збільшення кількості сопелу розпилювальному диску, що дозволить збільшити продуктивність установки на 10%. Також передбачається встановлення скрубєрів Вентурі (фільтрів вологої очистки), що дозволить скоротити втрати готового продукту та зменшити викиди сухого молока у навколишнє середовище. Що в свою чергу призведе до поліпшення екологічного стану району.

Дипломний проект складається з 5кресленьА1, 1 креслення А2, 3специфікацій до кресленьта аркушів розрахунково-пояснювальної записки.

Ключові слова: сушильна установка, розпилювальний диск, скрубєр.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	160177.ДП.23.000. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ЗМІСТ

Анотація.....	
Вступ.....	
1.Порівняльний аналіз технічних рішень.....	
2.Техніко-економічне та соціальне обґрунтування.....	
3.Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.....	
4.Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання.....	
5.Розрахункова частина.....	
6. Вибір конструкційних матеріалів.....	
7. Розрахунок технології виготовлення окремої деталі	
8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту.....	
9.Опис системи управління.....	
10. Охорона здоров'я.....	
11. Охорона довкілля.....	
Висновки.....	
Список використаної літератури.....	
Специфікації	

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	160177.ДП.23.000. ПЗ		
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA
					<i>Аркуш</i> 1/1

Вступ

Харчова промисловість України – одна із провідних галузей народногосподарського комплексу. За обсягом валової продукції вона посідає друге місце після машинобудування і металообробки, третє за кількістю робітників, п'яте – за вартістю основних виробничих фондів. Харчова промисловість об'єднує 22 спеціалізовані галузі, що включають більше 40 основних виробництв. В цілому в Україні вона виробляє на даний час більше 10 тисяч найменувань продукції.

Особливістю харчової промисловості є високий рівень матеріалоемності виробництва. Так, в структурі собівартості харчових продуктів, витрати на сировину і матеріали складають 85–90%.

Розвиток харчової промисловості потребує дальшої інтенсифікації технологічних процесів, зменшення витрат палива, електроенергії на їх виконання, витрат металів та інших конструкційних матеріалів на виготовлення машин та апаратів. Головним важелем інтенсифікації харчової промисловості на сьогодні є кардинальне прискорення науково-технічного прогресу, широке впровадження техніки нових поколінь і нових технологій, що забезпечують високу продуктивність і ефективність виробництва. У перспективі ставиться завдання, яке передбачає забезпечення глибокої технічної реконструкції харчової промисловості на основі сучасних досягнень науки і техніки.

Технічна база підприємств харчової промисловості за останні роки дуже змінилася. Поряд з обладнанням, змонтованим в попередні роки, з'явилися зразки обладнання, виготовлені українськими машинобудівними заводами, поставлені зарубіжними фірмами, сумісними підприємствами. Періодичні та постійно діючі виставки пропонують нові зразки різноманітного обладнання для виготовлення пакування та зберігання харчових продуктів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	160177.ДП.23.000. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Випуск високоякісної харчової продукції можливий тільки за умов використання сучасних видів технологічного обладнання. Досягнення високих технічних показників у його роботі забезпечує добре знання суті фізико-хімічних процесів, які відбуваються на різних стадіях виробництва, будови технологічного обладнання та прийомів раціональної його експлуатації. Це полегшує оцінку досконалості обладнання, сприяє підвищенню його надійності та довговічності, забезпечує правильний вибір потужності та режиму роботи.

Молочна промисловість України складається з чотирьох складних, і самостійних галузей: маслоробну, сироробну, незбираномолочну і молочноконсервну. Тому що молоко є сировиною для виготовлення таких важливих продуктів як сир, морозиво, масло, вершки, консервоване, незбиране і знежирене молоко, творожні вироби і т. д.

На теперішній час незбиране молоко погано реалізується, з-за того, що населення потребує більш збалансованого продукту (а саме, співвідношення жирності, білків та різних наповнювачів), і в літній період особливо швидко стає непридатним до вживання. Я пропоную частину молока переробити в сухе знежирене молоко, яке добре зберігається. Все сухе молоко буде використовуватись на підприємстві для виробництва інших молочних продуктів.

При розробці проекту слід виділити особливу увагу економії палива і електроенергії. Крім того велика економія тепла забезпечується правильним вибором місця встановлення та місця підігрівання продукту. Проект також передбачає збільшення продуктивності в розпилювальній сушарці на 10% (не впливаючи при цьому на якість готового продукту) шляхом збільшення кількості сопелу розпилювальному диску з 6 до 8 штук. Розроблена розпилююча сушарка призначена для отримання сухого знежиреного молока із незбираного молока.

1. Порівняльний аналіз технічних рішень

В молочній промисловості застосовують різноманітні дискові розпилювальні сушарки. Принцип дії, яких майже однаковий, відрізняються лише пристрої окремих вузлів.

Сухі продукти, отримані на розпилювальних сушильних установках, мають високу розчинність (99,9%). Тому ці установки широко застосовують для сушки цільного молока, вершків, морозива, пахти, знежиреного молока, сироводки, продуктів дитячого харчування, а також для виробництва сухого масла.

У вітчизняній молочній промисловості за останні роки незалежності отримали поширення прямоочні розпилювальні сушильні установки продуктивністю 500 і 1000 кг випареної вологи за годину.

Сушильна установка (рис.1.1) складається з вертикальної сушильної камери 1, яка має конічне днище, циклони та допоміжні пристрої. В центрі верхньої частини сушильної камери змонтований повітрерозподільувач 3 і дисковий розпилювач 2. Частота обертання розпилювача 200 c^{-1} .

Повітря, що подається на сушіння, нагрівається в калорифері 12 при тиску пари $11 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Повітря подається нагнітаючим вентилятором 11 високого тиску. В повітро розподільувачі потік повітря, закручується в напрямку протилежному напрямку руху частинок розпилювального продукту. Згущене молоко подається в сушильну камеру по трубопроводу за допомогою насоса 17.

Пневмотранспортування сухого молочного порошку здійснюється повітрям, яке збирається в цеху допоміжним вентилятором 5. Перед пневмотранспортною лінією повітря очищується в фільтрах 10 із змінним елементом з креспилона.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень	160177.ДП.23.001. ПЗ			
ТОКТП	<i>Док. затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

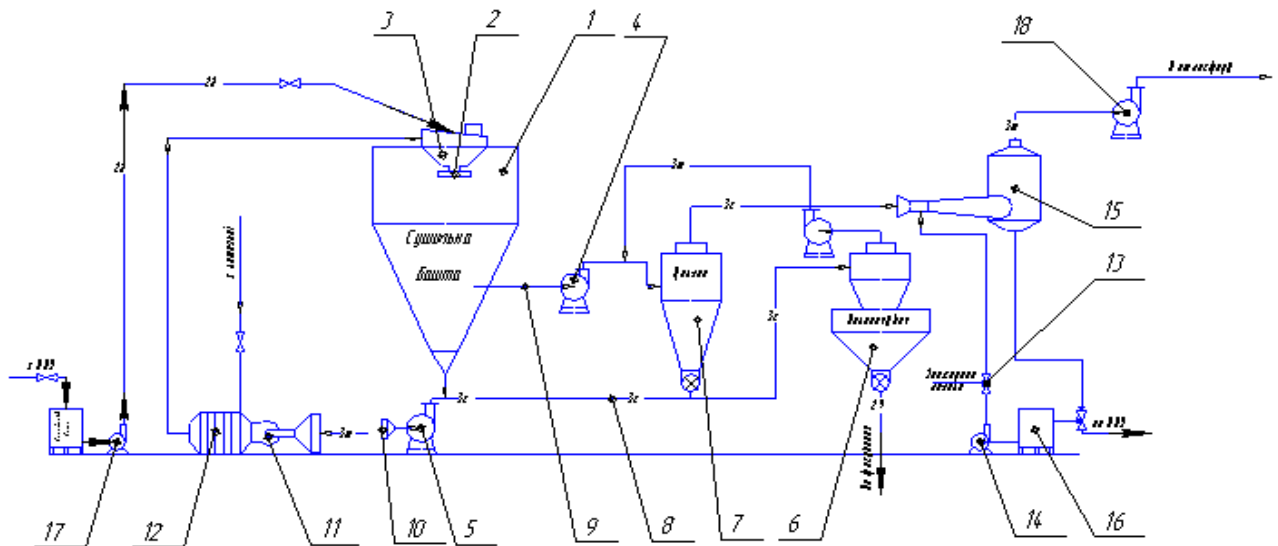


Рис.1.1.Прямоточна дискова розпилювальна установка для виробництва сухого знежиреного молока: 1 – сушильна башта; 2 – розпилювач; 3 – повітрерозподілювач; 4 – вентилятор для відсмоктування відпрацьованого повітря; 5 – вентилятор для транспортування сухого порошку; 6 – розвантажувальний циклон; 7 – батарея циклонів; 8 – пневмотранспортна лінія; 9 – трубопровід для відсмоктування відпрацьованого повітря; 10 – фільтр; 11 – вентилятор для нагнітання повітря у калорифер; 12 – паровий калорифер; 13 – клапан для знежиреного молока; 14 – насос для подачі молока у скрубєр; 15 – скрубєр; 16 – ємкість для молока; 17 – насос для подачі молока в сушильну башту; 18 – вентилятор для відведення відпрацьованого повітря в атмосферу

Відпрацьоване повітря з найбільш малими фракціями молочного порошку через спеціальний патрубок 9 виводиться з сушильної камери за допомогою вентилятора 4 в батарею циклонів 7 для очищення. Із циклонів повітря подається у два скрубєра вологої очистки повітря 15 для остаточного очищення. Змочувальною рідиною для скрубєрів є знежирене молоко, яке з бака 16 насосом 14 через трьохходовий кран 13 подається в зрошувальний пристрій скрубєра. Потім вентилятором 18, очищене повітря виводиться в навколишнє середовище.

Висушений молочний порошок по кінчному днищу сушильної камери висипається в пневмо-транспортну лінію 8 нагнітаючого типу. В пневмо-транспортну лінію потрапляє також молочний порошок з батареї циклонів 7.

Молочний порошок поступає по пневмо-транспортній лінії в розвантажувальний циклон, з якого потім подається в бункер-накопичувач 6. У зв'язку з недостатньою очисткою, повітря з розвантажувального циклона повертається в повітрепровід, по якому відпрацьоване повітря з сушильної камери подається в батарею циклонів.

Сушильна установка для виробництва сухого знежиреного молока, дрібні частинки, якого агломерувались з більшими частинками показана на рис.1.2. Відмінними особливостями цієї установки є відсутність пневмотранспорта для готового продукту і наявність повернення циклонної фракції назад у сушилку.

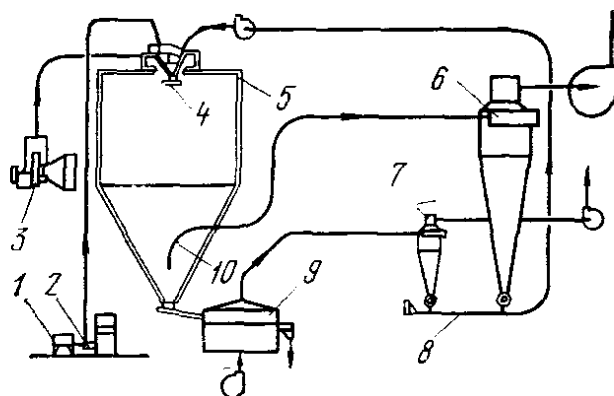


Рис.1.2.Установка для виробництва сухого знежиреного молока:1-бачок; 2-насос; 3-калорифер; 4-розпилювач; 5-сушильна башта; 6-головний циклон; 7-додатковий циклон; 8-трубопровід для повернення дрібних частинок; 9-віброохолоджувач; 10-патрубок для видалення дрібних частинок із сушильної башти

Згущене молоко поступає в бачок 1, з якого насосом 2 подається в дисковий розпилювач 4. Для сушки молока використовують гаряче повітря, нагріте в калорифері 3. Сушильна башта 5, має конічне днище, в нижній частині оснащена патрубком 10 для видалення дрібної фракції порошка в головний циклон 6. Готовий продукт поступає для охолодження у віброохолоджувач 9. Циклонні фракції молочного порошка, відокремлені в циклонах 6 і 7, по трубопроводу 8 повертаються в сушильну башту 5.

Сушарка РСМ-500 (рис.1.3) має батарею циклонів і вертикальну циліндричну сушильну камеру з конічним днищем. Внутрішня поверхня сушильної камери покрита з нержавіючої сталі. Теплоізоляція зроблена із мінеральної вати, ззовні вона покрита листовим алюмінієм.

В центрі верхньої частини сушильної камери змонтовані повітро-розподільвач і розпилювач. Згущене молоко, яке подається шестеренчастим насосом з регулюючою продуктивністю розпилюється одноярусним відцентровим диском, який має шістьнадцять криволінійних каналів прямокутного профілю. Частота обертання диску 12000–15000об/хв.

Повітря, перед подачею на сушку, нагрівається в паровому калорифері при тиску пари $11 \cdot 10^5$ Па. Витрати пари складають 1460кг/год. Після проходження калорифера повітря нагрівається до 180–200°C і подається в основу факела розпили.

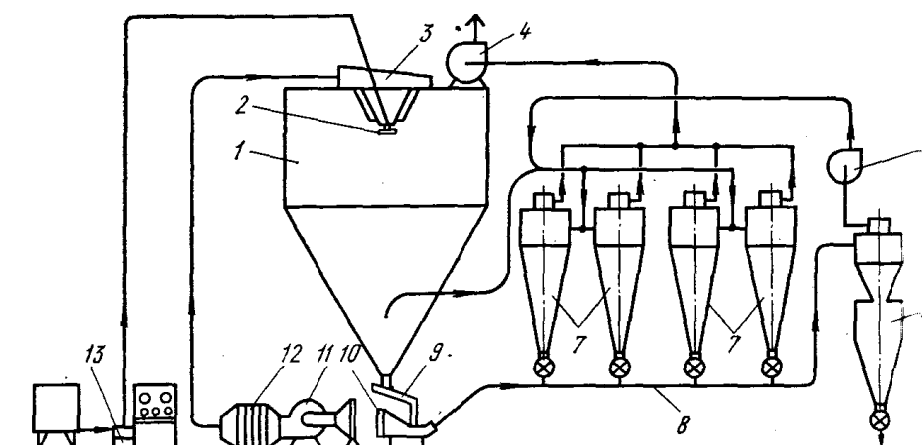


Рис.1.3.Принципова схема сушарки РСМ-500:1-сушильна камера; 2-розпилювач; 3-повітророзподільвач; 4-втяжний вентилятор; 5-додатковий вентилятор; 6-бункер-накопичувач; 7-циклони; 8-пневмотранспортуюча лінія; 9-вібрлоток; 10-вільтр; 11-нагнітаючий вентилятор; 12-паровий калорифер; 13-насос

Частинки продукту, втрачають початкову швидкість, разом з потоком теплоносія і рухаються по спіралеподібній траєкторії. Відпрацьоване повітря, має температуру 85–96°C, виводиться з сушильної камери в батарею циклонів

для очищення. Сухе молоко по кінчному днищу сушильної камери висипається у вібралоток, звідки подається в пневмо-транспортну лінію.

Пневмотранспортування сухого молока здійснюється за допомогою повітря. В процесі транспортування молочний порошок охолоджується до температури на 10–15°C вище температури засмоктуючого повітря. В пневмотранспортну лінію поступає також молочний порошок з батареї циклонів. Сухий продукт з сушильної камери і циклонів направляється по пневмотранспортуючій лінії в розвантажувальний циклон, звідки подається в бункер-накопичувач.

Сухе молоко вивантажують з установки за допомогою шлюзового затвору, встановленого під бункером-накопичувачем і фасують в крафт-мішки.

Сушарка РСМ-1000 не має суттєвих конструктивних відмінностей від описаної вище. Виключення складає наявність в ній додаткового повітрерозподілювача для вводу повітря по периферійній зоні верхньої частині сушильної камери.

Принципова схема прямоочної розпилювальної сушильної установки зі скрубєром продуктивністю 1000 кг випареної вологи за годину показана на рис. 1.4. Установка працює наступним чином. Згущене молоко з вакуум-випарної установки через почергово підключені фільтри шестеренчастим насосом подається в пластинчастий підігрівник і далі поступає в ємкості, звідки насосом подається в сушарку.

Повітря, яке направляється в сушарку, підігрівається до 160–220°C і через повітрерозподілювач поступає в сушильну камеру. В повітрерозподілювачі повітря розділяється на два концентричних потоки, один з яких закручується за допомогою спеціальних лопаток. Відпрацьоване повітря і молочний порошок виводяться через горловину кінчного днища сушильної камери в перехідник, оснащений пристроєм для часткового інерційного розділення продукту і відпрацьованого повітря. Повітря поступає на подальше очищення спочатку в головний циклон, а потім у скрубєр.

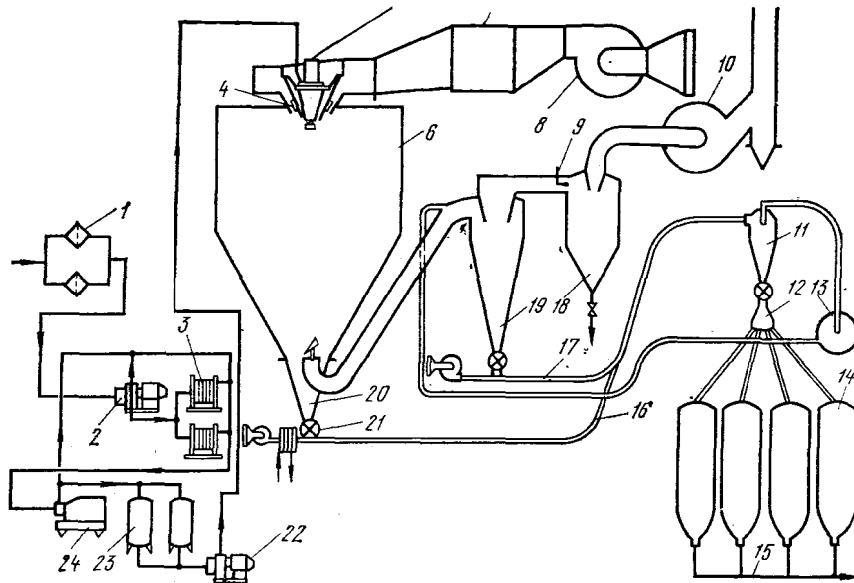


Рис.1.4. Принципова схема сушильної установки зі скруберами: 1-фільтр; 2-шестеренчастий насос; 3-пластинчастий підігрівник; 4-повітрерозподілювач; 5-розпилювач; 6-сушильна башта; 7-калорифер; 8,10-вентилятори; 9-форсунка; 11-розвантажувальний циклон; 12-розподілювач; 13-вентилятор для пневмотранспортної лінії; 14-бункера; 15-аерозольтранспортуюча лінія; 16-пневмотранспортуюча лінія; 17-пневмотранспортуюча лінія для циклонної фракції сухого молока; 18-скрубер; 19-циклон; 20-перехідник; 21-шлюзовий живильник; 22-насос; 23-ємкість; 24-гомогенізатор

Основна маса молочного порошка з перехідника поступає через шлюзовий живильник на пневмотранспортну лінію. Охолоджене повітря нагнітається в лінію додатковим вентилятором, і очищується від частинок сухого молока в розвантажувальному циклоні. Далі відпрацьоване повітря повертається в головний циклон, а порошок через шлюзовий живильник і розподілювач поступає в бункери. Молочний порошок із бункера по аерозольтранспортуючій лінії направляється на фасування.

Прямоточна розпилювальна сушильна установка з циклонним очищенням відпрацьованого повітря приведена на рис.1.5.

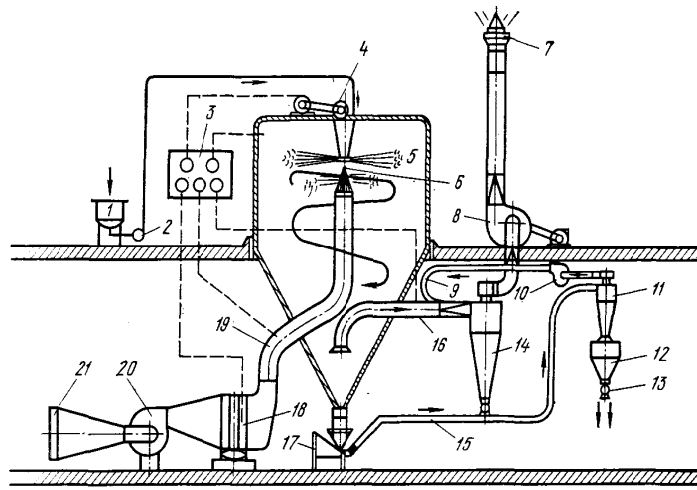


Рис.1.5.Прямочна розпилювальна сушильна установка з циклонним очищенням відпрацьованого повітря: 1-ванна для вхідного продукта; 2-насос; 3-щит керування; 4-редуктор; 5-сушильна башта; 6-повітрерозподільна головка; 7-дефлектор; 8-вентилятор для відсмоктування повітря; 9-зворотній повітрепровід; 10-вентилятор для повітря; 11-другий циклон; 12-збірник порошка; 13-затвор для випуска порошка; 14-перший циклон; 15-пневмотранспортний пристрій; 16-повітрепровід для відпрацьованого повітря; 17-пристрій для відводу порошка; 18-калорифер; 19-повітрепровід для нагнітання повітря; 20-вентилятор для нагнітання повітря; 21-фільтр для очищення повітря

Вихідний продукт з ванни 1 насосом 2 подається на розпилювальний диск, який обертається за допомогою електродвигуна через редуктор 4. через повітрерозподільну головку 6 вентилятором 20 подається повітря, очищене в фільтрі 21 і нагріте в калорифері 18.

В нижній конусній частині сушильної башти 5 відпрацьоване повітря поступає спочатку в повітрепровід 16, а потім в перший циклон 14. Тут сухий порошок опускається вниз, а повітря вентилятором 8 відводиться із сушилки. Порошок з першого циклона 14 і сушильної башти по пневмотранспортному пристрої 15 подається у другий циклон 11, повітря з якого вентилятором 10 повертається у вивідний повітрепровід 16. Сухий продукт попадає в збірник 12 і через затвор 13 його вивантажують з сушильної установки.

Керування сушильною установкою зосереджено на щиті керування 3, на який виведені основні прибори автоматичного контролю за процесом.

В процесі експлуатації ці сушарки позитивно зарекомендували себе як прості в експлуатації. Не дивлячись на це, вони мають конструктивні недоліки: незручність під час чищення в період між сушками, наявність пригару на жалюзійній повітророзподілюючій головці. Одним з основних напрямків технічного удосконалення сучасних розпилювальних сушарок є розробка конструкцій, які забезпечують одержання продуктів високої якості. Розвиток цього напрямку супроводжується ускладненням загального конструктивного виконання сушильних установок за рахунок введення в апаратурну схему нових елементів обладнання, збільшення ступені автоматизації процесу, використання більш досконалих методів обробки продукту на різних стадіях технологічного процесу. Разом з тим в окремих розробках передбачено не тільки підвищення якості продукту, але і забезпечення компактності установок, які мають понижену металоємкість і високі техніко-економічні показники.

2. Техніко-економічне та соціальнообґрунтування

2.1. Техніко-економічна характеристика підприємства

АТ «Пирятинський сирзавод» — велике підприємство харчової, зокрема сиро-молочної промисловості, розташоване в місті Пирятині Полтавської області, є складовою групи компаній «Молочний альянс»; у 2-й половині 2000-х років є провідним у своїй галузі не лише в Полтавському регіоні, а й у цілому по країні, має багато відзнак і нагород за якість і властивості продукції, яка випускається під торговою маркою «Молочний Шлях».

АТ «Пирятинський сирзавод» є юридичною особою, здійснює свою діяльність на основі Статуту й спрямовує її на найбільш повне задоволення потреб населення в продовольчих товарах, поєднуючи інтереси населення і членів трудового колективу.

Головною сферою діяльності підприємства є організація закупки молока у сільгоспвиробників і населення та подальша ефективна переробка всіх його складових на високоякісний продукт.

Керівництво підприємством очолює директор. Директору підпорядковуються: технічний директор, головний інженер, головний механік, головний бухгалтер, старший інженер-економіст, керівник з виробничої лабораторії, інженер-економіст по постачанню і збуту.

У цьому підрозділі наводимо собівартість 1 тони сухого знежиреного молока (далі СЗМ) за статтями витрат (табл.2.1) та основні показники роботи підприємства (табл.2.2).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне обґрунтування	160177.ДП.23.002. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/10

Таблиця 2.1 Витрати виробництва на 1т СЗМ

№ п/п	Статті витрат	Грн	Структура, %
1	Сировина і матеріали	2555,23	69,75
2	Паливо і енергія на технологічні цілі	756	20,64
3	Заробітна плата основних виробничих робітників	78,58	2,14
4	Відрахування на соціальні заходи	29,94	0,83
5	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	86,08	2,35
6	Загальновиробничі витрати	157,16	4,29
7	Виробнича собівартість	3662,99	100

У таблиці 2.2 наведені основні економічні показники роботи АТ «Пирятинський сирзавод».

Таблиця 2.2 Основні економічні показники роботи заводу

Показники	Одиниці вимірювання	Базовий рік 2005	Проектний рік 2006	Відхилення (±)	Зміни, %
Вартість продукції	тис. грн	183500	187400	+3900	102,12
Обсяг реалізованої продукції	тис. грн	183100	186800	+3700	102,02
Собівартість продукції	тис. грн	119500	120100	+600	100,5
Вартість ОПВф	тис. грн	59900	68300	+8400	114,02
Прибуток	тис. грн	3200	3400	+200	106,25
Кількість виробничо-промислового персоналу	чол	906	996	+90	110
Витрати на 1 грн. вартості	коп	79	78	-1	98,73
Фондовіддача	грн	3,06	2,90	-16	94,77
Продуктивність праці	тис. грн /чол	652,3	716,6	+64,3	109,85
Рентабельність	%	8,2	8,8	+0,6	-

2.2.Характеристика технічної бази ділянки по виробництву сухого знежиреного молока

На підприємстві існує ділянка по виробництву козеїна. Пропоную замість сушарки для козеїна, виробництво якого для підприємства стало не вигідним, встановити сушарку для виробництва сухого молока, а саме дискову розпилювальну установку продуктивністю 1000кг/год по випареній волозі.

Все сухе молоко буде використовуватись на підприємстві для виробництва інших молочних продуктів.

Молочні продукти які виробляються з додаванням сухого знежиреного молока:

- йогурт;
- сир-кисломолочний;

Придбання для виробничих потреб в необхідній кількості сухого молока за рік становить 1095,5 тон на суму 4012,805 тис. грн.

Витрати по встановленню нової сушарки підуть на придбання сушильної установки, її монтаж та переобладнання приміщення під нову установку (демонтаж 12 колон висотою 4,8 метри, які були встановлені з кроком 6×6метрів та встановлення меншої кількості колон з висотою 18 метрів в кількості 8 штук, залізних ферм перекриття в кількості 4 штуки та плит перекриття в кількості 36 штук).

Окупність може очікуватись за рахунок припинення придбання сухого молока ззовні від постачальників.

Рівень механізації і автоматизації цеху по виробництву сухого знежиреного молока можна відобразити, використовуючи коефіцієнти механізації та автоматизації виробництва.

Коефіцієнт автоматизації устаткування характеризує рівень автоматизації ділянки і визначається за формулою:

$$K_a = \frac{N_a}{\sum N},$$

де N_a – кількість одиниць автоматизованих і потоково-автоматизованих ліній і устаткування, од; $\sum N$ – загальна кількість одиниць устаткування на даній ділянці, од.

Тоді:

$$K_a = \frac{13}{16} = 0,8125 = 81,25\%$$

Коефіцієнт механізації (автоматизації) праці K_n являє собою відношення кількості робітників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) роботах P_m , до загальної чисельності робітників:

$$K_n = \frac{P_m}{P_m + P_p},$$

де: P_p – кількість робітників, які виконують ручні операції, чол.

Тоді:

$$K_n = \frac{8}{8+3} = 0,7272 = 72,72\%$$

Для характеристики рівня використання виробничої потужності та окремих видів устаткування розраховуємо екстенсивний, інтенсивний та інтегральний коефіцієнти.

Коефіцієнт екстенсивного використання устаткування (використання знарядь праці у часі):

$$K_{ек} = \frac{T_{op}}{T_{mf}},$$

де: T_{op} – фактично відпрацьований час устаткування за визначений період, днів; T_{mf} – максимальноможливий фонд роботи устаткування за визначений період, днів.

Тоді:

$$K_{ек} = \frac{229}{365} = 0,63$$

Коефіцієнт інтенсивного використання устаткування (ступінь використання його за одиницю часу роботи):

$$K_{in} = \frac{P_{нф}}{P_{max}}$$

де: $P_{нф}$ – дійсна продуктивність устаткування за 1 годину, т; P_{max} – максимальна продуктивність устаткування за 1 годину, т.

Тоді:

$$K_{in} = \frac{0,750}{0,870} = 0,862$$

Загальним показником використання устаткування є інтегральний коефіцієнт:

$$K_{int} = K_{in} \cdot K_{ek}$$

Тоді:

$$K_{int} = 0,4 \cdot 0,862 = 0,345$$

2.3. Обґрунтування потреби в продукції

Вихідні дані для визначення потреби підприємства в СЗМ на АТ «Пирятинський сирзавод» зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3. Вихідні дані для визначення потреби підприємства в СЗМ

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	Величини
1	Сировинні ресурси	тис. тон	160,123
2	Максимальне місячне надходження	%	14,3
3	Максимальна кількість днів роботи в місяці	дні	28
4	Норми витрат на 1 тону продукції СЗМ: - йогурт - сир-кисломолочний(відновлене молоко)	кг/т	18 87,5
5	Режим роботи підприємства: - по виробництву дієтичної продукції - по виробництву молочного білку - по виробництву стерилізованої продукції - по виробництву сметани	змін/рік	360 360 360 230

Продовж. Таблиці 2.3. Вихідні дані для визначення потреби підприємства в СЗМ

6	Сумарна змінна потужність:	тон	
	- по виробництву дієтичної продукції		160
	- по виробництву молочного білка		150
	- по виробництву стерилізованої продукції		30
	- по виробництву сметани		50
	- по виробництвумасла		40
	- по виробництву плавлених сирів		10

Розрахуємо витрати СЗМ на виробництво продукції за рік.

Йогурт:

$$K_{с.м} \cdot K_{np} \cdot 360 = 18 \cdot 12 \cdot 360 = 77760 \text{ кг}$$

де: $K_{с.м}$ – кількість СЗМ на 1т продукції, кг/т; K_{np} – кількість продукції за зміну, т; 360 – кількість змін за рік.

Відновлене молоко:

$$K_{с.м} \cdot K_{np} \cdot 120 = 87 \cdot 30 \cdot 120 = 313200 \text{ кг}$$

2.4. Обґрунтування проектної потужності

Середньорічна виробнича потужність лінії по виробництву СЗМ визначається за формулою:

$$Pr = P_{год} \cdot T_{ef},$$

де $P_{год} = 0.750$ т/год – годинна потужність; T_{ef} – ефективний фонд роботи, год.

Тоді:

$$T_{ef} = (T_{зм} - T_{п.з}) \cdot K_{зм},$$

де $T_{зм} = 8$ год – тривалість 1-ї зміни; $T_{п.з} = 1$ год – час на підготовчо-заклучні роботи; $K_{зм} = 148$ – кількість змін в рік.

Тоді:

$$T_{ef} = (8 - 1) \cdot 229 = 1603$$

$$Pr = 0,75 \cdot 1603 = 1200 \text{ т/рік}$$

Після технічного переоснащення ділянки по виробництву СЗМ ми можемо отримати збільшення обсягів виробництва (продуктивності установки), і прибуток за рахунок зменшення витрат по статті „Паливо і енергія” (встановивши при цьому нову конструкцію розпилювального диску.

2.5. Забезпеченість матеріалами, електроенергією, паливом і водою

Підприємство використовує електроенергію з міської електромережі. Для зниження струму (з 10000 до 400В) використовують два силових трансформатори ТМЗ-1000/10 та ТМЗ-630/10. Трансформатори знаходяться на трансформаторній підстанції. Електроенергія подається на трансформатори по двох незалежних вводах. Напруга в мережі проходить через трансформатори і направляється на групу споживачів. Для компенсації реактивної потужності

застосовують конденсаторні батареї, які працюють як в ручному так і в автоматичному режимі. На заводі широко застосовуються електродвигуни трьохфазні асинхронні з коротко замкнутим ротором різної потужності (від 1кВт до 160кВт).

Водопостачання для виробничих та господарських потреб здійснюється з міської мережі та чотирьох артезіанських свердловин в об'ємі 2310 м³/добу. Вся вода, яка використовується підприємством, відноситься до категорії „свіжої питної”, яка відповідає вимогам ГОСТ 2974-82 „Вода питна”. Артезіанська скважина розташована в підземній шахті, глибиною 54м. Є водонапірна башта ємністю 40м³.

Компресорна ділянка основного виробництва по переробці молока складається з 15 компресорних агрегатів, з них АУУ-400 поршневі – 8 штук, ВХ-350 винтові– 7 штук.

Холод витрачається на охолодження води, яка йде на охолодження продукту в основні виробничі цехи, а також на систему розсолу.

За рахунок відбирання тепла від холодоносія аміак кипить у випарнику. Пари у випарнику відсмоктуються компресором з випарника і потім нагнітаються в конденсатор до тиску конденсації (10 атм.), де пари аміаку конденсуються, перетворюючись в рідину потрапляють в ресивер. Коефіцієнт використання компресорів 65%.

На території підприємства знаходиться автономна котельня заводу, яка забезпечує підприємство гарячою водою і паром, які використовуються для технологічних потреб заводу і для опалення приміщень. В котельні встановлено парові котли типу ДКВР-6,5/13, ДЕ-10-14-2 котли, парогенератори РВ-50 NT тип 16кг/см², НВЕ-60, 16мПа які працюють на газу. Живлення котлів здійснюється хімічно очищеною водою з артезіанської свердловини.

Відведення відпрацьованої води здійснюється шляхом скидання стічних вод в каналізацію, де вода проходить повне біологічне очищення. Стічні води після попереднього очищення потрапляють до міської очисної споруди.

На території заводу є об'єднана протипожежна система водопостачання.

В таблиці 2.4 наведені основні витрати енергоресурсів на 1 тону сухого знежиреного молока.

Таблиця 2.4 Потреба в енергетичних ресурсах на річний обсяг виробництва СЗМ

Вид енергії	Одиниці вимірювання	Норма витрат на 1т	Ціна за одиницю енергії, грн	Вартість енергії на 1т, грн	Вартість на річний обсяг виробництва,
Електроенергія	кВт год	830	0,3	249	298,8
Теплоенергія	Гккал	8,6	45	387	464,4
Вода	м ³	60	2	120	144
Всього				756	907,2

Необхідно врахувати витрати на заміну 8 колон та підняття даху. Допоміжні Допоміжні матеріали поступають на підприємство згідно договорів. В таблиці 2.5 приведено витрати допоміжних матеріалів на виробництво 1 тони сухого знежиреного молока.

Таблиця 2.5 Потреба в допоміжних матеріалах на річний обсяг виробництва СЗМ

Матеріали	Норма на 1 тону, грн.	Річна норма тис.грн.
Плівка поліетиленова	20,5	24,6
Мішки паперові	53,5	64,2
Марля	0,3	0,36
Нитки, пряжа	0,68	0,816
Миючі засоби	0,25	0,3
Всього	75,23	90,276

3.Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції

Вхідним матеріалом є натуральне коров'яче молоко, а готовою продукцією – сухе молоко.

Натуральне коров'яче молоко на 87,5% складається з води і на 12,5% з сухих речовин. До сухих речовин в молоці відносять молочний жир, білки, молочний цукор і мінеральні речовини. Сама технологія сушки молока – видалення вологи з молока, дозволяють отримати сухі речовини, які містяться в ньому.

Повністю вологу видалити з сухого молока неможливо. Нормативним документом ДСТУ 4273 : 2003, по якому виробляються сухі молочні продукти допускається зміст вологи в сухому незбираному молоці не більше 4% і не більше 1,5% в сухому знежиреному молоці.

Сушка молока – це енергоємний процес і вимагає наявності стабільних сировинних ресурсів (молока) для його виробництва. Для отримання 1 кілограма сухого незбираного молока використовується 8,7 літра незбираного коров'ячого молока, а для 1 кілограма сухого знежиреного молока - 11,7 літра знежиреного коров'ячого молока.

На комбінації сухе молоко виробляється розпорошувальним методом в потоці гарячого повітря. Саме цей метод дає найбільш високі якісні характеристики готового продукту.

Одним з основних етапів в початковому процесі сушки являється згущування молока. Для цього використовуються вакуум-випаровувальні установки в якій подається пастеризоване коров'яче молоко. За рахунок розрідженого стану усередині вакуум-апарата молоко кипить при температурі нижче 100°C.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	160177.ДП.23.003. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

При кипінні зменшується кількість вологи в молоці і, відповідно, збільшується вміст сухих речовин.

Коли вміст сухих речовин досягає 43% процес згущування припиняють і згущене молоко (не плутати із згущеним молоком і цукром) направляють в сушарну вежу.

У сушарній вежі відбувається основний процес – висушування згущеного молока. Згущене молоко подається в купол сушарної вежі. У потоці гарячого повітря (до 200°C) згущене молоко висушується у міру його опускання на дно сушарної вежі де і закінчується технологічний процес - досушування молока, охолодження і відправка на розфасовку.

Фасується сухе молоко у багатошарові паперові мішки з поліетиленовим вкладишем. Поліетиленовий вкладиш потрібний для відвертання набору вологи сухим молоком, а так само має хороші бар'єрні властивості.

Багатошаровий паперовий мішок запобігає розриву поліетилену і захищає сухе молоко від сонячного світла.

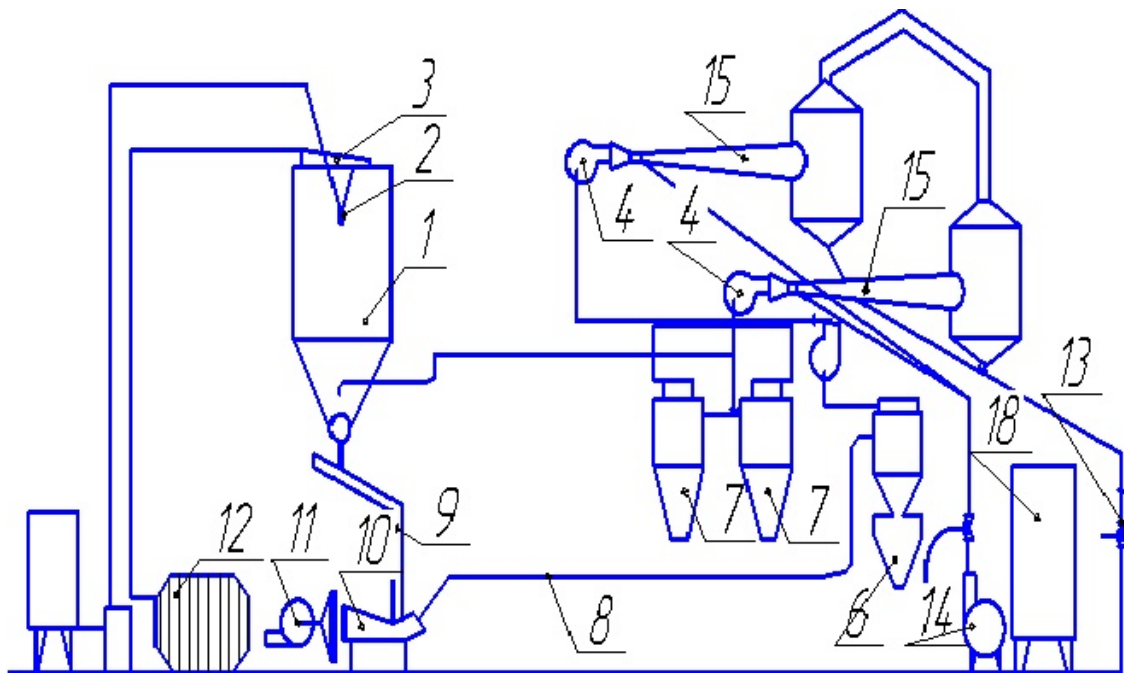
Сухе молоко вироблюване на комбінаті – це натуральний молочний продукт, який робиться виключно з коров'ячого молока, не містить у своєму складі компонентів немолочного походження. Сфера застосування сухого молока дуже широка. Використовується сухе молоко для виробництва кондитерських виробів, шоколаду, морозива, хлібобулочних виробів, дитячих молочних сумішей, сухих каш.

4.Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботиобладнання

4.1.Будова та принцип дії сушильної установки ВРА-4

Прямотокові розпилювальні установки отримали в останній час велике поширення в молочній промисловості нашої країни та за кордоном. Сушильна установка (рис 4.1) складається з вертикальної сушильної башти, яка оснащена конічним днищем, циклонів та допоміжних пристроїв. Внутрішній діаметр циліндричної частини сушильної башти 5,5 м, висота 3 м, при загальній її висоті 7,55 м. Внутрішня поверхня сушильної башти зроблена з нержавіючої сталі. Теплоізоляція виконана з мінеральної вати, зверху вона покрита листовим алюмінієм.

В центрі верхньої частини сушильної башти змонтовані повітрерозподілювачі 3 і дисковий розпилювач 2. Частота обертання розпилювача 200...300с⁻¹.



1. Загальний вигляд сушильної установки

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Погорілий Т.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шевчук В.О.	Назва, додаткова назва Опис запропонованого технічного рішення	160177.ДП.23.004. ПЗ			
ТОКТП	Док. затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

Повітря, що подається на сушку, нагрівається в калорифері 12 при тиску пари $11 \cdot 10^5$ Па. Витрата пари на сушку складає 1460 кг/год. Повітря подається нагнітаючим вентилятором 11 високого тиску, продуктивністю 14200 м³/год. Після проходження калорифера повітря нагрівається до температури 180 – 200°C і подається в корінь факела розпилу. При цьому в повітрянорозподільвачі потік повітря закручується в напрямку, протилежному напрямку руху частинок розпилювального продукту. Після втрати частинок продукту високої початкової швидкості, вони разом з потоком повітря рухаються по низькохідній спіралеподібній траєкторії із температурою 85 – 96 °С. Відпрацьоване повітря з найбільш малими фракціями молочного порошку через спеціальний патрубок виводиться з сушильної камери в батарею циклонів 7 для очищення. Із циклонів повітря вентиляторами 4 подаються у два скрубера вологої очистки повітря 15 для вологої очистки. Змочувальною рідиною для скрубєрів є знежирене молоко, яке з бака 18 насосом 14 через трьохходовий кран 13 подається в зрошувальний пристрій скрубєра. Висушений молочний порошок по кінчному днищу сушильної башти висипається у віброкоток 9, з якого подається в пневмотранспортну лінію 8. Пневмотранспортування сухого молочного порошка здійснюється повітрям, яке збирається в цеху допоміжним вентилятором 5. Перед пневмотранспортною лінією повітря очищується у фільтрах 10 зі змінним елементом з крепселона. В процесі транспортування молочний порошок охолоджується до температури, яка на 10 – 15°C більша за температуру засмоктувального повітря. В пневмотранспортну лінію потрапляє також молочний порошок з батареї циклонів. Молочний порошок надходить по пневмотранспортній лінії в розвантажуючий циклон із якого подається в бункер-накопичувач 6. У зв'язку з недостатньою очисткою повітря з розвантажуючого циклона повертається в повітрезід, по якому відпрацьоване повітря з сушильної башти подається в батарею циклонів. За допомогою шлюзового затвору, що встановлений під бункером

накопичувачем, готовий продукт вивантажується з установки, після цього відбувається фасування в крафт-мішки.

4.2.Будова та принцип дії скрубера Вентурі

Скрубер Вентурі відноситься до турбулентних газопромивачів і застосовується для очищення газів і мікронного та субмікронного пилу. Принцип дії цього апарата ґрунтується на інтенсивному подрібненні газовим потоком, що рухається з великою швидкістю (60-150 м/с), зрошувальною рідиною.

Скрубер (рис.4.2) складається з двох основних частин: нормалізованої труби Вентурі, яка має плавне звуження на вході (конфузор) 3, та краплевідділювача 4 (це може бути простий циклон). Звужена частина труби Вентурі отримала назву горловина 2.

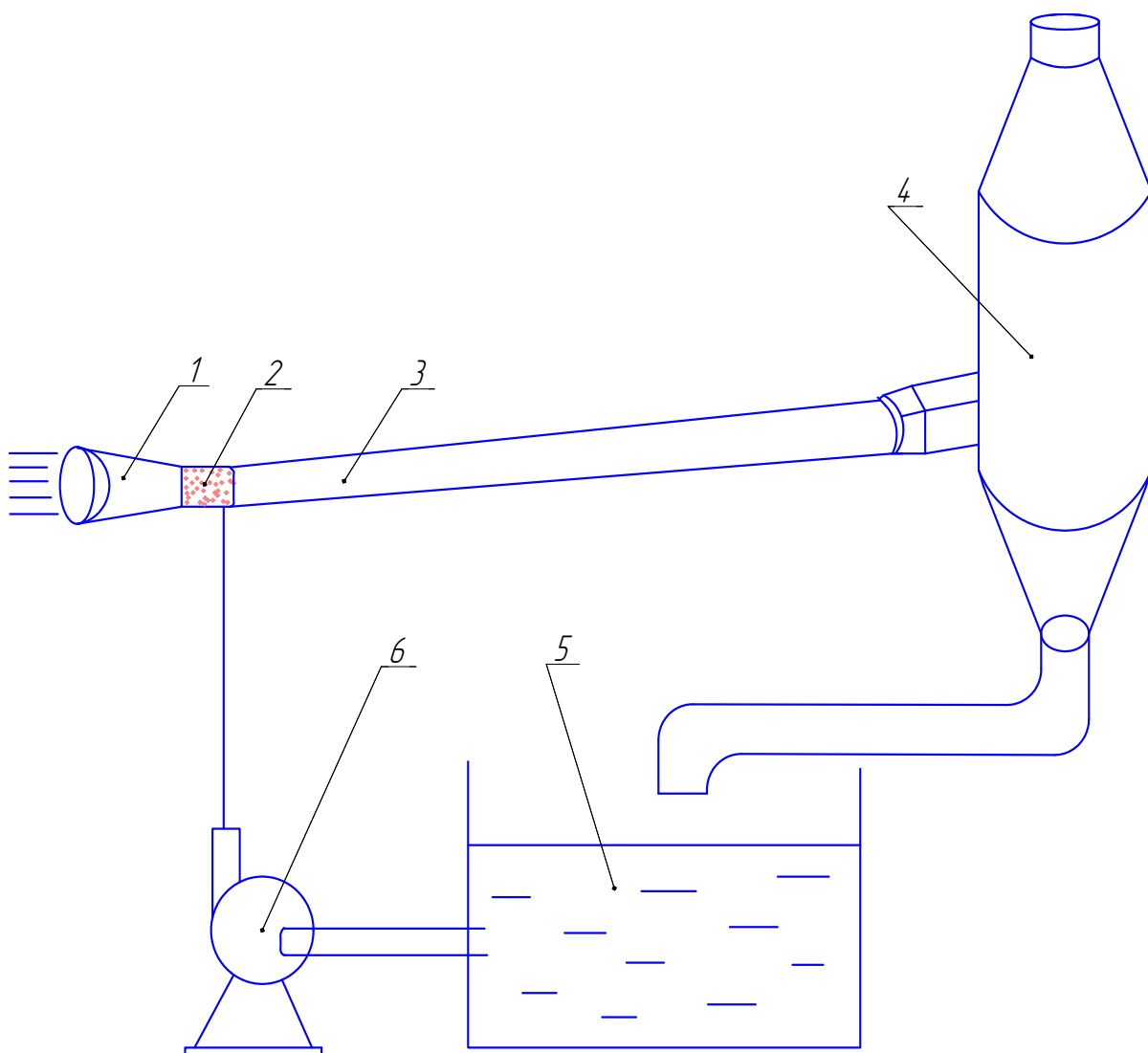


Рис. 4.2.Скрубер Вентурі.

Для зрошування повітря в скрубєрі Вентурі застосовують знежирене молоко, що подається з приймального баку для знежиреного молока 5 насосом 6. Приймальний танк встановлений на дільниці згущення. Знежирене молоко потрапляє в приймальний танк з сепаратора-вершковідділювача. Крім того в баку збирається молоко, яке використовувалось в скрубєрі для зрошення повітря і відділене від нього в краплєвідділювачі, з краплєвідділювача в приймальний бак воно потрапляє по трубопроводу.

Рідина вводиться в трубу Вентуріструями або краплинами, завдяки великій швидкості газового потоку в горловині подрібнюється на найменші краплі (10...50мкм) з великою сумарною площею поверхні. Велика швидкість, крім того турбулізує потік. Ці фактори збільшують ймовірність співударів рідких і твердих частин в запиленому повітрі.

Тому процес очищення в такому апараті можна розглядати, як коагуляційний процес.

5.Розрахункова частина

5.1.Продуктивний розрахунок

Вихідні дані для розрахунку:

жирність молока, що приймається на заводі і становить – 3,4%; розрахункова кількість змін роботина ділянці за добу – 1 зміна; розрахункова кількість змін роботи на ділянці за рік – 229 змін; потужність ділянки по виробництву СЗМ за зміну складає – 5,25 т.

Таблиця 5.1.

Назва продукту	Вміст, %		
	Жиру	СЗМЗ	Вологи
Молоко коров'яче незбиране	3,4	8,77	87,83
Знежирене молоко	0,05	8,74	91,21
Сухе молко	–	95	5
Вершки	35	6,12	58,88

На вироблення сухого знежиреного молока надходить молоко з вмістом СЗМЗ – 8,74%, жиру – 0,05%.

Згідно нормам витрат сировини на виготовлення однієї тони сухого знежиреного молока витрачається 12,4 тони знежиреного молока.

Необхідна кількість знежиреного молока для отримання 5,25т сухого молока в зміну:

$$K_{з.м.} = 12,4 \cdot 5,25 = 65,1 \text{ т}$$

Вихід знежиреного молока:

$$B_3 = \frac{100(J_6 - J_m)}{(J_6 - J_3)}, \%$$

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Погорілий Т.М.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>	Статус документа			
Власник документа <i>НУХТ</i>	Розробник документа <i>Шевчук В.О.</i>	Назва, додаткова назва <i>Розрахункова частина</i>	<i>160177.ДП.23.005. ПЗ</i>			
<i>ТОКТП</i>	Док. затверджено <i>Миранчук В.Г.</i>		Інд. змін	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш <i>1/32</i>

Тоді:

$$B_3 = \frac{100(35 - 3,4)}{(35 - 0,05)} = 90,41\%$$

Кількість молока направлено на сепарування:

$$K_{M,сен} = \frac{100 \cdot K_{з.м.}}{B_0}$$

Тоді:

$$K_{M,сен} = \frac{100 \cdot 65,1}{90,41} = 72m / зм$$

5.2. Технологічний розрахунок

Приймаємо параметри сушильного процесу:

$\omega_1 = 55\%$ - вологість згущеного молока;

$W_1 = 1000$ кг/год - кількість видаленої вологи;

$t_1 = 190^\circ\text{C}$ - температура повітря при вході в сушильну камеру;

$t_2 = 90^\circ\text{C}$ - температура повітря при виході з сушилки;

$t_0 = 20^\circ\text{C}$ - температура повітря в приміщенні;

$\omega_2 = 5\%$ - кінцева вологість молока.

Знаходимо масу молока, яка надходить на сушку:

$$m = \frac{W}{1 - \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2}}, \text{кг} / \text{год}$$

Тоді:

$$m = \frac{1000}{1 - \frac{100 - 55}{100 - 5}} = 1900 \text{кг} / \text{год}$$

Знаючи продуктивність сушильної установки по сирому молоці та вологості ω_1 і ω_2 , знаходимо продуктивність сушильної установки по висушеному матеріалу:

$$G = m \cdot \left(\frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} \right) = 1900 \cdot \left(\frac{100 - 55}{100 - 5} \right) = 900 \text{кг} / \text{год}$$

Кількість видаленої вологи при цьому буде:

$$W_2 = m - G = 1900 - 900 = 1000 \text{ кг/год}$$

З урахуванням ККД установки який може бути в межах 80 – 85%, приймаємо ККД – 84%, перераховуємо продуктивність установки з урахуванням ККД:

$$G_{\text{прод}} = G \cdot 0,83 = 900 \cdot 0,83 = 750 \text{ кг/год}$$

Знаходимо діаметр сушильної камери:

$$D = 1,05 \cdot \sqrt[3]{\frac{W_1}{q}}$$

де: W_1 - годинна продуктивність по випареній волозі;

q - допустима напруга об'єму камери, $q = 4.5$.

Тоді:

$$D = 1.05 \cdot \sqrt{\frac{1000}{4.5}} = 6.36 \text{ м}$$

Приймаємо висоту камери:

$$H = 1.2 \cdot D = 1.2 \cdot 6.36 = 7.6 \text{ м}$$

Знаходимо об'єм сушильної камери з рівняння:

$$V_k = \frac{W}{A}$$

де: $A = 5 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{г}$ - величина, яка залежить від властивостей матеріалу, температурного режиму сушіння і конструктивних особливостей сушарки.

Тоді:

$$V_k = \frac{900}{5} = 180 \text{ м}^3$$

Об'єм конічної частини камери буде дорівнювати:

$$V_{\text{кон}} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H_{\text{кон}} (R_k^2 + r_{\text{кон}}^2 + R_k \cdot r_{\text{кон}})$$

Вибираємо висоту конуса сушильної камери: $H_{\text{кон}} = 6 \text{ м}$.

де: R_k - радіус камери, м;

$r_{кон}$ - найменший радіус конуса, м;

$H_{кон}$ - висота конуса, м.

Тоді:

$$V_{кон} = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 6(3^2 + 0,5^2 + 3 \cdot 0,5) = 67,51 м^3$$

Об'єм циліндричної частини сушильної камери знаходимо за наступним рівнянням:

$$V_u = V_k - V_{кон} = 180 - 67,51 = 112,5 м^3,$$

а висота її буде:

$$H_u = \frac{V_u}{\frac{\pi \cdot D_k^2}{4}} = \frac{112,5}{\frac{3,14 \cdot 6^2}{4}} = 4,5 м$$

5.3. Розрахунок розпилювального диску

При розрахунку запропонованого розпилювача, будемо притримуватись вихідними характеристиками старого розпилювального диску, а саме швидкістю вильоту краплі з диску $\omega_n = 150$ м/с, діаметром краплі $d < 50$ мкм, та дальністю польоту краплі, що обмежується радіусом камери 3 м. Швидкість обертання диску з 12000 об/хв.

Діаметр розпилювача знаходимо за формулою:

$$D = \frac{\omega}{\pi \cdot n}$$

де: n – кількість обертів диску об/хв.

Тоді:

$$D = \frac{60 \cdot 150}{3,14 \cdot 12000} \approx 0,25 м = 250 мм.$$

Існує ряд формул, що дозволяють знайти діаметр або радіус факела розпилу, одним з яких є вираз:

$$R_\phi = \frac{21,7 \cdot d \cdot \rho_m^{cp}}{C \rho_n} \cdot \lg \frac{\omega_n}{\omega_k}$$

де: ω_n - початкова швидкість польоту каплі м/с, $\omega_n = 150$ м/с;

ω_k - кінцева швидкість падіння каплі; $\omega_k = 0,5$ м/с;

ρ_m^{cp} - середня густина розпиляемого молока, кг /м³

$$\rho_m^{cp} = \frac{\rho_m^g + \rho_m^k}{2};$$

ρ_m^n , ρ_m^k - густина молока на початку та в кінці процесу, кг/м³.

$\rho_m^n = 1080$ кг/м³, $\rho_m^k = 800$ кг/м³.

Тоді:

$$\rho_m^{cp} = \frac{1080 + 800}{2} = 940 \text{ кг} / \text{м}^3$$

C - коефіцієнт; C = 1,3;

ρ_n - густина повітря; $\rho_n = 1,27$ кг/м³;

ω - початкова швидкість польоту краплі; $\omega = 150$ м/с.

d- діаметр краплі, м;

Діаметр краплі при дисковому розпиленні знаходять за формулою:

$$d = \frac{98.5}{n} \cdot \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_l \cdot R_d \cdot g}}$$

де: σ - поверхневий натяг, Н/м;

R_d - радіус диска;

Тоді:

$$d = \frac{98.5}{12000} \cdot \sqrt{\frac{0.042}{1080 \cdot 0.125 \cdot 9.81}} = 0.000046 = 46$$

Якщо врахувати діаметр краплі 46 мкм, тоді довжина польоту краплі буде:

$$R_\phi = \frac{21.7 \cdot 46 \cdot 10^{-6} \cdot 940}{1.3 \cdot 1.27} \cdot \lg \frac{150}{0.5} = 1.4 \text{ м}$$

Бачимо, що середня відстань польоту краплі менше радіусу камери 3м.

Діаметр каналу сопел знаходимо за формулою:

$$d_c = 18.8 \sqrt{\frac{m}{i \cdot \rho_m \cdot \omega}};$$

де i - кількість сопел; $i=6$;

Тоді:

$$d_c = 18.8 \sqrt{\frac{1900}{6 \cdot 1080 \cdot 150 \cdot 3600}} = 0.014 \text{ м} = 14 \text{ мм};$$

Отже, після розрахунку запропонованого розпилювального диску, збільшимо продуктивність сушарки на 10%. Для чого необхідно збільшити подачу молока, яка надходить на сушку з 1900 кг/год до 2090 кг/год, відповідно продуктивність установки по висушеному матеріалу буде становить 990 кг/год, а з урахуванням ККД установки – буде становить 825 кг/год; кількість видаленої вологи 1100 кг/год. Геометричні розміри сушильної башти суттєво не зміняться, тобто допускається залишити старі геометричні розміри сушильної башти.

Для збільшення продуктивності необхідно лише змінити конструкцію розпилювального диску. А саме, я пропоную збільшити кількість сопел диску з 6 до 8 штук. І зробити перевірочний розрахунок приводу, тепловий розрахунок, розрахунок нагнітаючого вентилятора (подачу повітря для сушки), циклонів та калорифера для підігрівання повітря.

Тоді діаметр каналу сопел знаходимо за формулою:

$$d_c = 18.8 \sqrt{\frac{m}{i \cdot \rho_m \cdot \omega}};$$

звідки:

$$d_c = 18.8 \sqrt{\frac{2090}{8 \cdot 1080 \cdot 150 \cdot 3600}} = 0.012 \text{ м} = 12 \text{ мм};$$

5.4. Розрахунок приводу розпилювача

Знаходимо потрібну потужність на валу розпилювача:

$$N = \frac{(\kappa_0 \cdot D^2 \cdot \omega + 0.37 \cdot m) 10^{-4} \cdot \omega}{\eta_m};$$

де κ_0 - дослідний коефіцієнт, рівний 35-55;

D-діаметр диску, м;

ω - колова швидкість диску, м/с;

η_m - механічний ККД.

Тоді:

$$N = \frac{(35 \cdot 0,25^2 \cdot 150 + 0.37 \cdot 2090) 10^{-4} \cdot 150}{0,83} = 19,9 \text{ кВт};$$

Потужність затрачену на опір сопел знаходимо з дослідних даних проведених МТІХП, при швидкості обертання 12000 об/хв та довжиною сопла 0,075 м, потужність на одне сопло становить 100 Вт, знайдемо повну потужність:

$$N_p = N + 8 \cdot N_{\text{сопла}} = 19,9 + 8 \cdot 0,1 = 20,7 \text{ кВт}$$

Знаходимо крутний момент на валу розпилювача:

$$T_p = 9550 \frac{N_p}{n_p} = 9550 \frac{20,7}{12000} = 16,47 \text{ Нм}$$

Знаходимо потужність на валу електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_p}{\eta_1 \cdot \eta_2}$$

де: $\eta_1 = 0,99$ – ККД пари підшипників;

$\eta_2 = 0,96$ – ККД пасової передачі;

Тоді:

$$N_{\text{дв}} = \frac{20,7}{0,99 \cdot 0,96} = 21,78 \text{ кВт}$$

Знаходимо крутний момент на валу електродвигуна:

$$T_{\text{дв}} = 9550 \frac{N_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}} = 9550 \frac{22}{2945} = 74,33 \text{ Нм}$$

Вибираємо електродвигун 4А 180S2У3; потужністю $N_{\text{дв}} = 22$ кВт, частотою обертання $n_{\text{дв}} = 2945$ об/хв, ККД двигуна $\eta = 88,5\%$.

5.5. Розрахунок пасової передачі розпилювача

Вихідні дані для розрахунку:

потужність, яку передає передача $N_1=22$ кВт; кутова швидкість ведучого шківів $\omega_1=308$ рад/с; кутова швидкість веденого шківів $\omega_2=1256$ рад/с; передача працює одну зміну при незначних коливаннях навантаження.

Для даної передачі беремо плоский гумотканинний пас із бельтінга 820 за ГОСТ 23831-79 з числом прокладок $i_n=5$, завтовшки $\delta=7,5$ мм (табл.21.4) [13].

Передаточне число передачі $i = \omega_2/\omega_1 = 1256/308 = 4,07$

Визначимо діаметр більшого ведучого шківів:

$$d_1 = (520 \dots 610) \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1}{\omega_1}} = (520 \dots 610) \cdot \sqrt[3]{\frac{22}{308}} = (216 \dots 253) \text{ мм}$$

Згідно зі стандартом беремо $d_1 = 250$ мм.

Відношення $d_1/\delta = 250/7,5 = 33,3$, що відповідає рекомендаціям 21.5 [13].

Визначимо швидкість паса:

$$v = \omega_1 \cdot d_1 / 2 = 308 \cdot 250 / 2 = 38500 \text{ мм/с} = 38,5 \text{ м/с},$$

щодопускається для гумотканинних плоских пасів.

Визначимо діаметр веденого шківів:

$$d_2 = d_1 / i = 250 / 4,07 = 61,4 \text{ мм.}$$

За стандартом $d_2 = 63$ мм.

Фактичне передаточне число передачі

$$I = d_1 / d_2 = 250 / 63 = 3,97.$$

Визначаємо міжосьову відстань передачі:

$$a = 2 (d_1 + d_2) = 2 (250 + 63) = 626 \text{ мм.}$$

Кут обхвату більшого шківів:

$$\alpha_1 = 180 + 57 (d_1 - d_2) / a = 180 + 57 (250 - 63) / 626 = 197^\circ.$$

Кут обхвату меншого шківів:

$$\alpha_2 = 180 - 57 (d_1 - d_2) / a = 180 - 57 (250 - 63) / 626 = 163^\circ.$$

Розрахункова довжина паса:

$$l = 2a + \pi(d_1 + d_2)/2 + (d_1 - d_2)^2/4a = 2 \cdot 626 + 3,14 (250 + 63)/2 + (250 - 63)^2/(4 \cdot 626) = 1758 \text{ мм.}$$

Розрахунок корисної навантаження, яке передає передача.

$$F_t = N_1/v = 22000/38.5 = 571.5 \text{ Н}$$

Для розрахунку вибраного паса на тягову здатність за табл. 21.4 [13] беремо оптимальне питоме корисне навантаження, що може передаватись однією шириною паса, $i_{\text{н}} f_{to} = 14 \text{ Н/мм}$ при питомій силі попереднього натягу віток паса, яка припадає на одиницю товщини однієї прокладки, $f_o = 2,25 \text{ Н/мм}$.

Допустиме питоме корисне навантаження:

$$[i_{\text{н}} f_{to}] = i_{\text{н}} f_{to} \cdot C_{\gamma} \cdot C_{\alpha} \cdot C_v \cdot C_p = 14 \cdot 1 \cdot 0.949 \cdot 0.4471 \cdot 1 = 5,94 \text{ Н/мм.}$$

Тут вибрані такі значення розрахункових коефіцієнтів:

$$C_{\gamma} = 1; C_{\alpha} = 1 - 0.003(180 - \alpha_2) = 1 - 0.003(180 - 163) = 0.949; C_v = 1.04 - 0.0004 \cdot 38.5^2 = 0.4471; C_p = 1.$$

Потрібна ширина паса:

$$b = F_t/[i_{\text{н}} f_{to}] = 571.5/5,94 = 96.21 \text{ мм.}$$

Вибираємо стандартну ширину паса $b = 100 \text{ мм}$ (див. табл. 21.4) [13].

Площа поперечного перерізу паса:

$$A = b \cdot \delta = 100 \cdot 7,5 = 750 \text{ мм}^2.$$

Потрібна сила попереднього натягу віток паса:

$$F_o = f_o \cdot i_{\text{н}} \cdot b = 2.25 \cdot 5 \cdot 100 = 1125 \text{ Н.}$$

Визначаємо навантаження на вали пасової передачі:

$$R = 2F_o \cdot \sin(\alpha_1/2) = 2 \cdot 1125 \cdot \sin(163/2) = 2225.3 \text{ Н.}$$

Для визначення строку служби паса визначимо складові максимального напруження, яке виникає у пасі під час роботи передачі:

напруження попереднього натягу

$$\sigma_o = F_o/A = 1125/750 = 1,5 \text{ МПа;}$$

напруження від корисного навантаження

$$\sigma_t = F_t/A = 571.5/750 = 0,762 \text{ МПа;}$$

напруження від дії відцентрової сили

$$\sigma_v = 10^{-6} \cdot \rho \cdot v^2 = 10^{-6} \cdot 1,15 \cdot 10^3 \cdot 38,5^2 = 1,704 \text{ МПа};$$

напруження згину у пасі

$$\sigma_{зг} = E \cdot \delta / d_2 = 200 \cdot 63 = 23,8 \text{ МПа}.$$

Значення $\rho = 1,15 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ та $E = 200 \text{ МПа}$ вибрані з табл. 21.3.[13].

Визначаємо максимальне напруження у пасі

$$\sigma_{\max} = \sigma_o + 0,5 \cdot \sigma_t + \sigma_v + \sigma_{зг} = 1,5 + 0,5 \cdot 0,762 + 1,704 + 23,8 = 27,385 \text{ МПа}.$$

При обмеженій границі витривалості $\sigma_N = 7 \text{ МПа}$, показнику степеня кривої втомит $m = 6$ (табл. 21.3)[13], числі шківів $n = 2$ та $\nu = 0,5$ визначаємо строк служби паса:

$$h = 10^7 (\sigma_N / \sigma_{\max})^m / (3600 \cdot \nu \cdot n \cdot \nu) = 10^7 \cdot (7 / 27,385)^6 / (3600 \cdot 2 \cdot 1,89 \cdot 2 \cdot 0,5) = 1274,3 \text{ год}.$$

5.6. Розрахунок вала розпилювача

Вихідні дані для розрахунку:

потужність двигуна $N_{\text{дв}} = 22 \text{ кВт}$; частота обертання диску (вихідного вала) $n = 12000 \text{ об/хв}$; діаметр ведучого шківа $d_1 = 0,250 \text{ м}$; діаметр веденого шківа $d_2 = 0,063 \text{ м}$; міжосьова відстань передачі $a = 0,626 \text{ м}$.

Визначаємо значення крутних моментів в кожній точці вала, для цього визначаємо втрату потужності, яка передається на вал:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 ;$$

де $\eta_1 = 0,99$ – ККД пари підшипників;

$\eta_2 = 0,96$ – ККД пасової передачі.

Тоді загальний ККД дорівнює:

$$\eta = 0,99 \cdot 0,96 = 0,9504;$$

Потужність, яку передає диск:

$$N_p = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 20,9 \text{ кВт};$$

Крутний момент, який передається від двигуна до валу дорівнює:

$$T = \frac{N_p \cdot 9550}{n} = \frac{20,9 \cdot 9550}{12000} = 16,63 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Будуємо епюру крутних моментів.

Для побудови епюр, визначаємо сили, які діють на вал розпилювального диску:

радіальну силу (сила попереднього натягу віток паса), визначаємо за формулою, див. раніше:

$$F_r = f_o \cdot i_n \cdot b = 2.25 \cdot 5 \cdot 100 = 1125 \text{ Н};$$

колова сила (навантаження на вал пасової передачі):

$$F_t = 2F_r \cdot \sin(\alpha_2/2) = 2 \cdot 1125 \cdot \sin(163/2) = 2225,3 \text{ Н};$$

де F_r – сила натягу паса, Н;

α_2 – кут обхвату на більшому шківу, визначаємо його по формулі:

$$\alpha_2 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}$$

Тоді:

$$\alpha_2 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{0,250 - 0,063}{0,626} = 163^\circ$$

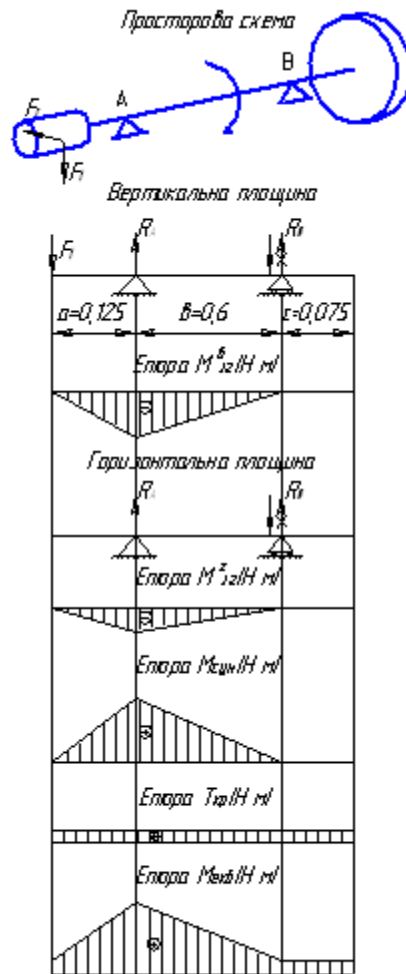


Рис. 3.1. Інше рішення розрахунку взаємодії ванта.

Визначаємо реакції опор (рис.4.6).

Для визначення реакцій в опорах складають рівняння рівноваги: сума моментів сил відносно опорних шарнірів А і В дорівнює нулю, звідси знаходимо реакції R_A і R_B . Для контролю у визначенні реакцій використовуємо умову, що сума проекцій всіх сил на вертикальну вісь дорівнює нулю. Для вертикальної площини маємо:

$$\Sigma M_A = 0; \Sigma M_A = -F_t a - R_B b = 0;$$

звідси

$$R_B = \frac{-F_t a}{b} = \frac{-2225,3 \cdot 0,125}{0,6} = -463,6 \text{H};$$

$$\Sigma M_B = 0; \Sigma M_B = -F_t(a + b) + R_A b = 0;$$

звідси

$$R_A = \frac{F_t(a+b)}{b} = \frac{2225,3 \cdot (0,125 + 0,6)}{0,6} = 2688,9H;$$

Знайдемо реакції в опорах у горизонтальній площині:

$$\Sigma M_A = 0; \Sigma M_A = -F_r a - R_B b = 0;$$

звідси

$$R_B = \frac{-F_r a}{b} = \frac{-1125 \cdot 0,125}{0,6} = -234,3H;$$

$$\Sigma M_B = 0; \Sigma M_B = -F_r(a+b) + R_A b = 0;$$

звідси

$$R_B = \frac{F_r(a+b)}{b} = \frac{1125 \cdot (0,125 + 0,6)}{0,6} = 1359,3H;$$

Визначаємо сумарний момент згину:

$$1) M_{\text{сум}} = \sqrt{(M_{32}^e)^2 + (M_{32}^z)^2} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0H \cdot m;$$

$$2) M_{\text{сум}} = \sqrt{(M_{32}^e)^2 + (M_{32}^z)^2} = \sqrt{278,16^2 + 140,6^2} = 311,67H \cdot m;$$

$$3) M_{\text{сум}} = \sqrt{(M_{32}^e)^2 + (M_{32}^z)^2} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0H \cdot m;$$

Визначаємо еквівалентні моменти в характерних перерізах вала за вибраною теорією міцності і будуємо їх епюри:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + (\alpha T_{\text{кр}})^2}$$

де α – коефіцієнт, що враховує різницю в характеристиках циклів напруг згину і кручення,

$$\text{для нереверсивної передачі } \alpha = \frac{[\sigma_{-1}]}{[\sigma_0]} = \frac{90}{150} = 0,6;$$

де $[\sigma_{-1}] = 90$ МПа – допустима знакозмінна напруга для вала (табл.5.3 [9]);

$[\sigma_0] = 150$ МПа – допустима пульсуюча від нуля напруга для вала (табл.5.3 [9]);

Тоді:

$$1) M_{\text{екв}} = \sqrt{0^2 + (0,6 \cdot 16,63)^2} = 10H \cdot m;$$

$$2) M_{\text{екв}} = \sqrt{311,67^2 + (0,6 \cdot 16,63)^2} = 311,82H \cdot m;$$

$$3) M_{екв} = \sqrt{0^2 + (0,6 \cdot 16,63)^2} = 10 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Визначаємо діаметр вала у небезпечному перерізі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1[\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{311,82}{0,1 \cdot 90 \cdot 10^6}} = 0,0326 \text{ м} = 32,6 \text{ мм};$$

Із конструктивних міслень приймаємо діаметр вала 35 мм.

Марка сталі вала 12ХНЗА.

5.6.1. Розрахунок і вибір підшипників

Вихідні дані для розрахунку:

радіальні навантаження на опори вала $R_A=3013 \text{ Н}; R_B=519,5 \text{ Н};$ осьове навантаження вала $F_a=200 \text{ Н};$ діаметр вала $d_n=35 \text{ мм}.$ Додаткові відомості та умови роботи підшипників: кутова швидкість вала $\omega = 1256 \text{ рад/с};$ потрібна довговічність підшипників $L_h=10000 \text{ год}$ при 90% надійності; робоча температура підшипників до $200^\circ \text{C}.$

Найнавантаженішою опорою є опора А, оскільки вона навантажена найбільшою радіальною силою R_A і сприймає осьову силу $F_a.$ Якщо $F_a/R_A=200/3013=0,066 < 0,35,$ то для опор вала доцільно застосовувати кулькові радіально-упорні підшипники. Будемо орієнтуватись на підшипники легкої серії 36207, для яких із довідника [9] маємо: базова статична вантажність $C_o=18100 \text{ Н};$ базова динамічна вантажність $C_r=24000 \text{ Н}.$

Визначення розрахункового еквівалентного навантаження на підшипник: для типового режиму навантаження Л (легкого) коефіцієнт інтенсивності $K_E=0,40;$ згідно з умовами роботи підшипників беремо: $V=1$ – обертається внутрішнє кільце підшипника; $K_o=1,5$ – коефіцієнт безпеки при короткочасних перевантаженнях до 150%; $K_T=1,2$ – температурний коефіцієнт при робочій температурі підшипників до $200^\circ \text{C}.$

У даному випадку $R_r=R_A=3013 \text{ Н},$ а для кулькових радіально-упорних підшипників $R_a=F_a=200 \text{ Н}.$ Тому для визначення коефіцієнтів X і Y знаходимо

відношення $R_a/C_o=200/18100=0,011$ і за табл.32.2 [13] беремо параметр осьового навантаження $e=0,29$.

Оскільки відношення $R_a/V R_r=200/1 \cdot 3013=0,066 < e=0,29$, за табл.32.2 [13] $X=1$, а $Y=0$.

Тоді, розрахункове еквівалентне навантаження на підшипник буде:

$$R=(X \cdot V R_r + Y \cdot R_a) \cdot K_T \cdot K_o=(1 \cdot 1 \cdot 3013 + 0) \cdot 1,5 \cdot 1,1=4971,45 \text{ Н};$$

З урахуванням режиму навантаження протягом строку служби:

$$R_E=K_E R=0,40 \cdot 4971,45=1988,6 \text{ Н.}$$

Розрахункова довговічність:

для 90%-ї надійності коефіцієнт $a_1=1$, а для звичайних умов експлуатації серійних кулькових радіально-упорних підшипників коефіцієнт $a_{23}=0,8$;

тоді:

$$L=a_1 a_{23} (C_r/R_E)^p=1 \cdot 0,8 \cdot (24000/1988,6)^3=1406,31 \text{ млн. об};$$

де $p=3$ – показник степеня для кулькових підшипників.

Визначаємо розрахункову довговічність підшипника:

$$L_h=1745 \cdot L/\omega=1745 \cdot 1406,31/1256=19538 \text{ год.}$$

Отже, попередньо вибраний підшипник 36207 по ГОСТ 831-62 для опори А вала має довговічність більшу від заданої потрібної. Для опори В вала беремо такий самий підшипник.

5.6.2. Перевірочний розрахунок шпонки

Вихідні дані для розрахунку:

номінальний крутний момент, що передає з'єднання, $T=16,63$ Н·м; діаметр вала, на якому встановлений шків, $d=35$ мм; довжина ступиці колеса 120 мм.

За діаметром вала $d=35$ мм згідно зі стандартом вибираємо такі розміри з'єднання (табл. 12.1 [13]): ширина шпонки $b=10$ мм; висота $h=8$ мм; довжина $l=100$ мм; глибина паза на валу $t_1=5$ мм і у маточині колеса $t_2=3,3$ мм.

Перевіримо з'єднання на зминання за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 16,63 \cdot 10^3}{35 \cdot 100 \cdot (8 - 5)} = 3,16 \text{ МПа} \ll [\sigma_{зм}] = 80 \text{ МПа};$$

Перевіримо з'єднання на зріз за формулою:

$$\tau_{зр} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} = \frac{2 \cdot 16,63 \cdot 10^3}{35 \cdot 100 \cdot 10} = 1,9 \text{ МПа} \ll [\tau_{зр}] = 80 \text{ МПа};$$

Отже, задане з'єднання можна здійснити призматичною шпонкою $10 \times 8 \times 100$ із сталі 45х ГОСТ 23360 – 78.

5.7. Тепловий розрахунок сушки

Вихідні дані для розрахунку:

продуктивність сушильної установки по випареній волозі кг/год - 1100; температура повітря в цеху °С – 20; температура гарячого повітря, що поступає в сушильну камеру °С - 190; температура гарячого повітря, що виходить з сушильної камери °С - 90; початкова вологість знежиреного молока % - 55; кінцева вологість сухого знежиреного молока % - 5.

Кількість теплоти, затраченої на сушіння знаходимо по кількості теплоти Q , необхідної для нагрівання повітря в калорифері:

$$Q = G_{п} (I_1 - I_0)$$

де I_0, I_1 - ентальпія повітря калорифера на вході і на виході з нього, кДж/кг;

$G_{п}$ - кількість повітря для висушування, кг;

Кількість повітря знаходимо за формулою:

$$G_{п} = \frac{1000 \cdot W}{(d_2 - d_0)}$$

де W - кількість випареної вологи в сушильній камері;

d_2, d_1 - вологість повітря, що виходить з сушильної камери і що входить в неї, 1г вологи на 1кг сухого повітря.

Для знаходження ентальпії і вологовмісту повітря необхідно побудувати процес сушки в $I - d$ діаграмі (рис.5.2), для цього спочатку знаходимо два основних параметра повітря, яке забирається для сушки.

По температурі та відносній вологості повітря знаходимо точку, що характеризує основні параметри повітря перед забором його в калорифер сушильної установки. При температурі повітря 20°С і відносній вологості $\varphi=70\%$, на перетині цих двох ліній отримуємо точку А, по якій знаходимо

вологовміст $d_o=10$ г/кг сухого повітря і ентальпію $I_o=45$ кДж/кг. Далі повітря поступає в калорифер, де нагрівається при постійному вологовмісті до 190°C . В результаті перетину лінії $d_o=10$ г/кг сухого повітря з ізотермою $t=190^\circ\text{C}$ отримуємо точку В, що характеризує параметри повітря на виході з калорифера і вході в сушильну камеру ($d_1=10$ г/кг сухого повітря, $I_1=220$ кДж/кг сухого повітря).

При теоретичному процесі сушки повітря, що поступає в сушильну камеру, віддає тепло на випаровування вологи з матеріалу і сприймає його назад разом з випареною вологою, тому в процесі сушки ентальпія повітря залишається незмінною. Знаючи кінцеву температуру повітря, що виходить з сушильної камери, можна отримати на перетині лінії $I=220$ кДж/кг сухого повітря і лінії $t_2=90^\circ\text{C}$ точку С, що характеризує параметри повітря на виході з сушки ($d_2=49$ г/кг сухого повітря, $I_2=220$ кДж/кг).

Таким чином, отримані основні дані для знаходження теоретичної витрати повітря і теплоти на нагрівання повітря. Але процес сушки супроводжується втратами теплоти, з урахуванням яких визначають дійсне положення точки С на І – діаграмі (рис.5.2). Цю точку можна знайти, відкладаючи на діаграмі втрати теплоти, розраховані аналітично. Розрахунок втрат показує, що дійсні витрати тепла на 15 – 20% більші від теоретичного.

Кількість повітря для сушіння:

$$G_{\text{п}} = \frac{1000 \cdot 1100}{(49 - 10)} = 28200 \text{ кг}$$

Кількість теплоти, затраченої на сушіння:

$$Q = 28200 \cdot (220 - 45) = 4,9 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$

Витрати пари D на нагрівання повітря розраховуємо за формулою:

$$D = \frac{Q}{[(i_n - i_k) \cdot \eta]}$$

де i_n, i_k - ентальпія грючої пари і конденсата, кДж/кг;

$\eta = 0,95$ - ККД калорифера;

За температурою конденсату $t_k=146\text{ }^\circ\text{C}$ і його теплоємністю $c=4,2\text{кДж/кг}$ знаходимо ентальпію конденсату:

$$i_{\text{кон}} = 146 \cdot 4,2 = 613,2\text{кДж / кг};$$

За температурою гріючої пари $t_{г.п.} = 247^\circ\text{C}$ і її теплоємністю $c=5,5\text{кДж/кг}$ знаходимо ентальпію гріючої пари:

$$i_{г.п.} = 247 \cdot 5,5 = 1358,5\text{кДж / кг};$$

тоді витрати пари:

$$D = \frac{4,9 \cdot 10^6}{[(1358,5 - 613,2) \cdot 0,95]} = 1920,5\text{кг / год};$$

Термічний коефіцієнт розпилювальної сушильної установки знаходимо за формулою:

$$\tau = \frac{(t_{\text{вих.к.}} - t_{\text{вих.с.б.}})}{(t_{\text{вих.к.}} - t_{\text{вх.к.}})}$$

де $t_{\text{вих.к.}}, t_{\text{вх.к.}}, t_{\text{вих.с.б.}}$ - відповідно температура повітря, що виходить з калорифера; що входить у калорифер, а також температура повітря, яка виходить з сушильної башти, $^\circ\text{C}$

$$\tau = \frac{(190 - 90)}{(190 - 20)} = 0,588$$

Важливими показниками процесу сушіння є кількість вологи, що видаляється з продукту $B_{\text{вид.}}$ і розраховується за формулою:

$$B_{\text{вид.}} = B_1 - B_p$$

де B_1 – початкова вологість згущеного молока %, $B_1=55\%$,

B_p - рівноважна вологість сухого молока

$$\lg B_p = 0,01445 \cdot \varphi_n + \lg(1,423 + 0,00543 \cdot t)$$

де φ_n - відносна вологість повітря, %;

t- температура повітря, $^\circ\text{C}$;

$$\lg B_p = 0,01445 \cdot 70 + \lg(1,423 + 0,00543 \cdot 20) = 1,2$$

Тоді:

$$B_{\text{внд}} = 55 - 1,2 = 53,8\%$$

5.8.Перевірочний розрахунок нагнітаючого вентилятора

Вихідні дані для розрахунку:

витрата повітря $G_{\text{п}}=28200/1,27=22200\text{м}^3/\text{год}$; тиск – $2,5\text{кПа}=230\text{кг}/\text{м}^2$; встановлено вентилятори відцентрового типу Ц 7-40 №6.

Знаючи повний тиск, що розвивається вентилятором, знайдемо динамічний та статистичний тиск.

Величина динамічного тиску – приймаємо 15-40% від повного:

$$P_{\text{дин}} = \frac{250 \cdot 15}{100} = 37,5\text{кг}/\text{м}^2;$$

Величина статистичного тиску буде дорівнювати:

$$P_{\text{ст}} = 250 - 37,5 = 212,5\text{кг}/\text{м}^2;$$

Знаходимо швидкість повітря в нагнітаючому вентиляторі:

$$C = \sqrt{\frac{2g \cdot P_{\text{дин}}}{\gamma}};$$

де $\gamma = 1,27\text{ кг}/\text{м}^3$ – питома вага 1 м^3 повітря при температурі 20°C .

Тоді:

$$C = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 37,5}{1,27}} = 24\text{ м}/\text{с};$$

Знайдемо переріз вихідного штуцера:

$$F = \frac{G_n}{C} = \frac{22200}{3600 \cdot 24} = 0,25\text{ м}^2;$$

Колова швидкість ротора, необхідна для створення тиску $250\text{кг}/\text{м}^2$, знаходиться за формулою:

$$P = \varphi \frac{g_p^2}{g} \gamma$$

де φ – коефіцієнт, що залежить від форми лопастей; у вентиляторів Ц 7-40

лопасті радіальні, тому $\varphi=0,7-0,9$, тоді швидкість буде дорівнювати:

$$g_2 = \sqrt{\frac{gP}{\varphi\gamma}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 250}{0,7 \cdot 1,27}} = 52,5 \text{ м/с};$$

Знаходимо частоту обертання ротора і його діаметр, використовуючи співвідношення, так як:

$$g_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60} = 52,5 \text{ м/с}, \text{ то}$$

$$D_2 n = 60 \cdot 52,5 / 3,14 = 1003,2; D_2 = D_1 / m;$$

де D_2 - зовнішній діаметр ротора, м;

D_1 - діаметр внутрішнього кола ротора, м;

m - коефіцієнт, що залежить від величини тиску. Для вентиляторів середнього тиску $m=0,5-0,85$.

Тоді:

$$D_2 n = \frac{D_1 n}{m}, \text{ звідки}$$

$$D_1 = A \sqrt[3]{\frac{G}{n}}, \text{ де } A=3,24 - 4$$

Вирішуємо систему рівнянь:

$$D_1 n = D_2 n \cdot m = 1003,2 \cdot 0,85 = 853$$

$$D_1 = 3,24 \cdot \sqrt[3]{\frac{22200}{3600 \cdot n}}; n = \frac{853}{D_1}; \Rightarrow n = 853 / m = 853 / 0,85 = 1003,5;$$

звідси маємо $D_1 = 3,24 \cdot \sqrt[3]{\frac{22200}{3600 \cdot 1003,5}} = 0,59 \text{ м}$

$$D_2 = \frac{D_1}{m} = \frac{0,59}{0,85} = 0,69 \text{ м};$$

Приймаємо $D_2=600$ мм, що відповідає діаметру колеса вентилятора Ц 7-40.

Перерахуємо частоту n і діаметр D_1 :

$$n = \frac{D_1 n}{D_1} = \frac{853}{0,51} = 1672,5 \text{ хв}^{-1}, \text{ де } D_1 = D_2 \cdot m = 0,6 \cdot 0,85 = 0,51 \text{ м};$$

Висота лопаті в зігнутому вигляді:

$$Z = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{0,6 - 0,51}{2} = 0,045 \text{ м.}$$

Число лопастей:

$$n_1 = \frac{\pi \cdot D_2}{k} = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{0,15} = 7,5$$

Приймаємо 8 лопастей.

Характеристика відцентрового вентилятора Ц 7-40 №6:

$$G = 22200 \text{ м}^3 / \text{год} \quad \eta = 0,55$$

$$H = 250 \text{ кг} / \text{м}^2 \quad N = 14 \text{ кВт}$$

$$n = 1860 \text{ хв}^{-1} \quad D_2 = 600 \text{ мм}$$

Для приводу даного вентилятора підходить двигун 4А160S4У3 потужністю $N = 15 \text{ кВт}$, $n = 1465 \text{ хв}^{-1}$.

5.9.Перевірочний розрахунок циклонів

Вихідні дані для розрахунку:

кількість повітря, що очищується – $22200 \text{ м}^3 / \text{год}$; встановлено два циклона.

Оскільки циклонів встановлено два, то кількість очищувального повітря одним циклоном за одну годину роботи дорівнює $22200 / 2 = 11100 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Необхідна площа перерізу циліндричної частини циклона:

$$F = \frac{G_n}{3600 \cdot \varpi_{opt}}$$

де ϖ_{opt} - оптимальна швидкість повітря в циклоні, $\varpi_{opt} = 1,68 \text{ м} / \text{с}$;

Тоді:

$$F = \frac{11100}{3600 \cdot 1,68} = 1,8 \text{ м}^2;$$

Діаметр циклона знаходимо з формули:

$$F = \frac{\pi D^2}{4}; \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,8}{3,14}} = 1,52 \text{ м}$$

Найближчий стандартний діаметр циклона $D=1,8\text{м}$, тому ставимо два циклона $d=1800\text{мм}$ по ГОСТ 2602-795-80.

5.10.Перевірочний розрахунок калорифера для підігрівання повітря, яке подається в сушильну камеру

Вихідні дані для розрахунку:

кількість повітря, що подається в сушильну камеру, $G_{\text{п}}=22200\text{м}^3/\text{год}$; початкова температура повітря $t_n = 20^\circ\text{C}$; кінцева температура повітря $t_k=190^\circ\text{C}$; теплоносій – пар з температурою $t=247^\circ\text{C}$ і тиском $P=1,1\text{МПа}$; витрата тепла на нагрівання повітря $Q=4,9 \cdot 10^6\text{кДж}/\text{год}$.

Знаходимо секундну витрату тепла на нагрівання повітря:

$$Q' = \frac{Q}{3600} = \frac{4,9 \cdot 10^6}{3600} = 1360 \text{кДж} / \text{с}$$

Необхідний переріз в калорифері для проходження повітря:

$$f = \frac{G \cdot \rho_n}{V}$$

де V - вагова швидкість повітря $\text{кг} / \text{м}^2\text{с}$. Приймаємо за економічними міркуваннями в границях $7-12 \text{кг} / \text{м}^2\text{с}$, тоді:

$$f = \frac{22200 \cdot 1,27}{3600 \cdot 12} = 0,65 \text{м}^2;$$

По отриманому живому перерізу вибираємо калорифер КФБ №11:

поверхня нагріву - $69,6\text{м}^2$;

живий переріз повітря - $0,7\text{м}^2$;

живий переріз по теплоносію - $0,185\text{м}^2$;

кількість пластин - 2052;

кількість трубок - 72.

Знаючи дійсний живий переріз f_o калорифера, уточнюємо вагову швидкість повітря:

$$V = \frac{22200 \cdot 1,27}{3600 \cdot 0,7} = 11,18 \text{ кг} / \text{м}^2 \text{ с}$$

Знаходимо площу гріючої поверхні необхідну для нагрівання повітря від 20 до 190°C:

$$F' = \frac{Q'}{K(t_{cp.m} - t_{cp.n})},$$

де $t_{cp.n}$ - середня температура повітря, °C

$$t_{cp.n} = \frac{t_n + t_k}{2} = \frac{20 + 190}{2} = 105^\circ \text{C},$$

$t_{cp.m} = 247^\circ \text{C}$ - середня температура теплоносія;

K - коефіцієнт теплопередачі, для калорифера з теплоносієм - пар знаходимо за формулою:

$$K = 14,1(V)^{0,366} = 14,1 \cdot 11,18^{0,366} = 34,1 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ К} = 0,0341 \text{ кВт} / \text{м}^2 \text{ К};$$

Тоді:

$$F' = \frac{1360}{0,0341 \cdot (247 - 105)} = 280,86 \text{ м}^2;$$

Так як

необхідна гріюча поверхня більша гріючої поверхні калорифера КФБ №11, то необхідно встановити декілька таких калориферів послідовно.

Визначимо число калориферів, встановлених послідовно:

$$n = \frac{F'}{F} = \frac{280,86}{69,6} = 4,03$$

Приймаємо 5 калориферів.

Визначимо установчу поверхню:

$$F' = 5 \cdot 69,6 = 348 \text{ м}^2; \text{ запас } 24\%.$$

5.11. Розрахунок теплової ізоляції

Теплова ізоляція – один із основних факторів зменшення втрат теплоти та економії палива. З точки зору охорони праці і ТБ термоізоляція слугує ефективним засобом для зниження температури в приміщеннях і застереження обслуговуючого персоналу від опіків.

Теплоізоляція – її товщина повинна бути такою, щоб температура на її поверхні була не більше 50°C.

Визначення товщини ізоляційного шару по гранично допустимих або по заданих теплових витратах для апаратів з діаметром більше 3м здійснюють за формулою:

$$\delta = \frac{\lambda \cdot (t_1 - t)}{q_n},$$

де t_1 – температура під ізоляцією, переважно приймається рівною температурі теплоносія, $t_1=190^\circ\text{C}$;

t – температура на поверхні ізоляції, $t=20^\circ\text{C}$;

q_n – задані або гранично допустимі втрати з 1м^2 поверхні ізоляції, $q_n = 162\text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$, при $t_1=190^\circ\text{C}$;

λ – коефіцієнт теплопровідності мінеральної вати, $\lambda = 0,095\text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

Тоді:

$$\delta = \frac{0,095 \cdot (190 - 20)}{162} = 0,0996\text{м} = 99,6\text{мм}.$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 100мм.

5.12.Розрахунок скрубера Вентурі

5.12.1. Розрахунок параметрів нормалізованої труби

У нормалізованої труби Вентурі підібрані геометричні співвідношення, що забезпечують мінімальні „шкідливі” гідравлічні втрати при русі по ній газового потоку. Довжину конфузора l_1 знаходимо за формулою:

$$l_1 = \frac{D_1 - D_2}{2\text{tg} \cdot \left[\frac{a}{2} - 1 \right]}$$

де D_1 - вхідний діаметр конфузора, м; $D_г$ - діаметр горловини труби Вентурі, м;
 α_1 - кут звуження конфузора, $\alpha_1=28^\circ$.

Вхідний діаметр конфузора D_1 , приймаємо рівним діаметру газоходу
 $D_1=300$ мм.

Діаметр горловини знаходимо за формулою:

$$D_г = \sqrt{\frac{V_г}{0.758 \cdot v_г}}$$

$V_г$ – об'ємна витрата повітря при робочих параметрах горловини $м^3/сек.$; $v_г$ - швидкість повітря в горловині $м/сек.$

Так як ми встановлюємо два скрубери Вентурі, та об'ємна витрата повітря для одного скрубера:

$$V_г = \frac{21680}{2} = 10840 \frac{м^3}{год} = 3 \left(\frac{м^3}{с} \right)$$

Швидкість повітря в горловині приймаємо $90,0$ м/с. Тоді діаметр горловини буде дорівнювати:

$$D_г = \sqrt{\frac{V_г}{0.758 \cdot 90}} = 0,198 м$$

Приймаємо $D_г=200$ мм.

Довжина конфузора:

$$l_1 = \frac{0.9 - 0.2}{2 \operatorname{tg} \left(\frac{28}{2} \right)} = 0.2 м$$

Так як зрощення труби Вентурі периферійне, то довжину горловини l_2 конструктивно приймаємо 100 мм.

Довжину дифузора l_3 знаходимо за формулою:

$$l_3 = \frac{D_2 - D_г}{\operatorname{lg} \frac{\alpha_2}{2}}$$

де D_2 - діаметр вихідного перерізу дифузора. Приймаємо $D_2=D_1=300$ мм.

α_2 - кутрозкриття дифузора $\alpha_2=7^\circ$.

Тоді

$$l_3 = \frac{0,3 - 0,2}{\lg \frac{7}{2}} = 0,817 \text{ м}$$

Приймаємо $l_3 = 0,82 \text{ м}$.

Такі геометричні параметри забезпечують мінімальні гідравлічні втрати при русі повітряного потоку, так як виключають відрив потоку від стін горловини та дифузора.

5.12.2. Розрахунок швидкостей руху повітряного потоку в трубі Вентурі

Швидкість повітряного потоку на вході в конфузор дорівнює:

$$v_1 = \frac{V_r}{F_1},$$

де F_1 - площа перерізу вхідного патрубку в конфузор, м^2 .

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,07 \text{ м}^2,$$

Тоді

$$v_1 = \frac{3,0}{0,07} = 43 \text{ м/с}.$$

Швидкість повітряного потоку в горловині:

$$v_r = \frac{3,0}{0,025} = 90 \text{ м/с}.$$

Швидкість повітряного потоку дорівнює швидкості повітря в конфузіві $v_1 = v_2 = 43 \text{ м/с}$, так як площа перерізу конфузора F_1 дорівнює площі перерізу дифузора $F_2 = F_1$.

5.12.3. Гідравлічний опір скрубера Вентурі

Гідравлічний опір скрубера Вентурі складається з гідравлічного опору труби Вентурі і гідравлічного опору краплевловлювача. Основна частина

втрати енергії приводиться на трубу Вентурі. Гідравлічний опір труби Вентурі Δp при подачі в неї зрошувальної рідини описується рівнянням:

$$\Delta p_{TB} = \Delta p_{\Gamma} + \Delta p_p,$$

де Δp_{Γ} - гідравлічний опір труби Вентурі, обумовлений рухом повітря (без подачі зрошення), H/m^2 ; Δp_p - гідравлічний опір труби Вентурі, обумовлений введенням зрошувальної рідини. H/m^2 .

Гідравлічний опір „сухої” труби Вентурі Δp_{Γ} знаходимо за формулою:

$$\Delta p_{\Gamma} = \xi_{\text{сух}} \frac{v_{\Gamma}^2 \cdot \rho_{\Gamma}}{2}$$

де $\xi_{\text{сух}}$ - коефіцієнт гідравлічного опору „сухої” труби Вентурі; v_{Γ} - швидкість газів в горловині труби Вентурі, m/s .

Коефіцієнт гідравлічного опору „сухої” труби Вентурі знаходимо за формулою:

$$\xi_{\text{сух}} = 0,165 + 0,034 \left(\frac{\ell_2}{D_{\Gamma}} \right) - \left(0,06 + 0,028 \left(\frac{\ell_2}{D_{\Gamma}} \right) \right) M,$$

де $M = \frac{v_{\Gamma}}{v_{\text{зв}}}$ - число Маха ($v_{\text{зв}}$ - швидкість звука, m/s); $v_{\text{зв}} = 340 \text{ m}/\text{s}$.

Тоді:

$$\xi_{\text{сух}} = 0,165 + 0,034 \left(\frac{0,1}{0,2} \right) - \left(0,06 + 0,028 \left(\frac{0,1}{0,2} \right) \right) \frac{90,0}{340},$$

Гідравлічний опір Δp_{Γ} дорівнює:

$$\Delta p_{\Gamma} = 0,169 \frac{90^2 \cdot 1,2}{2} = 365 \text{ H} / \text{m}^2$$

Гідравлічний опір труби Вентурі, обумовлений введенням зрошувальної рідини Δp_p , знаходиться за формулою:

$$\Delta p_p = \xi_p \frac{v_{\Gamma}^2 \cdot \rho_p}{2} m,$$

де $\rho_p = 1036 \text{ кг/м}^3$ - густина знежиреного молока; ξ_p - коефіцієнт гідравлічного опору, який враховує введення в трубу Вентурі зрошувальної рідини; m - питоме зрошення труби Вентурі, $m = (0,4 \dots 1,7) \text{ л/м}^3$.

Так як у нас периферійна подача зрошення безпосередньо в горловину труби Вентурі, то коефіцієнт ξ_p приблизно знаходимо по графіку при $m=1 \text{ л/м}^3$, тоді:

$$\Delta p_p = 1,5 \frac{90^2 \cdot 1036}{2} 0,001 = 1243 \text{ Н/м}^2,$$

Гідравлічний опір труби Вентурі:

$$\Delta p_{TB} = \Delta p_r + \Delta p_p = 365 + 1243 = 1608 \text{ Н/м}^2.$$

Гідравлічний опір краплєвловлювача:

$$\Delta p_{к.в} = \xi_y \frac{v_y^2 \cdot \rho_z}{2},$$

де ξ_y - коефіцієнт гідравлічного опору для приточного циклона, $\xi_y = 33$; v_y - швидкість газів в перерізі, рекомендується приймати (2,5 - 5 м/с); ρ_z - густина рідинно-газової суміші;

$$\rho_z = \rho_z \cdot \rho_p \cdot m = 1,2 \cdot 1036 \cdot 0,001 = 2,24 \text{ кг/м}^3,$$

Тоді:

$$\Delta p_{к.в} = 33 \frac{2,5^2 \cdot 2,24}{2} = 230 \text{ Н/м}^2,$$

Загальний гідравлічний опір скрубера Вентурі буде дорівнювати сумі опорів труби Вентурі та краплєвловлювача:

$$\Delta p_{с.в} = \Delta p_{TB} + \Delta p_{к.в} = 1608 + 230 = 1838 \text{ Н/м}^2.$$

5.12.4. Розрахунок геометричних розмірів краплєвловлювача

Діаметр краплєвловлювача знаходимо з залежності:

$$Q = v_y \cdot \frac{\pi \cdot d_{к.з}^3}{4} \Rightarrow \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v_y \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,0}{2,5 \cdot 3,14}} = 0,88 \text{ м.}$$

Висота краплєвловлювача:

$$H_{к.з} = 2,5 \cdot d_{к.з} = 2,5 \cdot 0,88 = 2,2 \text{ м.}$$

Визначимо товщину стінки циліндричної оболонки краплевловлювача.

Вихідні дані:

- довжина оболонки $l=2,2$ мм;
- внутрішній діаметр краплевловлювача $B=880$ мм;
- робочий тиск краплевловлювача $P=0,25$ МПа;
- температура в середині $t_c=70^0$;
- матеріал краплевловлювача - листовий прокат зі сталі ВСТ ЗПС (ГОСТ 380-71);
- швидкість корозії $\Pi=0,1$ мм/год;
- термін експлуатації $\tau_g=15$ років.

Масу молока вкраплевловлювачі не враховуємо.

Розрахункова температура стінки котла $t = t_c = 70^{\circ}\text{C}$ так як температурасередовища позитивна. Допустиме напруження в робочому стані 210 МПа - для сталі ВСТЗПС при температурі $t = 70^{\circ}\text{C}$ і $\eta = 1$, так як апарат виготовлений з листового прокату, то при гідравлічних випробуваннях:

$$[\sigma]_n = \frac{\sigma_{T_20}}{1,1} = \frac{210}{1,1} = 190,9 \text{ МПа},$$

де $\sigma_{T_20} = 210$ МПа – для сталі ВСтЗпс при температурі 20°C.

Розрахункове значення внутрішнього надлишкового тиску $P_p = p = 0,25$ МПа, так як у котлі робоче середовище – газове.

Пробний тиск при гідравлічному випробуванні

$$P_{II} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1,25 p [\sigma]_{20}}{[\sigma]} = \frac{0,25 \cdot 0,25 \cdot 140}{120} = 0,0729 \text{ МПа} \\ p + 0,3 = 0,25 + 0,3 = 0,55 \text{ МПа} \end{array} \right\} = 0,73 \text{ МПа},$$

де $[\sigma]_{20} = \eta \cdot \sigma_{20} = 140$ МПа при температурі 20 С.

Коефіцієнт міцності повздовжніх зварювальних швів оболонок $\varphi = 0.8$, так як прийнято, що шви з двостороннім суцільним проваром виконуються автоматичною зваркою.

Додатки до розрахункової товщини стінки: для компенсації корозії

$C_k = \Pi_{TB} = 0,1 \cdot 15 = 1,5$ мм, ерозії $c_e = 0$. Приймаючи $c_2 = 0$ і $c_3 = 0$, отримаємо $c = c_1 = c_k = 1$ мм.

Розрахункова і виконуюча товщина стінки циліндричної обичайки:

$$S_p = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_p c}{2\varphi[\sigma] - P_p} = \frac{0,25 \cdot 1,0}{2 \cdot 0,8 \cdot 120 - 0,25} = 1,01 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ \frac{P_u c}{2\varphi[\sigma] - P_u} = \frac{0,073 \cdot 1,0}{2 \cdot 0,8 \cdot 190,9 - 0,073} = 0,29 \cdot 10^{-3} \text{ м} \end{array} \right\} = 1,01 \text{ мм}$$

$$S = S_p + C + C_0 = 1,01 + 1,0 + 0,2 = 3,21 \text{ мм}$$

де $C_0 = 0,2$ мм із умови округлення товщини стінки до найближчої більшої стандартної товщини (ГОСТ 19903-74*).

Так як

$$\frac{S - C}{D} = \frac{(3,2 - 1,0) \cdot 10^{-3}}{0,88} = 0,002 < 0,1$$

умова застосування формул виконується. Таким чином при товщині стінки $S = 3,2$ мм забезпечується міцність циліндричної обичайки краплевловлювача у робочому стані, так і при гідравлічних випробуваннях. Можна прийняти $S = 4$ мм.

5.12.5. Розрахунок насоса подачі знежиреного молока в трубу

Вентурі

Вихідні дані:

Q - годинна витрата знежиреного молока для двох працюючих скрубєрів

$$Q = 21,68 \text{ м}^3 / \text{год};$$

P_n - надлишковий тиск в горловині, утворений насосом:

$$P_n = H_n = 0,03 - 0,1 \text{ МПа} = 3 - 10 \text{ мм.вод.ст.};$$

$P_{аб}$ - абсолютний тиск знежиреного молока в горловині, утворений насосом:

$$P_{аб} = P_{ам} + P = 0,13 - 0,2 \text{ МПа}$$

d - діаметр трубопроводу $d = 25$ мм;

H - подача рідини на рівень 5 м від рівня встановлення насоса.

Знаходимо повний напір насоса :

$$H = H_{ур} + H_{надливи} + H_{втрата}$$

Витрати напору H_n знаходимо за формулою:

$$H_n = \frac{v_p^2}{2g} \left(\lambda \frac{\ell}{d} + \sum \xi_i \right),$$

де v_p - швидкість руху рідини в трубопроводі, м/с; λ - коефіцієнт опору тертя по довжині трубопроводу; ξ_i - коефіцієнт місцевих опорів; ℓ - довжина трубопроводу $\ell = 20$ м.

Швидкість руху рідини знаходимо за формулою:

$$v_p = \frac{Q}{F_{mp}} = \frac{Q \cdot 4}{\pi d^2} = \frac{0,003 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,025^2} = 6,13 \text{ м/с.}$$

Знаходимо коефіцієнт:

для ламінарного руху: $\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$.

для турбулентного руху: $\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$

Для знаходження режиму руху рідини знаходимо критерій Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{v_p \cdot d}{\delta},$$

де δ - кінематична в'язкість рідини, м/с. Для знежиреного молока $\delta = 26 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$

$$\text{Re} = \frac{6,13 \cdot 0,025}{26 \cdot 10^{-6}} = 5894.$$

При $\text{Re}=5894$ режим руху рідини ламінарний, тому:

$$\lambda = \frac{64}{5894} = 0,0108.$$

Знаходимо коефіцієнт місцевих опорів:

коліно 90° $\xi_1 = \frac{A}{\text{Re}} + \xi_{кг}$,

де $A = 130$, $\xi_{кг} = 0,2$, тоді $\xi_1 = \xi_2 = \frac{130}{5894} + 0,2 = 0,22$,

трійник А-150, $\xi_{ек} = 0,3$,

$$\xi_3 = \frac{150}{5894} + 0,3 = 0,324;$$

різкі звуження потоку:

$$\xi_{р.звуж} = \xi_4 = 0,5 \left(1 - \frac{F_2}{F_1} \right),$$

де F_1 - площа поперечного перерізу трубопроводу; F_2 - сумарна площа перерізу всіх сопел;

$$F_1 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 0,00049 \text{ м}^2,$$

де $n=16$ число сопел одного скрубера, $d_c=3$ мм - діаметр сопла.

Тоді

$$F_2 = 2 \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 0,003}{4} = 0,00023 \text{ м}^2,$$

Коефіцієнт ξ_5 :

$$\xi_5 = 0,5 \left(1 - \frac{0,00023}{0,00049} \right) = 0,26.$$

Знаходимо втрати напору H_n :

$$H_n = \frac{6,13^2}{2 \cdot 9,81} \left(0,0108 \frac{20}{0,025} + 0,22 + 0,22 + 0,324 + 0,26 \right) = 18,5 \text{ м}.$$

Тоді повний напір насоса дорівнює:

$$H = 5 + 18,5 + 10 = 33,5 \text{ м}.$$

По продуктивності $Q=11 \text{ м}^3/\text{год}$ і повному напору $A=33,5$ м вибираємо насос 2К-6 з електродвигуном А-51-2М301.

Характеристика насоса 2К-6 електродвигуном А-51-2М301

Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$ - (10...30).

Напір, м- 24,0...34,5.

Потужність електродвигуна, кВт - 4,5.

Число обертів валу, с^{-1} - 2900.

6. Вибірконструкційних матеріалів

У харчовій промисловості необхідним є ретельний підбір матеріалів для виготовлення деталей та апаратів. Вимогою є допуск матеріалу до харчових продуктів. В тих вузлах, де не відбувається контакту обладнання з продуктом можна користуватись загальними правилами підбору конструкційних матеріалів.

При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з харчовим середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я на його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при довгій дії на матеріал реальних харчових середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини; технологічні властивості пересування, лиття, зварювання та ін.; економічну доцільність.

Розвиток харчової промисловості, направлений на скорочення річної праці, збільшення виробництва якісно нового асортименту харчових продуктів, пред'являються підвищені вимоги до матеріалів, що використовуються у конструкціях сучасних машин і апаратів підприємств харчової промисловості. Специфіка різноманітних галузей харчової промисловості вимагає застосування міцних та надійних металів та інших матеріалів, що працюють в умовах високих тисків, температур, глибокого вакууму, агресивних середовищ.

Специфічні умови харчових виробництв: підвищена вологість, висока чи низька температура, безпосередній контакт з харчовими

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів	160177.ДП.23.006. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

продуктами та агресивними середовищами, абразивна дія деяких продуктів, пред'являють особливі вимоги до вибору матеріалів для харчового обладнання.

Матеріали, що застосовуються в харчовому машинобудуванні, повинні відповідати загальним вимогам, які пред'являються до матеріалів, що знаходяться в контакті з харчовими продуктами. Матеріали не повинні містити шкідливих для здоров'я людини елементів чи вступати в реакцію хімічної взаємодії з продуктами, руйнуватися під дією харчових середовищ, миючих та дезінфікуючих засобів і мастильних матеріалів.

Однією з основних вимог до матеріалів, що застосовуються у харчовому машинобудуванні являється їх висока корозійна стійкість.

Галузевими стандартами встановлені обмеження на марки та асортимент матеріалів, які застосовуються у харчовому машинобудуванні, що сприяє підвищенню рівня уніфікації та технологічності харчових машин та апаратів.

Після розрахунку приводу розпилувача встановлюємо відповідно конструкційні матеріали.

Вал приводу виготовлений із матеріалу Сталь 12ХНЗА (ГОСТ 1050-74) - допустимі напруження: розтягу [σ_p] = 530 (МПа); Межа текучості [σ_T] = 430 (кгс/см²);

Шпонку підбираємо призматичну 10×8×100 із сталі 45х ГОСТ 23360 – 78. Допустимим напруженням на зминання $\sigma_{зм}$ =80(МПа), та на зріз $\tau_{зр}$ =80(МПа).

Для пасової передачі беремо плоский гумотканинний пас із бельтінга 820 за ГОСТ 23831-79 з числом прокладок i_p =5, завтовшки δ =7,5мм.

Сталь марки Ст3 використовується для розрахункових металевих конструкцій, що підлягають зварюванню у вигляді сортового, фасадного та листового прокату: балки, форми, обичайки, днища, корпуса судів та апаратів, що працюють під тиском; не відповідальні осі, шестерні, втулки, вкладиші, важелі, гайки, шайби та інші мало відповідні деталі, що не підлягають терміновій обробці, а також цементуємі та ціануємі деталі, від

яких вимагається висока твердість поверхні та невисока міцність серцевини; валики, поршневі палиці, штовхачі, шестерні.

При необхідності застосування матеріалів, не передбачених ГОСТ 27-00-223-75, для виготовлення деталей харчового обладнання вимагається узгодження та дозвіл відповідних підрозділів Міністерства легкої та харчової промисловості України.

У виробництві апаратів широке застосування знайшли сталі різних марок, що регламентуються ГОСТ 5632-72. У ряді випадків доцільно використовувати труби з дешевшої високоякісної жаростійкої низко вуглецевої сталі (за стандартом ГОСТ 5632-72 $<0,07$, а реально $<0,03$) без нікелевої хромистої ферритної сталі 08X17T, що відповідно до ГОСТ 5632-72, у тому числі і для зварних конструкцій. Сталь 45 забезпечує високі міцнісні і пластичні властивості, порівняні з чавунами, а також зумовлює вищу стабільність структури (у тому числі і зварних з'єднань) при їх нагріві. Труби з цієї сталі можна використовувати для транспортування води, повітря і газів, хімічно активних і харчових рідин, зрозуміло з певним обмеженням. Труби і апарати із сталі 45 стійкі до ударних механічних дій, витримують високі пікові температурні навантаження (до $650\text{ }^{\circ}\text{C}$) і можуть безперервно експлуатуватися при температурах як мінімум до $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ без інтенсивного утворення окалини.

Сталь 45 добре зварюється всіма способами. Висока теплопровідність і низький коефіцієнт термічного розширення у порівнянні з нікеле-вмісними сталями визначають переваги використання сталі 45

Сталь 45 володіє набагато вищою теплопровідністю у порівнянні з аустенітною нікеле-вмісною сталлю (приблизно у 1,6 рази), завдяки чому трубопроводи з даних сталей можна з успіхом використовувати у теплообмінних контурах

В умовах високих перепадів температур використання сталі 45 забезпечує надійніше фітінгове кріплення і забезпечує прискорений теплообмін.

Сталь 45 відповідає державним санітарно-епідеміологічним правилам і нормативам і є однією з найперспективніших у виробництві устаткування для різних галузей харчової і переробної промисловості. Виходячи з усього, для виготовлення нових деталей використовуємо саме листову та прокатну Сталь 45 за ГОСТ 5632-72.

7. Розрахунок технології виготовлення окремої деталі

Виготовлення деталі диск розпилювальний

7.1 Розрахунок припусків

При діаметрі деталі 135 мм і довжині 37 мм береться заготовка штампування.

Припуск на підрізання торців становить $1 \cdot 2 = 2$ мм.

Отже, заготовка виготовлення шляхом штампування $\varnothing 140$ мм і довжиною 42 мм.

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується

$$\text{двосторонній} - 2Z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + D_{i-1} + \sqrt{Tnp_{i-1}^2 + E_{yi}^2})$$

Rz_{i-1}, D_{i-1}, Tnp - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення;

E_{yi} - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T_{i-1} - T_i$$

T_{i-1} - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення

T_i - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення

Номінальний припуск на оброблення поверхонь

$$2Z_{i\text{ном}} = \frac{2Z_{i\max} + 2Z_{i\min}}{2}$$

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблення, номінальні – для визначення сумарного припуску на оброблення поверхні.

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Погорілий Т.М.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>	Статус документа			
Власник документа <i>НУХТ</i> <i>ТОКТП</i>	Розробник документа <i>Шевчук В.О.</i>	Назва, додаткова назва <i>Розрахунок технології виготовлення окремої деталі</i>	<i>160177.ДП.23.007. ПЗ</i>			
	Док. затверджено <i>Мирончук В.Г.</i>	Інд. змін	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш <i>1/17</i>	

Розрахунок загального припуску заготовки ведемо за найточнішим розміром $\varnothing 12h8$.

Припуск на чистове точіння

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{Tnp_2^2 + E_{y3}})$$

Rz_2, D_2, Tnp_2 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому точінні

E_{y3} - похибка установки деталі під час чистового точіння. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм .

Під час оброблення деталі в центрах $Tnp_2 = 0$, $E_{y3} = 0$.

Тоді $2Z_{3\min} = 2(50 + 50) = 200$ мкм, $2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3$

T_2 - допуск при чорновому точінні, $T_2 = IT8 = 19$ мкм,

T_3 - допуск при чистовому точінні, $T_3 = IT7 = 74$ мкм.

$2Z_{3\max} = 200 + 19 - 74 = 145$ мкм

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{145 + 200}{2} = 172.5 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}})$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка при чистовому точінні.

E_{y2} - похибка установлення при чорновому точінні, $Rz_1 = 70$ мкм, $D_1 = 50$ мкм.

При обробленні в центрах $Tnp_1 = 0$, $E_{y2} = 0$.

Тоді $2Z_{2\min} = 2(70 + 50) = 260$ мкм, $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск при чистовому точінні, $T_1 = IT10 = 84$ мкм

$2Z_{2\max} = 260 + 84 - 74 = 270$ мкм

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{260 + 270}{2} = 265 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2})$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

Для заготовки масою від 4 до 25 кг $Rz_0=240$ мкм; $D_0=250$ мкм; $Tnp_0=1.7$ мм;

E_{y1} - похибка устанавлення при чорновому точінні.

Під час устанавлення деталі в патрон з центром $E_{y1}=100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(240 + 250 + \sqrt{1700^2 + 100^2}) = 4380 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 172.5 + 265 + 4380 = 4817,5 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}}=5$ мм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{V_{\text{дет}}}{V_{\text{заг}}} = \frac{1110 \cdot 10^6 (\text{мм}^3)}{1983 \cdot 10^6 (\text{мм}^3)} = 0.56$$

7.2 Технологічний маршрут виготовлення деталі

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна УЗЗ	Виливок
10.1	Штампувати заготовку	Штамп прес
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20; 3-х кулачковий патрон.
20.1	Торцювати пов. (1) $z = 5$ мм	Різець прохідний відігнутий правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
20.2	Торцювати пов. (2) $z = 5$ мм	Різець прохідний відігнутий правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
20.3	Свердлити отвір $\varnothing 10$ мм. на прохід (3)	Свердло $\varnothing 10$; Р6М5; ШЦ1
20.4	Розточити отвір пов. (4) на $L = 4$ мм; $\varnothing 21$	Різець розточний для наскрізних отворів правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20; 3-х кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов. (1) $z = 5$ мм	Різець прохідний відігнутий правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
30.2	Торцювати пов. (2) $z = 5$ мм	Різець прохідний відігнутий правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
30.3	Торцювати пов. (3) $z = 5$ мм	Різець прохідний відігнутий правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
30.4	Розточити отвір пов. (4) на $L = 33$ мм; $\varnothing 21$	Різець розточний для наскрізних отворів правий; Т15К6 $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм; $\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; ШЦ1
40	Фрезерна УЗЗ	Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81Г, лещата упор, затискач
40.1	Фрезеруват деталь пов. (1)	Дискові комбінована фреза $\varnothing 20$ і $\varnothing 16$, Р6М5, ШЦ1-1, радіусомір РМ1
70.1	Промити деталь	
80	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
90	Контрольна	Стіл контролера

7.3 Розрахунок різання токарної операції

Перехід 20.1 Торцювати поверхню $l=5$ мм

Приймаємо глибину різання $t=0.5$ мм.

Подача $S=0,3\dots0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{105}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 74 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 17,5} = 1370 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12,5 \cdot 1600}{1000} = 63 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 68,5 + 2 + 2 = 72,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{72,5}{1600 \cdot 0,4} = 0,113 \text{ хв}$$

$t_0 = 1,3$ хв

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Перехід 20.2 Торцювати поверхню $l=5$ мм

Приймаємо глибину різання $t = 0.5$ мм.

Подача $S=0,3...0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{105}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 74 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 140} = 138 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B=160$ об/хв

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 160}{1000} = 85,4 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 7,4 + 2 + 2 = 11,4 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{11,4}{160 \cdot 0,4} = 0,17 \text{ хв}$$

$$t_0 = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Перехід 20.3 Свердлити Ø10 мм. на прохід

Припуск на оброблення становить половину діаметра свердла

$$t = \frac{d_{cs}}{2} = \frac{10}{2} = 5$$

Вибираємо діапазон подач: $S=0,16..0,20$ мм/об (табл.42)

Приймаємо $S_B=0,18$ мм/об

Вибираємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл. 45)

$$V_c = \frac{8 \cdot d_{cs}^{0.4}}{T^{0.2} \cdot S^{0.7}} = \frac{8 \cdot 10^{0.4}}{30^{0.2} \cdot 0,18^{0.7}} = 34,2 \text{ м/хв}$$

де $T = 30$ хв. – стійкість свердла (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{cs}} = \frac{1000 \cdot 34,2}{3,14 \cdot 10} = 1067,8 \text{ об/хв}$$

Узгоджуємо n_p з паспортними характеристиками верстату 2Н125 приймаємо $n_B=1000$ об/хв

Дійсна швидкість свердління:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 32,02 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 30 + 2 + 5 = 37 \text{ мм}$$

l_{DET} - глибина різання

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 5$ мм (табл. 48)

Основний час на перехід

$$t_0 = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{37}{0,18 \cdot 1000} = 0,2 \text{ хв};$$

Перехід 20.4 Розточити отвір $L=4$ мм; $\varnothing 21$

Приймаємо глибину різання $t = 0.5$ мм.

Подача $S=0,3 \dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{105}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 74 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 11} = 2114 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 1600}{1000} = 55 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 5,5 + 2 + 2 = 9,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{9,5}{1600 \cdot 0,4} = 0,015 \text{ хв}$$

$$t_0 = 0,007 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Допоміжний час:

$$T_d = t_y + t_d$$

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

$t_{y1} = 0,41$ хв час на установлення деталі масою до 3 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа

$t_{y2} = 0,10$ хв час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,41 + 0,10 = 0,51 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,09$ хв. Тоді

$$T_d = 0,51 + 0,09 = 0,6 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d$$

$$T_{оп} = 2,51 + 0,6 = 3,11 \text{ хв}$$

Штучний час:

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

$T_{об} = 0,045 T_{оп}$ 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

$$T_{шт} = 3,11 + 0,045 \cdot 0,75 + 0,06 \cdot 0,75 = 3,28 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з визначається як сума часу налагодження верстата - 14,7 хв та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7 хв

$$T_{пз} = 14,7 + 7 = 21,7 \text{ хв}$$

Тоді

$$T_k = 3.28 + 21,7/400 = 3.32 \text{ хв}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N = 60/3.32 = 18 \text{ деталей.}$$

Перехід 30.1 Торцювати поверхню $l = 5 \text{ мм}$

Приймаємо глибину різання $t = 0.5 \text{ мм}$.

Подача $S = 0,3 \dots 0,4 \text{ мм/об}$. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,4 \text{ мм/об}$.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{105}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 74 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 9,5} = 2467 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600 \text{ об/хв}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 1600}{1000} = 23 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 10 + 2 + 2 = 14 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{14}{1600 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ хв}$$

$$t_0 = 0,04 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв.}$$

$t_1 = 0,1$ хв. – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Перехід 30.2 Торцювати поверхню $l=5$ мм

Приймаємо глибину різання $t = 0.5$ мм.

Подача $S=0,3\dots0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{105}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 74 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 35} = 672 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B=800$ об/хв

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 800}{1000} = 75 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{24}{800 \cdot 0,4} = 0,075 \text{ хв}$$

$$t_0 = 0,075 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Перехід 30.3 Торцювати поверхню $l=5$ мм

Приймаємо глибину різання $t = 0.5$ мм.

Подача $S=0,3\dots0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 125 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 125}{3,14 \cdot 12,5} = 1265 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7,5 \cdot 1600}{1000} = 37,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 42,5 + 2 + 2 = 46,5 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{46.5}{1600 \cdot 0,4} = 0,07 \text{ хв}$$

$$t_0 = 0,58 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Перехід 20.4 Розточити отвір $L=33.5$ мм; $\varnothing 21$

Приймаємо глибину різання $t = 0.5$ мм.

Подача $S=0,3\dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 180 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 21} = 1260 \text{ об/хв}$$

Приймаємо частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1250$ об/хв

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 21 \cdot 1250}{1000} = 82 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 33.5 + 2 + 2 = 37.5 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{37,5}{1250 \cdot 0,4} = 0,075 \text{ хв}$$

$$t_0 = 0,075 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі.

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

Допоміжний час:

$$T_d = t_y + t_d$$

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

$t_{y1} = 0,41$ хв час на установлення деталі масою до 3 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа

$$t_{y2} = 0,10 \text{ хв час на очищення місця установки деталі від стружки}$$

$$t_y = 0,41 + 0,10 = 0,51 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,09$ хв. Тоді

$$T_d = 0,51 + 0,09 = 0,6 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d$$

$$T_{оп} = 1,65 + 0,6 = 2,25 \text{ хв}$$

Штучний час:

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

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

$$T_{шт}=2.25+0,045 \cdot 0,75+0,06 \cdot 0,75=2.34 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з визначається як сума часу налагодження верстата - 14,7хв та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз}=14,7+7=21,7 \text{ хв}$$

Тоді

$$T_k=2.34+21,7/400=2.39 \text{ хв}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N=60/2.39=25 \text{ деталей.}$$

Перехід 20.1 Фрезерувати деталь

Знаходження геометричних даних для фрезерування в залежності від виду верстату і фрези:

глибина - $t = 2,7$ мм, ширина - $B = 40$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Дискові фрези: діаметр фрези $D_f=21$ мм, кількість зубців $Z=10$ шт.

Рекомендована подача $S_{об} = 1,2$ мм/об., подача на один зуб $S_z=0,12$ мм/зуб

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл.28):

$$V_p = \frac{70 \cdot D_o^{0,25}}{T^{0,2} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1} \cdot Z^{0,1}} = V_p = \frac{70 \cdot 21^{0,25}}{180^{0,25} \cdot 2,7^{0,3} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 40^{0,1} \cdot 10^{0,1}} = 62.6 \text{ м/хв}$$

де $T = 180$ хв. – стійкість фрези (табл. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 62.6}{3.14 \cdot 21} = 1059 \text{ об/хв}$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6М81Г і приймаємо

$$n_b = 1225 \text{ об/хв.}$$

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_b}{1000} = \frac{3.14 \cdot 21 \cdot 1225}{1000} = 80 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{xв} = S_{\text{об. фр}} \cdot n_b$$

$$S_{xв} = 1.2 \cdot 1225 = 1470 \text{ мм/хв}$$

Із паспортних характеристик верстату 6М81Г приймаємо $S_{xв} = 1020$ мм/хв.

Розрахункова довжина обробки :

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

$$L_p = 14 + 3 + 17 = 34 \text{ мм}$$

де $L_1 = 2 \dots 3$ мм – підвід інструменту,

$L_2 = 17$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 20.1

$$T_o = L_p / S_{xв}$$

$$T_o = \frac{34}{1020} = 0.03 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_d = t_y + t_d$$

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

$t_{y1} = 0.41$ хв (табл.37) час на установлення деталі масою до 3 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа

$t_{y2} = 0.10$ хв (табл. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0.41 + 0.10 = 0.51 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d=0,09$ хв (табл.38). Тоді

$$T_d=0,51+0,09=0,6\text{хв}$$

Оперативний час: $T_{оп} = T_o + T_d$

$$T_{оп}=0,03+0,6=0,64\text{хв}$$

Штучний час: $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$,

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

$$T_{шт}=0,64+0,045 \cdot 0,84+0,06 \cdot 0,84=0,73\text{хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз.}}{n}$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл. 36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 14,7хв) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз}=14,7+7=21,7\text{хв}$$

Тоді

$$T_k=0,73+21,7/800=0,76\text{хв}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N=60/0,76=78 \text{ деталей.}$$

8.Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту

При ремонті сушарок різних типів проводять наступні загальні для всіх видів роботи.

В залежності від конструкції сушили, розпилювального пристрою, циклонів та інших механізмів їх розбирають і демонтують способами, що описані в заводських інструкціях.

Після збирання проводять центровку валів вентилятора та електродвигуна. При ремонті повітреходів, їх розбирають по ділянках , правлять, замінюють прокладки, встановлюють ізоляцію і збирають.

Паровий колектор при ремонті від'єднують від пароводів, ставлять на них заглушку і змінюють всі вентиля. При необхідності, клапани та гнізда вентилів проточують і притирають. Конденсатовідводник знімають, ремонтують і встановлюють на місця, а при необхідності ремонтують вентиля обводної лінії.

Для ремонту калорифера сушили, його від'єднують від пароводу і демонтують. Кінці трубок в трубних решітках , «що течуть» вирубують і заварюють. В таблиці приведені характерні неполадки сушильної установки, які частіше за всі інші зустрічаються на практиці, і відповідно методи їх усунення.

При підготовки сушки до монтажу доставляють всі її вузли в зону монтажу і розміщують їх в порядку послідовності виконання монтажних робіт, що вказуються робітником в спеціальній таблиці. Перевіряють виконання під монтаж будівельних робіт, наносять на фундаменти розбиваючі осі у відповідності з монтажними кресленнями.

При проведенні монтажних робіт особливу увагу слід приділити щільності та герметичності з'єднань вузлів сушки, і герметичності зварних і болтових з'єднань.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	160177.ДП.23.008. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

Таблиця 8.1. Характерні неполадки сушильної установки і методи їх усунення

Неполадки	Ймовірна причина	Методи усунення
1	2	3
Обладнання не запускається при запуску	пошкодження в системі електропостачання	усунути неполадки в системі електропостачання
	збігання приводного паса	встановити пас
Підвищене накопичення продукту на внутрішній частині сушильної камери	вихід із ладу індукторів	замінити пошкоджений індуктор
	поява зазорів між індуктором та обшивкою	вибрати і встановити необхідний зазор
Підвищений вміст вологи в готовому продукті	відхилення від температурних режимів сушіння	встановити робочі температурні режими
Пилевиділення продукту через недільності сушильної камери	підвищений надлишковий тиск в сушильній камері	відрегулювати тиск
Поява молока через муфтові з'єднання в молокопроводі	послаблення накидних гайок муфт з'єднань	затягнути накидні гайки
	пошкодження або зношення гумових прокладок	замінити дефективні прокладки

Для монтажу сушки рекомендується використовувати крани, блоки та інші. Монтаж проводять складальним методом у відповідності з монтажним кресленням. Монтаж шахт ведуть знизу вгору, оздоблювальні роботи проводять зверху вниз.

Після закінчення монтажних робіт ведуть оздоблювальні роботи, в тому числі підкрашують і оформлюють пояснювальні надписи. Перед загрузкою сушки необхідно перевірити:

- стан вентиляторів,
- легкість обертання вала,
- відсутність поштовхів, ударів та зачеплень робочого колеса за кожух,

- щільність всіх з'єднань повітреходів,
- відсутність щілин в люках
- натяг привідних пасів,
- стан огорожень, забезпечуючи безпеку роботи,
- працездатність автоматизації,
- наявність змащення в підшипниках і масло в двигунах-редукторах,
- роботу всіх механізмів короткочасним вмиканням електродвигунів,
- відповідність встановлення перетворювачів температури.

Проводять обкатку і наладку розпилювача, змащують всі частини, які працюють з тертям (яке потрібно якомога зменшити).

Встановлюють захисні огороження, проводять нагрівання парових калориферів до робочих параметрів.

Після цих операцій змащують установку, при цьому проводять кінцеві налагодження автоматики в ручному режимі і в автоматичному режимі, перевіряють дію пожежегасіння.

Установку обкатують на протязі декількох годин.

Експлуатація розпилювальної сушильної установки ВРА-4

Перед пуском установки обслуговуючий персонал повинен під'єднати розпилювач сушилки до електромережі вмикання головного запобіжника.

Перемикач на пульті керування необхідно перемкнути в положення «пуск», перевіривши хід масляного контуру розпилювача відповідно пункту, описаному в інструкції по обслуговуванню розпилювача.

За 10-20 хвилин до запуску сушили в дію, необхідно повільно відкрити привід пара до підігрівача повітря і нагріти підігрівач.

Якщо ж інтервал часу не буде витриманий за якихось умов, тобто пристрої сушили будуть пущені пізніше, рекомендується увімкнути на пульті

керування охолоджуючий вентилятор для відведення тепла від розпилювача агрегата.

Потім обслуговуючий персонал повинен переключити трьохходовим краном водоспуск вирівнювального танка на всмоктування шестерним насосом концентрата і закрити трубопровід краном.

Одну третину об'єму танка наповнити водою з температурою 30-40⁰С. Далі необхідно відкрити ручний і автоматичний клапани. Пристрої сушки вмикають в наступному порядку:

- 1) охолоджуючий вентилятор,
- 2) нагнітаючий вентилятор,
- 3) всмоктуючий вентилятор,
- 4) змащення розпилювача,
- 5) розпилювач,
- 6) транспортний вентилятор,
- 7) турнікети.

Обслуговуючий персонал повинен перевірити число обертів розпилювального агрегата, яке повинно бути в межах 12000-12200хв⁻¹, температуру повітря, яке надходить в башту сушки, величина якої повинна бути 180-195⁰С і температура повітря, що виходить з сушильної башти.

Башта сушки, трубопроводи і циклонні відділювачі повинні підігріватися до тих пір, поки температура повітря на виході з сушки сягатиме 100-110⁰С. При досягненні повітря, що виходить, цих температур слід включити шестеренчастий насос подачі згущеного молока. Потім знову перевірити температуру повітря, число обертів розпилювача, яке повинно бути не менше 12000хв⁻¹.

Після цих перевірок необхідно перекрити подачу води з танка, одночасно відкрити подачу молока з танка №2.

Далі регулюють подачу молока в сушку. Під час сушки необхідно контролювати число обертів розпилювача. Переключити ручне регулювання на автоматичне. При досягненні автоматичного регулювання постійної

температури вихідного повітря тим самим і необхідного концентрата, обслуговуючий персонал повинен увімкнути кнопкою турнікетний затвір бункера молочного порошку.

Потім необхідно контролювати якість сухого молока при наповненні мішків.

Догляд за пристроями сушки під час її роботи.

Після пуску сушки необхідно випустити воду, що залишилась у вирівнювальному танку, закрити танк і приготувати його для заповнення молоком з випарної установки.

Під час роботи сушки необхідно слідкувати за наступними робочими параметрами:

- 1) за температурою повітря, що входить в башту сушки, температура 180-190⁰С,
- 2) за температурою повітря, що виходить 85-95⁰С,
- 3) за числом обертів диска розпилювача 12000хв⁻¹,
- 4) за вакуумним манометром, що показує тиск в башті.

Обслуговуючий персонал бункера з сухим молоком проводить контроль готового продукту.

Далі необхідно контролювати дію вібраційного підживлювача і безперервну подачу згущеного молока.

При правильному встановленні коливання, вібратор не видає трясучий звук. Коливання регулюється обертовим регулятором, який знаходиться на пульті керування.

Зупинка сушильної установки.

Перед закінченням роботи сушильної установки необхідно напустити у вирівнювальний танк 100л води температурою 30-50⁰С.

Переключити автоматичне регулювання на ручне керування. Випустити молоко з танка і підвести воду до всмоктуючої насосів.

Трубопровід молока і розподільвач розпилувача необхідно попередньо промити теплою водою. Після промивки необхідно закрити подачу пара до калорифера і включити наступні пристрої сушки:

4. насос згущеного молока,
5. розпилувач,
6. всмоктувальний вентилятор,
7. змащення розпилувача.

Пристрої для збивання, пневматичне транспортування, турнікетні затвори і охолоджуючий вентилятор необхідно залишити в експлуатації на 10-15хв. Потім вимкнути на пульті управління всі невимкнені пристрої.

9. Опис системи управління

Технологічні вимоги до системи автоматизації

Сучасний розвиток в молочній промисловості характеризується широким різноманіттям готової продукції, в якій поєднуються якісні показники та цінова політика підприємств. Забезпечення чіткого дотримання технологічного регламенту, можливо лише використовуючи сучасне обладнання з комплектацією автоматизованими системами управління технологічними процесами.

На розпилювальній дисковій сушарці продуктивністю 1000кг випареної вологи за годину для отримання сухого знежиреного молока з метою підтримки технологічного процесу в заданих режимах, необхідно автоматизувати регулювання наступних параметрів:

- рівень в резервуарі для зберігання згущеного молока;
- температуру повітря, що входить в сушильну башту;
- тиск пари в калорифері;
- температуру повітря, що виходить з сушильної башти;
- температуру повітря, що виходить зі скрубера.

У зв'язку з тим, що процес отримання сухого знежиреного молока є пожежо та вибухонебезпечним виробництвом, то слід застосовувати найбільш безпечні для життя та здоров'я людей системи керування і регулювання, в тому числі і пневматичні системи.

Для запобігання самозаймання сухого продукту в сушильній башті необхідно здійснити блокування подачі в башту гарячого повітря і згущеного молока.

Під стабільним тиском буде подаватися в сушильну башту гріюча пара, температура повітря на вході в башту не буде зазнавати різких коливань.

Після впровадження вище вказаних заходів автоматизації виробничого

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис системи управління	160177.ДП.23.009. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

процесу, збільшується якість і кількість кінцевого продукту, так як технологічний процес буде проходити без різких перепадів його параметрів.

Опис апаратно-технологічної схеми об'єкта автоматизації

Об'єкт автоматизації на схемі (рис.9.1) відображають у вигляді прямокутника. Всі змінні, що характеризують процес, підрозділяють на дві групи: вхідні і вихідні величини. Тобто збурення і вихідні параметри.

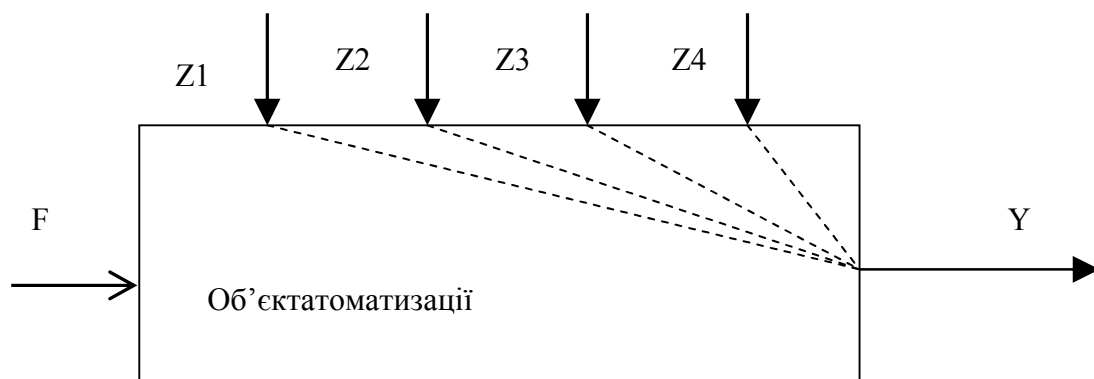


Рис. 9.1.Параметрична схема об'єкта автоматизації

Величини F ; $Z1$; $Z2$; $Z3$; $Z4$ – вхідні, а величини Y – вихідні(контролююча і регулююча).

В об'єкт подається сировина, енергія і удаляється продукт, який пройшов обробку. Отже, на об'єкт діють різні фактори. Проаналізувавши ці фактори і виділивши найбільш значні з них визначаємо канал регулювання F – Y , де F – регулюючий вплив (подача пари в калорифер); Y – регулюючий параметр (t° повітря, що надходить в сушильну башту).

Регулюючий вплив вибирають, виходячи з чутливості до вхідних змінних об'єкта, а також з врахуванням бажаного зберігання заданої продуктивності устаткування.

На параметричній схемі (рис.9.1) зображено:

Z1– зміна температури навколишнього середовища;

Z2– зміна тиску пари в трубопроводі;

Z3 – зміна температури пари;

Z4 – зміна температури згущеного молока.

Опис основних функцій схеми автоматизації

Схема утримує:

а) автоматичний контроль і регулювання температури гарячого повітря, яке надходить в сушильну башту;

б) місцеве і дистанційне управління електроприводом та клапанами даної схеми;

в) автоматичний контроль температури в резервуарі (бачок), сушильній башті та скрубєрі;

г) контрольну і аварійну сигналізацію при відключенні параметрів від номінальних значень.

10.Заходи з охорони праці

Закон України про охорону праці

В основу державної політики покладено принцип створення здорових та нешкідливих умов праці шляхом ліквідації тяжкої фізичної праці, впровадження нової техніки. Охорона праці в нашій країні регулюється на основі закону «Про охорону праці» від 14.10.1992, «Кодексу законів про працю України», «Правил охорони праці в цукровому виробництві», «Закон про пожежну безпеку» від 17.11.1993, а також іншими нормативно-правовими актами і інструкціями.

Інструктажі

У відповідності з діючим законодавством України, на адміністрацію підприємств та організацій покладається проведення інструктажів працівників та службовців по техніці безпеки. Інструктаж працюючих проводять незалежно від їх кваліфікації та стану роботи по наступних основних видах:

- ввідний інструктаж;
- інструктаж на робочому місці;
- цільовий інструктаж;
- повторний інструктаж;
- позачерговий інструктаж.

Ввідний інструктаж по техніці безпеки з усіма влаштованими на підприємстві працівниками, проводить інженер по охороні праці.

Перед допуском до самостійної роботи з кожним новоприбулим проводять первинний інструктаж. Проводиться майстром з кожним працівником окремо по кожному виду робіт.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці	160177.ДП.23.010. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/9

Повторний інструктаж проводиться майстром на робочому місці з встановленою для даного виду робіт періодичністю.

Позаплановий інструктаж проводиться майстром індивідуально. Він проводиться при зміні правил охорони праці, технологічного процесу, порушеннях працівниками техніки безпеки.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками перед виконанням робіт, на які оформлюється наряд-допуск, в якому фіксується інструктаж.

Аналіз виробничого травматизму на підприємстві

Події, які можуть призвести до травми:

- транспортні пригоди;
- падіння потерпілого, у тому числі – з висоти;
- удари деталями, що рухаються, обертаються;
- ураження електричним струмом;
- стихійне лихо;
- пожежа.

Метою аналізу виробничого травматизму є розроблення заходів до запобігання нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини.

Для вивчення виробничого травматизму використовують різні методи. Найпоширеніші і взаємодоповнюючі – статистичний, монографічний, економічний, ергономічний, психофізіологічний.

Фінансування заходів з ОП

Кошти фонду охорони праці на підприємстві формуються за рахунок 0,5% від фондів оплаченої праці, штрафів спонсорської допомоги, які витрачаються виключно на заходи по створенню безпечних і здорових умов праці.

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації

На працівників в процесі виробничої діяльності впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі частини виробничого обладнання;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищена загазованість повітря робочої зони (діоксид вуглецю), аміак в холодильно-компресорних станціях;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму;
- підвищена вологість;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюгу, замикання, що може відбутися через тіло людини при підвищеній вологості;
- відсутність та недостатність природного світла та штучного освітлення робочих місць.

Повітря робочої зони

Мікрокліматичні параметри повітря робочої зони нормуються за ГОСТ12.1.005-88. ССБТ. «Общесанитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Мікроклімат виробничих приміщень визначається наступними факторами: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря. В холодний період року виробничі приміщення обігріваються.

Запиленість. Під час завантаження апарату в повітря робочої зони потрапляє зерновий пил. Значення ГДК для нейтрального пилу, не маючи отруйних властивостей, дорівнює 10 мг/м^3 . Згідно з ГОСТ 12.4.011-87 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация» всі працюючі на лінії повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

Загазованість. Під час солодощення є можливість виділення деякої кількості CO_2 . Значення ГДК для $\text{CO}_2 = 0,5\% \text{ об}$, або 5000 млн^{-1} , - це 9000 мг/м^3 ГДКСО становить 20 мг/м^3 .

Для індивідуального захисту органів дихання від шкідливих парів та газів, присутніх у повітрі робочої зони в поєднанні з аерозолями або без них, при об'ємній частці вільного кисню не менше 19% застосовуються протигази промислові фільтруючі за ГОСТ 12.4.121-83.

До комплекту протигаза входять:

- коробка фільтруюча – 1 одиниця (ГОСТ 12.4.122-83);
- маска – 1 одиниця (ГОСТ 12.4.166-85Е);
- гофрована трубка – 1 одиниця;
- сумка – 1 одиниця;
- коротка інструкція – 1 примірник.

Коробки спеціалізуються за призначенням залежно від шкідливих домішок, вони різняться між собою складом поглиначів, а за зовнішнім виглядом – розпізнавальним забарвленням. Маска промислового протигазу повинна бути правильно підігнана, не викликати больових відчуттів протягом шести годин праці.

Вентиляція. У відділенні передбачено періодичнодіючу вентиляцію (провітрювання) з природним збуджуванням за рахунок вікон і прорізів, які відчиняються.

Шум і вібрація

Шум у цеху створюється від роботи приводів, вентиляторів, рухомих частин обладнання, але він не перевищує нормативний.

Допустимий рівень шуму на робочому місці регламентується за ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общитребования безопасности». Цей стандарт також встановлює класифікацію шуму, вимоги до шумових характеристик і до захисту від шуму на робочих місцях.

Гранично допустимий рівень шуму (ГДР) на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБ.

Приміщення, в яких розміщене устаткування з підвищеним рівнем шуму та вібрації, повинні бути ізольовані та обладнані засобами шумо- та віброізоляції.

Для усунення передачі шуму з шумних приміщень до малошумних та за межі будівель або території підприємства слід дотримуватися таких умов:

а) патрубки повітроводів вихлопу та всмоктування потужних агрегатів та вентиляторів, які виходять з будівлі, повинні бути обладнані глушниками, які знижують шум до рівня, встановленого нормами;

б) вентилятори з повітроводами повинні з'єднуватися за допомогою гнучкої вставки;

в) приводні паси вентиляторів повинні бути у повному комплекті і з однаковим натягом.

Вібрація, яку створюють ручні машини, обладнані двигунами, при роботі яких маса ручної машини повністю або частково сприймається руками оператора, не повинна перевищувати допустимих значень їх, що наведено у ГОСТ 17770-86.

Головні організаційно-технічні та лікувально-профілактичні заходи щодо обмеження несприятливого впливу вібрації на працюючих:

- зменшення вібрації у джерелі її виникнення конструктивними та технологічними методами при розробці нових та модернізації існуючих машин;
- зменшення вібрації на шляху розповсюдження засобами віброізоляції та вібропоглинання використанням гумових, поролонових та інших поглинаючих вібрацію настилів, мастик тощо;
- своєчасне проведення планового та попереджувального ремонту машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;
- використання машин у відповідності з їх призначенням, передбаченим нормативно-технічною документацією;

- виключення контакту працюючого з вібруючими поверхнями поза межами робочого місця або робочої зони (встановлення огорож, сигналізації, блокування, попереджувальних написів тощо).

Освітлення

Для забезпечення освітленості передбачається природне і штучне освітлення. Освітлення відповідає вимогам СНиП II-4-79 і ДСТУ 18.384-81. В денний час максимально повинно використовуватись денне світло. Робочі місця, які в денний час з технічних причин не можуть бути забезпечені природнім освітленням, повинні освітлюватись електричним світлом. Для забезпечення освітленості в денний час доби використовують світильники з люмінесцентними лампами або лампами розжарення.

Норми освітленості:

- при комбінованому (газорозрядні лампи і лампи розжарювання) – 150 лк;
- при загальному (газорозрядні лампи) – 100лк;
- при загальному (лампи розжарювання) – 100 лк.

Передбачено джерело понижуючої напруги (24 В) для вмикання переносних світильників і ручного електроінструменту. Для ремонтного освітлення використовуються світильники РВО42.

Напруга мереж освітлення:

- робоча – 220 В;
- аварійна – 220 В;
- ремонтна – 12 В.

Мережа всіх видів освітлення роздільні і використовується кабель марки АВВГ, що прокладається по стінах на скобах.

Випромінювання

Процес сушіння солоду супроводжується незначним тепловиділенням від стінок апарата та патрубків повітроводів.

Інтенсивність теплового опромінення працівників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання на постійних і не постійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м² при опроміненні 50 %, 70 Вт/м²– 25...50 %, та 100 Вт/м² – менше 25 %.

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общесанитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» устаткування, що виділяє тепло, повинне бути теплоізольоване таким чином, щоб температура зовнішніх поверхонь не перевищувала 45 °С, а в приміщеннях з пожежо- та вибухонебезпечним середовищем – 35 °С. Застосування горючих теплоізоляційних матеріалів не допускається.

Електробезпека

Приміщення цеху згідно з ПУЕ класифікується як підвищеної небезпеки.

При обслуговуванні електроустановок напругою до 1000 В без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них необхідно:

- огородити розташовані поблизу робочого місця та інші струмоведучі частини, що знаходяться під напругою, до яких можливе випадкове доторкання;
- працювати в діелектричних калошах або стоячи на ізолюючій підставці чи на діелектричному килимку;
- застосовувати інструмент з ізолюючими рукоятками (викрутки повинні мати ізольовані стержні), а при відсутності вказаного інструменту – користуватись діелектричними рукавицями.

Організаційними заходами, що гарантують безпечне ведення робіт на електроустановках, є:

- оформлення робіт нарядом-допуском, розпорядженням або переліком робіт, що виконуються у порядку поточної експлуатації;
- допущення до роботи;
- нагляд під час роботи;

- оформлення перерви у роботі, переведень на інше робоче місце, закінчення роботи.

Колективні засоби праці:

- огородження;
- використання заземлення, занулення;

Індивідуальні засоби захисту:

- використання малих напруг;
- захист від переходу напруги з вищої на нижчу;
- електричний розподіл мережі

Для захисту людей від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції повинен бути застосований, у крайньому разі, один з наступних захисних заходів: заземлення, занулення, захисне вимкнення, розподільчий трансформатор, мала напруга, подвійна ізоляція, вирівнювання потенціалів.

При проведенні ремонтних робіт на електроустаткуванні необхідно встановлювати переносне заземлення для захисту працюючих від ураження електричним струмом в разі помилкової подачі напруги до місця роботи.

В устаткуванні, яке призначене для роботи в умовах можливого утворення вибухонебезпечних концентрацій парів, газів, пилу та їх сумішей з повітрям, застосування пристроїв, що іскрять, недопустиме.

Пожежна безпека

Приміщення, в якому встановлена лінія, по вибухопожежонебезпеці відноситься до приміщень категоріїВ. На випадок загоряння забезпечують відділення системою автоматичного пожежогасіння.

Система пожежної сигналізації виконана з шлейфів, пожежних оповісників і приєднуються до пульта ППС-1, встановлюється в приміщенні прохідної.

Пожежні оповіщення прийняті автоматичні, типу ЦП-103-2/2 і ручні, типу ИПР. Шлейфи пожежної сигналізації виконані кабелями марки ВВГ, що прокладені на стінах відкрито, на скобах, під перекриттям. Сигнал тривоги

подається з пульту ППС-1 до пожежного депо за допомогою резервної жили, існуючого телефонного кабелю. Біля місць установки ручних пожежних оповісників ИПР ззовні будівлі необхідно передбачити вказівні знаки згідно з ГОСТ124026 -76.

Протипожежна безпека відділення досягається впровадженням конструкційних матеріалів, які мають необхідну границю вогнестійкості і забезпечують будівлі необхідною границею вогнестійкості, згідно СНиП 20102-85. На заводі також повинні бути засоби пожежогасіння: вогнегасники, бочки з водою, лопати, сухий пісок.

Витрати води на пожежогасіння, яка необхідна для тушіння пожежі протягом трьох годин:

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot n}{1000} = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5+15)}{1000} = 216 = 216 \text{ м}^3$$

деп – секундна витрата води на внутрішнє пожежогасіння 5 л/с і зовнішнє – 10 л/с; 3600 і 1000 – перевідні коефіцієнти: години в секунди, літри в м³.

Пожежний під'їзд, шляхи евакуації мають відповідати вимогам СНиП 20102-85.

Пропозиції по покращенню умов праці

На всіх ділянках виробництва необхідно провести наступні заходи для покращення умов праці:

- забезпечити достатній рівень автоматизації технологічного процесу;
- удосконалювати засоби контролю рівнів шкідливих та безпечних факторів на робочих місцях;

11. Охорона довкілля

На даному етапі розвитку суспільства однією з проблем постає забезпечення чистоти навколишнього середовища, а саме ґрунту, води і повітря. Нині це питання широко розглядається в усіх його аспектах і є невід'ємною частиною програми щодо екологічного захисту людей.

Екологічний стан України нині наближається до кризового. Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємна умова сталого економічного розвитку України.

В інтересах нинішніх і майбутніх поколінь приймаються необхідні заходи для охорони і науково обґрунтованого раціонального використання землі, водних ресурсів, рослинного і тваринного світу.

Інтенсивний розвиток народного господарства привів до загострення проблеми з охорони навколишнього природного середовища від промислового забруднення. Основне завдання – удосконалення технологічних процесів з метою зменшення об'єму стічних вод і викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища” визначає еколого-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища, як сукупність організаційно-управлінських, економічних, адміністративно-правових методів, за допомогою яких практично і реалізуються головні принципи даного закону.

Охорона навколишнього середовища є актуальною проблемою для підприємств молочної промисловості. Насучасних підприємствах повинно приділятися належне місце заходам щодо забезпечення екологічно безпечногостану навколишнього середовища.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Охорона довкілля	160177.ДП.23.011. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

Захист навколишнього середовища на підприємствах харчової промисловості складається з ряду заходів – виявлення джерел забруднень та їх локалізації. Найбільш активною формою захисту навколишнього середовища від шкідливої дії викидів промислових підприємств є повний перехід до безвідходних та маловідходних технологій. Це потребує рішення цілого комплексу складних технологічних, конструкторських і організаційних задач, основаних на використанні новітніх науково-технічних досягнень. Важливими напрямками підвищення екологічності промислового виробництва слід вважати: вдосконалення технологічних процесів і розробку нового обладнання з меншим рівнем викидів і відходів; екологічна експертиза всіх видів виробництв і промислової продукції; заміна токсичних відходів на нетоксичні; заміна неутилізуємих відходів, на ті що утилізуються; широке використання додаткових методів і засобів захисту навколишнього середовища.

Оскільки АТ «Пирятинський сирзавод» є хімічно-небезпечним об'єктом, то на ньому повинно бути передбачено ряд споруд, що забезпечують чистоту води, яка скидається в каналізацію, та відпрацьованого повітря, яке викидається в атмосферу.

Значну частину викидів підприємства складають білкові речовини як тваринного так і рослинного походження, які після повернення в основний технологічний цикл можуть бути використані, для виготовлення харчових технологічних та технічних продуктів або мінеральних добрив.

Організація робіт з охорони навколишнього природного середовища на підприємствах проводиться у відповідності з положенням про державне підприємство, в якому зазначено, що підприємство здійснює всі необхідні заходи щодо охорони повітря, землі і водойм від забруднення промисловими і господарськими викидами, стічними водами і відходами виробництва.

Для діючих підприємств першим етапом природоохоронних міроприємств є проведення інвентаризації викидів, тобтовизначення об'єму і складу вентиляційного повітря і технологічних заходів, а також об'єм і склад стічних вод. Інвентаризацію проводять з урахуванням різних режимів роботи обладнання.

Слідуючим етапом природоохоронних міроприємств є паспортизація газопиловловлювальних установок і споруд очистки стічних вод. В результаті паспортизації визначається ефективність роботи очисних споруд, виявляються причини недосконалої роботи.

Також по результатах аналізу даних інвентаризації викидів та паспортизації очисних споруд проводяться необхідні заходи для зменшення в навколишнє природне середовище шкідливих речовин.

Охорона поверхневих та підземних вод

В технологічному процесі передбачається використання агресивного середовища і хімічно-небезпечних речовин, таких як аміак. Перед тим, як скидати відпрацьовану воду, її необхідно попередньо очистити (профільтрувати), а потім нейтралізувати. Після досягнення необхідного рівня вмісту шкідливих речовин, що відповідають санітарним нормам, воду можна скидати в міську мережу каналізації.

Основна кількість стічних вод пов'язана з мийкою технологічного обладнання, трубопроводів, автоцистерн, установок допоміжних виробництв. Мийка здійснюється розчинами лугів, кислот, хлору. Загальний стічний викид формується з усіх стічних потоків підприємства і впродовж доби має сталий приблизний хімічний склад, який показаний у таблиці 11.1.

Таблиця 11.1. Хімічний склад стічних вод на АТ «Пирятинський сирзавод»

мг/дм³

Завод	Сухий залишок	Залишок після прожарювання	Загальний азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	Cl
Пирятинський сирзавод	763	320	36	18	23	40	45	24

Як видно з таблиці 11.1, стічні води забруднені переважно органічними домішками, що зумовлено не тільки мийкою обладнання, але й втратами сировини в процесі виробництва.

Незначна кількість стічних вод утворюється за рахунок води, яка йде на побутові потреби, пов'язані з підтримкою необхідного санітарно-гігієнічного стану виробничих приміщень, а також вологого прибирання території та пожежної безпеки.

Для зменшення кількості стічних вод використовується система зворотного водопостачання. Ця система використовується в компресорному цеху для охолодження конденсаторів, аміачних і повітряних компресорів. Продуктивність системи складає 25035м³ за добу. В системі працюють дві градирні – трьох секційні розпилувальні з вентиляторами 2ВГ-50. Об'ємсистеми складає біля 900м³.

Нормативно чиста вода утворюється в цеху стерилізованої продукції після пробного пуску обладнання перед початком роботи, потім використовується для мийки молочних автоцистерн в цеху приймання молока.

Водовідведення відбувається шляхом скидання промислових стоків в заводський та міський колектори, частково через каналізаційну насосну станцію заводу і частково самопливом. Очищення промислових і побутових стоків проводиться в чотирьох жироловках пропускною здатністю по 200м³ за добу і двох пісколовках продуктивністю по 300м³ за добу.

Скидання стічних вод у водні об'єкти після очищення на загальноміських очисних спорудах регламентується нормативами гранично допустимих скидів (ГДС) забруднювальних речовин. Враховуючи обмежені очисні можливості загальноміських очисних споруд, управління з експлуатації цих споруд встановлює для своїх абонентів-підприємств – ліміти скиду стічних вод за кількістю і складом (таблиця 11.2). Для збереження встановлених лімітів здійснюється локальне очищення промислових стічних вод на самому підприємстві.

Таблиця 11.2. Склад загального скиду води на підприємствах

Завислі речовини, мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³	БСК, мг/дм ³	Жири, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Азот загальний, мг/дм ³	Фосфор, мг/дм ³	рН
350	1400	1200	100	150	60	8	6,5 8,5

ГДС – це нормативи гранично допустимих скидів речовин, які відводяться зі стічними водами в одиницю часу, що надає змогу забезпечити збереження норм якості в контрольному створі водного об'єкта за найгірших умов водокористування. ГДС встановлюється для кожного випуску стічних вод у водний об'єкт і для кожного показника якості води визначається як добуток максимальної витрати стічних вод за годину на його гранично допустиме

значення:

$$ГДС = Q_{ст} \cdot C_{ГДЗ},$$

де $Q_{ст}$ – максимальна витрата стічних вод за годину, м³/год; $C_{ГДЗ}$ – гранично допустиме значення, г/м³.

Рекомендую слідуючі заходи щодо зниження кількості забруднюючих речовин в стоках заводу:

1) встановити ємкості для збору жировмісних речовин після миття технологічного обладнання та трубопроводів;

2) передбачити установку для безрозбірного миття резервуарів та можливість повторного використання розчинів миючих засобів;

3) організувати будівництво очисних споруд для доведення вмісту речовин в стоках до норм ГДК;

4) максимально зменшити втрати через нещільності на всіх лініях технологічних процесів;

5) організувати збір та очищення стоків ливневих і талих вод.

Охорона атмосферного повітря

Велике значення в охороні оточуючого середовища мають заходи щодо збільшення зелених насаджень на території заводу. Зелені насадження, що займають 35% площі від загальної території заводу, поглинають деяку кількість шкідливих речовин і насичують повітря киснем, також це сприяє зниженню рівня шуму.

У відповідності з санітарною класифікацією СН-245-71 підприємство відноситься до IV класу небезпеки, як забруднювач атмосфери. Санітарно-захисна зона становить 100м. Кількість шкідливих викидів визначається відповідними галузевими нормами технологічного проектування і галузевими методичними вказівками і

рекомендаціями щодо визначення викидів шкідливих речовин в атмосферу з врахуванням вимог до ГОСТ - 17.23-02-78 ОНД - 86, СН -245-71.

Всього на підприємстві існує 32 джерела забруднення атмосферного повітря, з них: організованих – 26, неорганізованих – 5, рухомих – 1. З цих джерел викидається в атмосферу 26 забруднюючих речовин в кількості 16,7т/год. Основні з них: діоксид азоту – 7,91 т/год, оксид вуглецю IV – 0,226 т/год та інші.

В розрахунках визначення викидів в атмосферу використовують інформацію про вентиляційні установки, якими обладнані виробничі приміщення, де можливе виділення шкідливих речовин. В цьому випадку відповідні вентиляційні установки вважаються джерелом викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Приміщення головного виробничого корпусу обладнане витяжною вентиляційною системою (У4-70, 5шт.) загальною продуктивністю 59000м³/год.

На ділянці виробництва сухого знежиреного молока встановлено три вентиляційні установки типу КУЗ-90 загальною продуктивністю 5800м³/год.

В майстерні встановлений витяжний вентилятор У4-70 продуктивністю 100м³/год.

В компресорних цехах основного виробництва встановлена вентиляційна установка типу У4-70 продуктивністю 2017м³/год.

На заводі працює компресорна установка, на якій використовується аміак. Для запобігання змішування аміаку з повітрям і викиду його в атмосферу необхідно встановити на ділянці елементи захисту та сигналізації. Сигналізатори спрацьовують в тому випадку, коли вміст аміаку в повітрі перевищує гранично допустиму норму.

Роботу допоміжного виробництва забезпечує котельня, яка знаходиться на території заводу. В процесі вироблення пари в котлах спалюється природний газ, внаслідок чого утворюються небезпечні сполуки.

Отже, максимальні викиди підприємство має від котельні (оксиди вуглецю і азоту) і компресорних установок (аміак, який використовується в холодильних системах). Котельня і компресорні установки викидають в атмосферу близько 95% від валових викидів підприємства. Для забезпечення необхідної чистоти повітря, що викидається, ззовні встановлені відповідні газоочисні пристрої – фільтри, які зменшують викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Згідно постанови Комітету по охороні природи значення фонових концентрацій шкідливих речовин в атмосфері не повинно перевищувати встановлених: аміак – $0,02\text{мг/м}^3$, сполуки фтору – $0,014\text{мг/м}^3$, сполуки нікелю – $0,004\text{мг/м}^3$, сполуки марганцю – $0,004\text{мг/м}^3$, сполуки хрому – $0,0006\text{мг/м}^3$, оксиди азоту – $0,034\text{мг/м}^3$, сірчаний ангідрид – $0,2\text{мг/м}^3$, оксиди вуглеводів – $2,0\text{мг/м}^3$, завислі речовини – $0,6\text{мг/м}^3$.

В результаті технічного переоснащення ділянки сухого знежиреного молока крім встановлення сушильної установки ВРА-4, продуктивністю 1000кг випареної вологи за годину, передбачається встановлення для очищення відпрацьованого повітря, яке виходить із сушильної установки додаткового пиловловлювача, а саме турбулентного газопромивача – скрубера Вентурі, який працює на принципі вологої очистки газу. Так як при виготовленні сухого знежиреного молока необхідно використовувати значну кількість нагрітого повітря ($22200\text{м}^3/\text{год}$), то використання скрубера дає можливість зменшити повітряні викиди в атмосферу сухого молочного порошку майже до нуля, що в значній мірі покращує екологічну ситуацію на підприємстві.

Висновки

Розвиток харчової промисловості в Україні ставить перед конструкторами завдання по розробленню нового та модернізації застарілого обладнання, до якого поставлені наступні вимоги: технологічність при виготовленні, стандартизація, уніфікація, простота обслуговування, надійність, естетичність, висока ступінь механізації та автоматизації, зниження енерговитрат та металоємності.

Запропонований дипломний проект розпилувальної сушильної установки ВРА-4 для виготовлення сухого знежиреного молока продуктивністю 1000 кг/год випареної вологи надає такі переваги як: поліпшення умов праці; підвищення продуктивності за рахунок модернізації розпилувача; зниження собівартості продукції за рахунок зменшення втрат молочного порошку, який видаляється разом з відпрацьованим повітрям в навколишнє середовище; зниження металоємності, що відповідає завданню, яке було поставлене перед харчовим машинобудуванням.

Таким чином впровадження проектних рішень дає можливість збільшити обсяг виробництва на 10%.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ ТОКТП	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	160177.ДП.23.000. ПЗ			
	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

Список використаної літератури

1. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 648с.
2. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288с.
3. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. — К.: НУХТ, 2017. — 162с.
4. Заплетніков, І.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І.М. Заплетніков, В.Г. Мирончук, В.М. Кудрявцев — К.: «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. — 344с.
5. Сухенко, Ю.Г. Надійність і довговічність у статкуванні харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ / Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. — К.: НУХТ, 2010. — 547 с.
6. Соколенко, А.И. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко — К.: Арт Эк. 2004 — 304 с.
7. Мирончук, В.Г. Вибір та розрахунок обладнання цукробурякових заводів. / Мирончук В.Г., Лагода В.А., Пушанко М.М. — Київ, УДУХТ, 1999, 56 с.
8. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, В.В. Яськов. — Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004. — 336 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Погорілий Т.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Шевчук В.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаної літератури	160177.ДП.23.000. ПЗ			
ТОКТП	<i>Док. затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

9. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов : в 2-х кн. / под ред. акад. РАСХНВ.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 1383 с.

10. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / К.Дж.Валентас, Э.Ротштейн, Р.П.Сингх. – М.: ДеЛиПринт, 2004. – 848 с.

11. Рвачов, В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В. Рвачов. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.

12. Тимингс, Р. Л. Справочник инженера-механика / Р. Л. Тимингс / под ред. Ю. И. Шкадиной; пер. с англ. – М. : Техносфера, 2008. – 632 с.

13. Остриков, А.Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учебник / А.Н.Остриков, О.В.Абрамов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.

14. Валентас Кеннет Дж. Пищевая инженерия. Справочник с примерами расчетов / Кеннет Дж. Валентас, Энрик Ротштейн, Р. Пол Сингх; пер. с англ. под общ. науч. ред. А. Л. Ишевского. – СПб.: Профессия, 2004. – 848 с.