

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проектування

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

«___» _____ 2022 р.

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

«___» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв
на тему Удосконалення конструкції шнекового хмелевідділювача з метою
збільшення продуктивності

Виконав: здобувач IV курсу, групи ОХ-4-8ск

_____ Зотько Дмитро Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: Якобчук Роман Леонідович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Якимчук М.В.

“ _____ ” _____ 2022 року

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

Зотько Дмитро Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення конструкції шнекового хмелевідділювача з метою збільшення продуктивності

керівник проекту (роботи) Якобчук Роман Леонідович, доц., кандидат тех. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. № 167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 01 » червня 2022 р.

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

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

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

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

Загальний вигляд обладнання, види, розрізи – 3 аркуші; Складальні одиниці обладнання, вузли – 1 аркуш; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: « 31 » 03 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	04.04.2022р.	
2	<i>Вступ</i>	08.04.2022р.	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	15.04.2022р.	
4	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	22.04.2022р.	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	22.04.2022р.	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	29.04.2022р.	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	06.05.2022р.	
8	<i>Розрахункова частина</i>	13.05.2022р.	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	13.05.2022р.	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	20.05.2022р.	
11	<i>Опис системи управління</i>	20.05.2022р.	
12	<i>Заходи з охорони праці</i>	27.05.2022р.	
13	<i>Висновки</i>	27.05.2022р.	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	27.05.2022р.	
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	27.05.2022р.	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.06.2022р.	

Здобувач _____
(підпис)

Дмитро ЗОТЬКО
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Роман ЯКОБЧУК
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі на тему «Удосконалення конструкції шнекового хмелевідділювача з метою збільшення продуктивності» розглянуто сьогоdnішній стан виробництва пива, зроблено аналіз конструкцій існуючого обладнання та технологічного процесу з охмелення сусла. Проведено технологічний розрахунок шнека хмелевіддільника та його конструктивних елементів, наведено основні шляхи удосконалення конструкції шнека, викладені основні вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту обладнання. Наведений технологічний маршрут виготовлення деталі. Висвітлені питання з охорони праці.

Кваліфікаційна робота представлена з пояснювальної записці та аркушах креслеників у форматі А1, де представлено загальний вигляд обладнання, що модернізується, та його вузлів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	200375.КР.13.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In the qualification work on "Improving the design of the screw hop separator in order to increase productivity" the current state of beer production is considered, the analysis of the design of existing equipment and technological process for hop hopping is made. The technological calculation of the hop separator auger and its structural elements is carried out, the main ways to improve the auger design are given, the basic requirements for installation, operation and repair of equipment are stated. The technological route of production of a detail is resulted. Issues of labor protection are covered.

Qualification work is presented an explanatory note and sheets of drawings in A1 format, which presents a general view of the equipment being upgraded and its components.

ЗМІСТ

	стор.
Анотація.....	3
Вступ.....	6
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....	8
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	13
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....	14
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання.....	17
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	20
6. Розрахункова частина.....	22
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	29
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.....	36
9. Опис системи управління.....	44
10. Заходи з охорони праці.....	46
Висновки.....	53
Список використаних літературних джерел.....	54
Специфікації.....	57

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	200375.КР.13.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук В.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Виробництво пива – це є один із важливих процесів виробництва харчової продукції для України, від його ефективності залежить економіка країни.

Пивоварна галузь, що забезпечує значну частину населення країни у робочих місцях, як безпосередньо на підприємствах виробництва пива так і на суміжних галузях.

Ринок пива в Україні представлений такими гігантами виробництва:

ПРАТ «АБІнБев Ефес Україна», що знаходяться в різних містах;

ПАТ «Карлсберг Україна» – м. Київ, м. Львів і інші;

ПрАТ «Оболонь» – м. Київ і інші;

ТзОВ «Перша приватна броварня» – м. Львів.

Найбільші платники податків у галузі пивоваріння в Україні за 2018 рік:

ПрАТ «Карлсберг Україна» з обсягом, що становить 2 928,6 млн грн;

ПРАТ «АБІнБев Ефес Україна» з обсягом –1 595,7 млн грн;

ПрАТ «Оболонь» з обсягом –1 245,8 млн грн.

Частка обсягу, що складає 87% від загального виготовлено пива в країні, належить в основному великими та середніми пивзаводам.

Починаючи з 2017 р. в Україні став розвиток малих пивзаводів, що мають обсяг 3000 Гл пива на рік. 123 виробника така була кількість їх у 2017 р., а вже в 2019 р. становила 204. Проте, виробництво пива такими підприємствами становить всього близько 3% від всього пива, що виготовляється в Україні.

Виробництво пива та споживання його до 2008 р. в Україні характеризувався зростанням, але вже з 2008 р. став початком падіння виробництва та споживання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р. Л.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Зотько Д.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	200375.КР.13.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Наприкінці 2013 р. та на початку 2014 р. прискорились темпи падіння виробництва, що було пов'язано з анексією Криму та військовими діями на сході України.

Проте, експорт пива з України зростає за рахунок його якості та конкурентності на ринку у світі.

Найбільші країни, що імпортували пиво у 2019 р. були: Бельгія – 18,6 млн. доларів США; Мексика – 15,1 млн. доларів США; Німеччина – 11,6 млн. доларів США)

Розвиток українського пивного ринку залежить в першу чергу від рівня достатку громадян та доступності пива. Вплив має також і сировина, її вартість та доступність.

Для забезпечення ринку пивом, необхідно щоб і було нове обладнання або проведена його якісна модернізація. Це дозволить випускати нові сорти пива з якісними показниками.

1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Розглянемо конструкції обладнання, що дозволяють забезпечувати відділення хмелю.

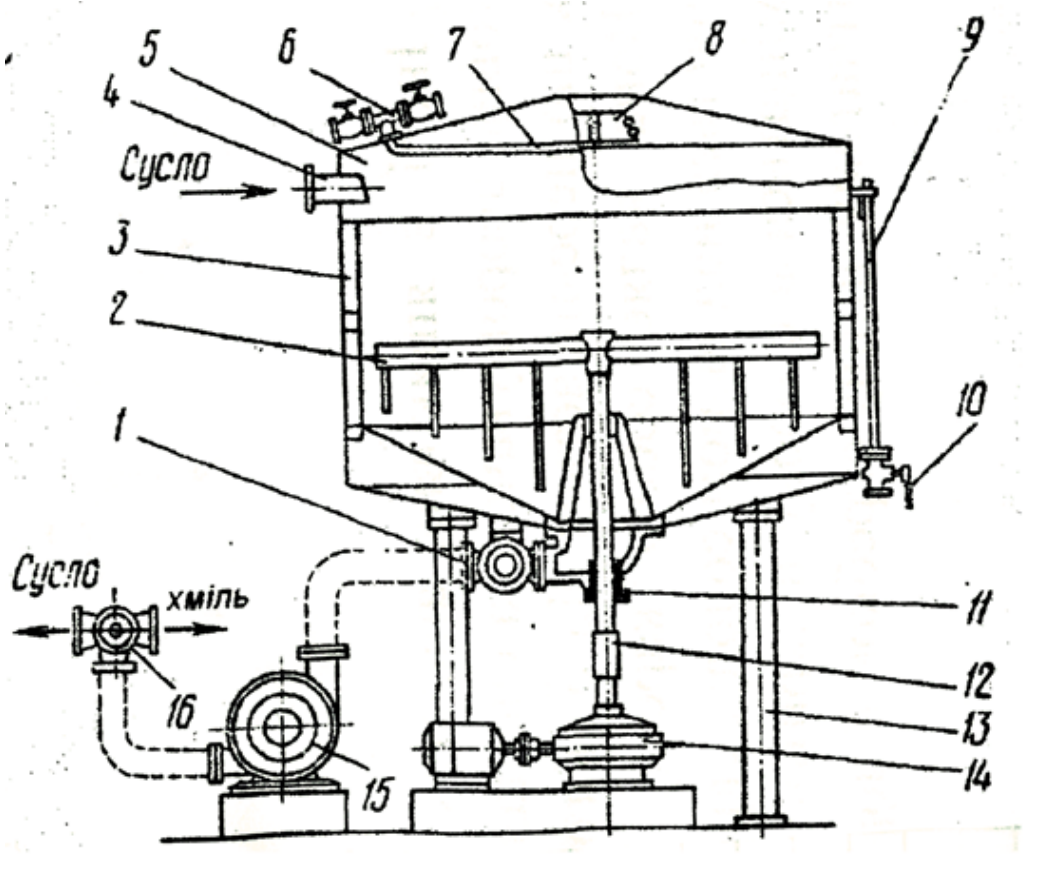


Рис. 1.1 Хмелевіддільник

1 – патрубок; 2 – розпушувач; 3 – сітчаста корзина; 4 – патрубок подачі сушла; 5 – корпус; 6 – запірна арматура; 7 – патрубок подачі води; 8 – зрошувач; 9 – показчик рівня; 10 – кран; 11 – втулка; 12 – вал; 13 – опора; 14 – редуктор; 15 – насос; 16 – вихідний патрубок

Хмелевіддільник представляє з себе циліндричний апарат, що має конічне днище та кришку напівсферичної форми. Для затримання листків хмелю, в середині корпуса апарату знаходиться корзина з сітки у формі конічного днища. Зверху над днищем встановлена мішалка, що приводиться

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якобчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зотько Д.В.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	200375.KP.13.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/5

в рух електродвигуном з редуктором. Зрошувач для промивки хмелевої шротини знаходиться вгорі, у кришці є люк, збоку розташований показчик рівня.

Через вхідний патрубок здійснюється подача охмеленого сусла, а потім подається на сітчасту корзину, де осідають листки хмелю, а сусло витікає по днищу конічної форми і насосом викачується з апарату.

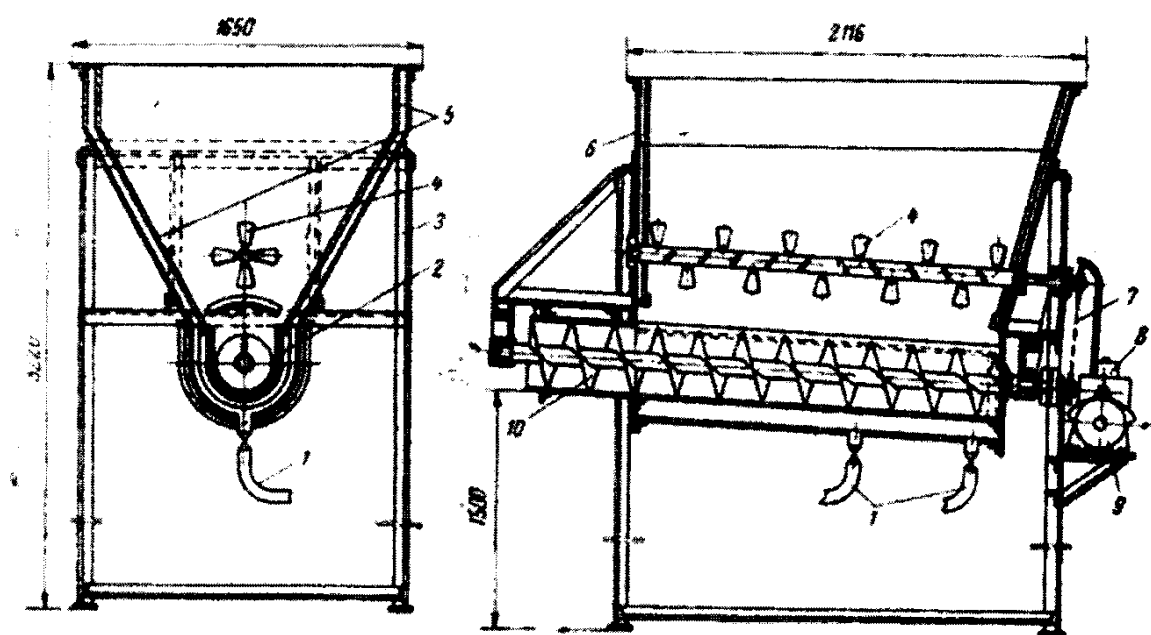


Рис. 1.2 Корзинчастий стікач

Стікачі корзинчастого типу – це розбірна прямокутна корзина, яка зроблена з дубових планок з дренажною решіткою, що розміщена на її дні. За допомогою замків зєднуються боковини. Приймач сусла, що стікає з кошика, представляє собою платформу на яку встановлюється кошик. У збірник відводиться накопичене сусло. Для полегшення вивантаження мезги, стікач встановлюють над пресами. В межах 4...6 мм зазор між планками корзини і планками дренажних ґрат, і становлять 1 м³. Існують і соморозвантажуючі стікачі.

Пристрій (рис. 1.3) являє собою циліндричну ємність 7 з дном 6 і конічною кришкою 10 з паропроводом 12, на якому встановлений шибер 13. На кришці є вікно 11 для подачі сировини та спостереження за процесом. Для запобігання тепловтратам і зниження температури зовнішніх поверхонь корпус апарату утеплений мінеральною ватою 8. Корпус та кришка виконані з нержавіючої сталі 12X18Н10Т. Всередині апарату знаходиться чотирилопатовий рамний змішувач 9, який рухається трифазним асинхронним електродвигуном АИР63В4 2 через хвильовий редуктор 3, які разом складають мотор-редуктор (потужність 0,37 кВт). Кріплення рамної мішалки розташоване у верхній частині пристрою. Конструкція кріплення забезпечує можливість регулювання положення мішалки по висоті пристрою вивчення її впливу ефективність процесу. Мішалка складається з пари верхніх та нижніх кілець, між якими встановлені чотири вертикальні лопаті. Верхні сегменти з'єднані горизонтальною пластиною, що кріпиться до приводного валу.

Для забезпечення різних режимів роботи змішувача необхідно передбачити можливість зміни швидкості. Загалом це можна зробити за допомогою гідроприводу, механічного варіатора, асинхронного двигуна з фазним ротором, приводу постійного струму або перетворювача частоти асинхронного двигуна.

Застосування перетворювача частоти 1 забезпечує плавний пуск змішувача без перевантажень, точне підтримання заданої швидкості, можливість дистанційного керування та підключення до комп'ютера, що дозволяє регулювати тривалість розгону та гальмування. Електроенергія від мережі 380, 50 Гц використовується для живлення електродвигуна.

Швидкість обертання мішалки визначається показаннями на панелі перетворювача частоти. Необхідну температуру всередині апарату створює

та підтримує ТЕН 5 (система обігріву складається з чотирьох ТЕНів ТЕНів загальною потужністю 6000 Вт), контрольований термометром опору ТСМ-50 та керований блоком управління. Температура у в діапазоні 20...100°З підтримувалася з точністю $\pm 0,02 \dots 0,05^\circ\text{З}$.

Видалення готового суслу з апарату здійснюється за патрубком 14, а хмелевого осаду та білкового осаду - патрубком 4.

2. Техніко-економічне обґрунтування

Одним із завдань, що є в харчовій промисловості – це використання прогресивних і енергозберігаючих технологій виготовлення продукції, а саме технологічного обладнання.

Модернізація (удосконалення) обладнання – це удосконалення конструкції, що дозволить збільшити продуктивність обладнання, яке модернізується, розширити його технологічні можливості, що досягнуть сучасних техніко-технологічних вимог, забезпечити економію енергоресурсів та умови праці. Це досягається шляхом малих змін в конструкції робочих органів установок та обладнання, а також у зміні конструкційних матеріалів та методів їх обробки.

В кваліфікаційній роботі пропонується модернізація хмелевіддільного апарату, що дозволить забезпечити збільшення його продуктивності та якісного відділення хмелю, шляхом удосконалення конструкції його шнека.

В роботі виконано відповідні розрахунки та конструктивні рішення, що забезпечує можливість якісної модернізації хмелевідділювача.

Модернізація даного апарату є економічною та має практичне значення для виробництва.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне обґрунтування	200375.КР.13.002 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту

В кваліфікаційній роботі розглянуто хмелевіддільний апарат, що використовується у виробництві пива. Розглянемо основні технологічні його моменти.

Опис технологічної схеми

Пиво – це ігристий напій, що освіжає із характерним хмелевим запахом і гірчинкою, який насичений вуглекислим газом, що утворений під час бродіння.

На схемі (рис. 3.1) представлений спрощений процес виробництва пива.

Змелений солод, проходячи магнітне очищення за допомогою магнітовловлювача 4, потрапляє у заторний апарат 5, що має перемішуючий пристрій і дві зовнішні сорочки (поверхні теплообміну з підведенням пари). На цьому етапі в затор додають ще деякі компоненти: кислоту, солі і т.д. В даному апараті відбувається нагрівання затору до певної температури, витримуючи мальтозну, білкову та оцукрюючу паузи. Коли закінчується процес перемішування заторної маси, її перекачують у другий заторний апарат 6, де відбувається нагрівання її до температури оцукрювання, а потім закінчення до процесу кипіння. Під час кипіння великі частинки затору розварюються, першу варку потім повертають у апарат 5, залишаючи затор у спокої для процесу оцукрювання.

Витримуючи затор при певній температурі, дозволяє гідролізувати крохмаль для зброджування цукрів таких як, мальтози, мальтотриози, глюкози та декстринів за допомогою дії ферментів солоду.

Готовий затор потім перекачують насосом для фільтрування у апарат 7. Сусло збирається і потім за допомогою насоса відбувається подача в сусловарильний апарат 8.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Характеристика вихідної сировини і готового продукту	200375.КР.13.003 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3	

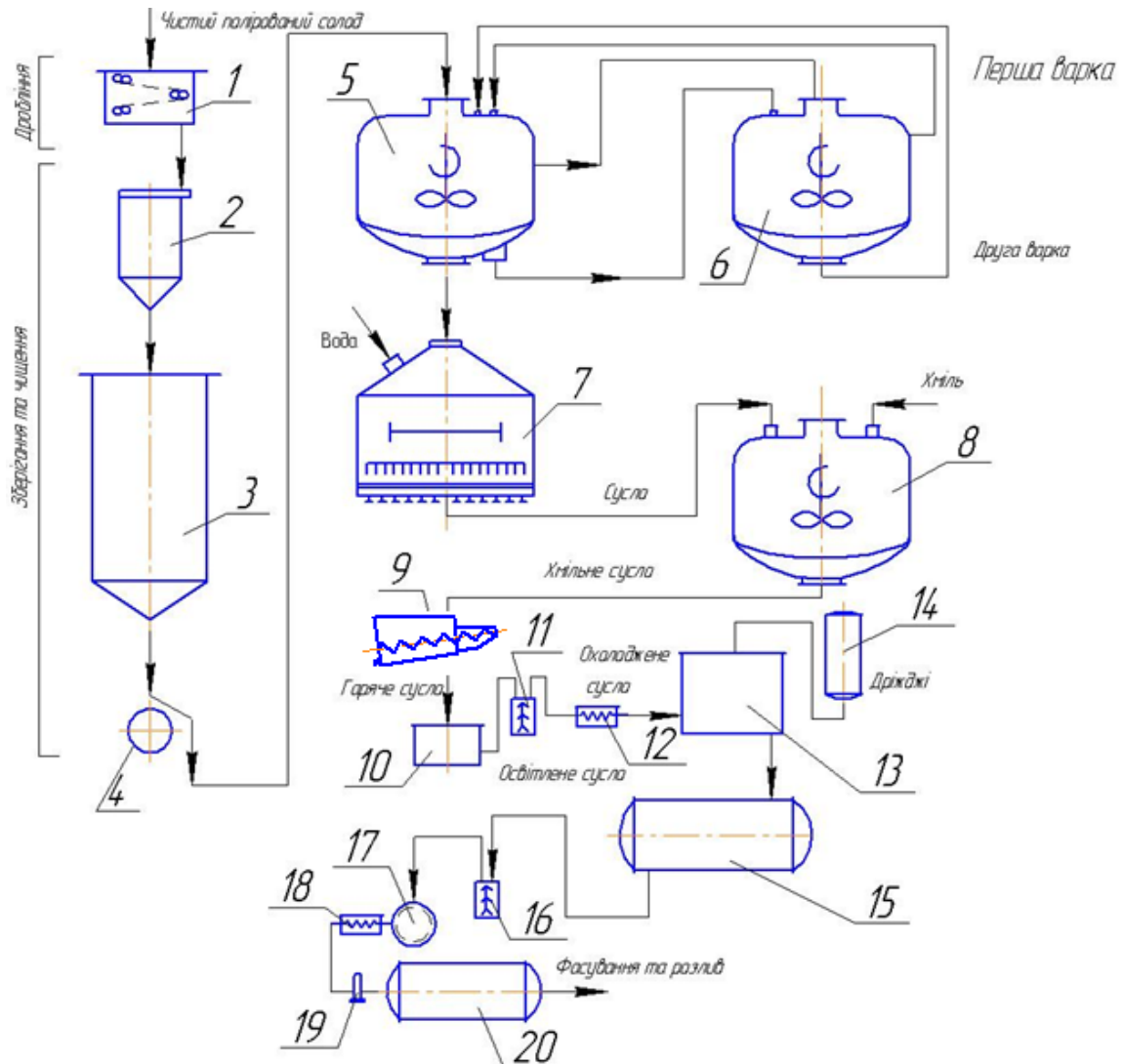


Рис. 3.1 Технологічна схема виробництва пива

Нагрівання сусла у котлі 8 відбувається до температури кипіння. У процесі кип'ятіння сусла задаються хмелюві продукти із дозаторів за допомогою циркуляційного насоса.

Коли сусло стає готовим, його подають насосом для відділення хмелевих листків у хмелевіддільник 9, затримуючи їх, а сусло направляється у збірник 10. У ньому витримують сусло 10...20 хв. для забезпечення осадження білкового осаду, що називають труб. Потім відбирають з верхнього трубопроводу освітлене сусло, потім – з нижнього. Осад та рештки сусла забирають з седиментаційного апарату з його конусної частини та

перекачують в збірник осаду. Гаряче сусло подається зі збірника 10 у сепаратор 11, де відбувається очищується від частинок.

Після сепаратора сусло перекачується для охолодження в теплообміннику 12. У ньому сусло охолоджується крижаною водою до температур 10...13 °С.

Потім відбувається подача сусла в бродильний апарат 13. У потоці до сусла додаються дріжджів вагою 0,5...0,6 кг/глі. Їх подають з збірників 14.

У танк 15 для доброджування надходить молоде пиво, де зброджується за температури 10...15 °С.

Молоде пиво, по закінченні бродіння, перекачують у сепаратор 16, де відділяють дріжджі, а також на фільтр 17. Після видалення дріжджів, пиво охолоджують у теплообміннику до температур 0...2 °С і направляють в ЦКТ.

На дільницю фільтрації пиво направляють після витримки в ЦКТ. Потім пиво карбонізують в апараті 19, збагачується вуглекислотою. Потім пиво зберігається у танках 20 до моменту його розливу.

Відокремлення сусла від хмельової шротини

Коли закінчують варити сусло, його швидко відділяють від хмелю, щоб хміль негативно не вплинув на колір та смак пива.

Для відокремлення сусла Від хмельової шротини відокремлення сусла здійснюють на хмелевіддільнику, подаючи на його сито. Хмелевіддільник розміщується під варильним апаратом, для забезпечення самоплиного подавання гарячого сусла. Після проходження сита, сусло за допомогою відцентрового насоса перекачується у відстійний апарат, а на ситі залишається хміль.

Розміри хмелевіддільника повинні бути значно великими (приблизно п'ята частина об'єму суслотварильного апарата), це забезпечить безперервне і швидке проходження сусла.

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання

4.1 Опис запропонованого технічного рішення

В кваліфікаційній роботі проведено удосконалення конструкції шнекового хмелевідділювача з метою збільшення продуктивності.

В результаті проведення удосконалення основна увага була акцентована на збільшення продуктивності хмелевіддільного апарату.

Завдяки точному дотримання технологічного режиму обладнання та рівномірність його роботи дозволяє зменшити його зношення та збільшення тривалості міжремонтного періоду, інтенсифікувати процес і застосувати прогресивні види технологій, які підвищують продуктивність та умови праці, підвищують організацію виробництва.

При удосконаленні хмелевіддільника, було проведено модернізацію шнека, також проведено ряд розрахунків, що стосуються безпосередньо даного апарату, розроблені заходи з охорони праці, встановили основні неполадки апарату, що виникають під час його експлуатації та шляхи (напрямки) їх усунення, а також представлено правила монтажу, експлуатації, діагности та ремонту даного обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання	200375.КР.13.004 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3	

4.2 Будова та принцип роботи обладнання

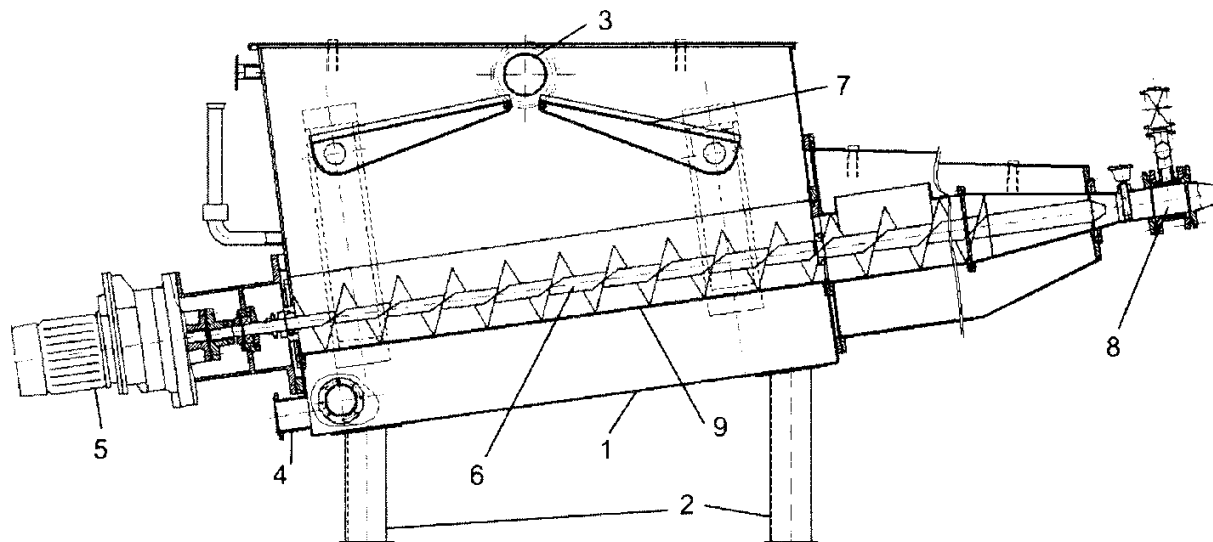


Рис. 4.1 Хмелевіддільний апарат

1 – корпус; 2 – опори; 3 – патрубок надходження сусла; 4 – патрубок відводу сусла; 5 – електродвигун; 6 – шнек; 7 – сита; 8 – пристрій для видалення хмелю; 9 – сито у формі днища

Хмелевіддільник шнекового типу призначений для відділення хмелю від сусла. Конструкція даного апарату є значно простою і водночас ефективною. Цей апарат у порівнянні з типовим має більшу продуктивність, що дозволяє відділити більше хмелю.

У даний апарат охмелене сусло подається через трубопровід патрубком 3, що розташований у верхній частині апарату, потрапляючи на сита 7, встановлені з певним кутом. Пройшовши через сита, сусло розподіляється по всьому об'ємі апарату, при цьому, на ситах затримується частина хмелю. Під ситами знаходиться шнек 6 під певним кутом, обертання якого забезпечує електродвигун 5.

Сито 9, що має форму шнека, знаходиться під ним із зазором у 1 мм, що дозволяє суслу стікати в низ апарату, а на ситі затримується хміль. Обертання шнеку забезпечує транспортування хмелю до пристрою 8 і повітрям виводить за межі хмелевіддільника. З хмелевіддільника сусло

відводиться через патрубок 4 насосом і направляється на освітлення у сепаратор.

5. Вибір конструкційних матеріалів

Основна частина деталей та складових обладнання харчового виробництва зазнають впливу значних навантажень. Тому, ці матеріали, що використовуються для виготовлення обладнання, повинні бути міцними та забезпечувати контактування з харчовою продукцією.

Деталі обладнання та устаткування, які контактують з продуктами харчування до складу яких входять різні органічні кислоти – виготовляють з корозієстійких сталей. Продукти, що обробляються, не повинні вступати в хімічні реакції з матеріалами, з яких виготовлені деталі та не повинні впливати на склад харчових продуктах. Ось тому і від правильного вибору конструкційних матеріалів деталей буде залежати висока якість харчових продуктів та термін експлуатації самого обладнання.

Складові частини конструкції шнекового хмелевіддільника виготовляються з таких матеріалів:

- внутрішній корпус апарата, решітка та усі деталі і вузли, що контактують з продуктом – з корозієстійкої сталі AISI 316 (ДСТУ 7806:2015) або якщо на наше маркування, то такі ж властивості має 12X18H10 (ДСТУ 7809:2015);

- зовнішні частини апарату, опори та інші конструктивні елементи – виготовлятимуться зі сталей: 12X17 (ДСТУ 7809:2015); сталі 45 (ДСТУ 7809:2015) або AISI 304 (ДСТУ 7806:2015); сталь Ст3 – ДСТУ 7809:2015;

- з'єднувальні елементи (болти, гайки, шайби) – із сталі 35 (ДСТУ 7809:2015).

Решта деталей з яких складається шнековий хмелевіддільник це в основному стандартні покупні деталі (підшипники, манжети і т. д.), що виготовлені з матеріалу передбаченим стандартом.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р. Л.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Зотько Д.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів	200375.KP.13.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Позначення нержавіючих сталей, які широко використовуються у харчовій промисловості

AISI	DIN (Німеччина) / EN	ДСТУ 7809:2015	Хімічний склад					
			C%	Cr%	Ni%	Mo%	Ti%	N%
304	DIN 1,4307 (EN X2CrNi18-9)	08X18H10	<0.03	18	9			
316	DIN 1,4435 (EN X2CrNiMo18-14-3)	08X18H13	<0.03	18	14	3		
410	DIN 1,4006 (EN X12Cr13)	12X13	<0.12	13	<0.75			
409	DIN 1,4012 (EN X2CrTi12)	08X13	<0.03	11.5			<0.6	
329	DIN 1,4460 (EN X3CrNiMoN27-5-2)	08X17H13	<0.05	27	5.5	1.7		<0.2

6. Розрахункова частина

Визначення продуктивності шнека.

Визначаємо кількість пресованого шикованого хмелю виходячи із гiркоти сусли в г/дал гарячого сусли:

$$H_0 = \frac{G_c \cdot 10^4}{(\alpha + 1) \cdot (100 - W)} = \frac{1.5 \cdot 10^4}{(2.5 + 1) \cdot (100 - 1.3)} = 43.42 \text{ г / дал}, \quad (6.1)$$

де G_c – величина гiркоти сусли, г/дал; α – вміст α -кислот в пресованому хмелі %, W – вологість пресованого хмелю, %. Згідно вимог до хмелю.

Приймаємо що з 1 г сухого хмелю виходить 5.5 г хмельової шротини.

$$H = H_0 \cdot 5.5 = 43.4 \cdot 5.5 = 238.72 \text{ г / дал}, \quad (6.2)$$

Продуктивність хмелевіддільника $\Pi = 2000$ дал/год.

Необхідна продуктивність шнека хмелевіддільника:

$$\Pi_u = H_0 \cdot \Pi \cdot K_s = 238.7 \cdot 2000 = 477400 \text{ г / год} = 477.4 \text{ кг / год}. \quad (6.3)$$

Крок гвинта $t = 190$ мм

Зовнішній діаметр гвинта $D = 250$ мм

Проекція довжини шнека на горизонтальну площину $L_T = 3056.8$ мм

Висота транспортування $H = 538.9$ мм

Продуктивність шнека визначається за формулою:

$$\Pi_u = 60 \frac{\pi D^2}{4} t \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C = 47 D^2 \cdot t \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C, \quad (6.4)$$

$C = 0.8$ – поправочний коефіцієнт, який залежить від кута нахилу шнека;

$\psi = 0.4$ – коефіцієнт заповнення.

Кінематичний розрахунок

Частота обертання шнека:

$$n = \frac{\Pi_u}{47 D^2 \cdot t \cdot \psi \cdot \rho \cdot C} = \frac{477.4}{47 \cdot 0.25^2 \cdot 0.19 \cdot 0.4 \cdot 700 \cdot 0.8} = 26.7 \text{ об / хв}, \quad (6.5)$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якобчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зотько Д.В.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	200375.КР.13.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/7

Найбільшу допустиму частоту обертання визначимо за формулою:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{65}{\sqrt{0.25}} = 130 \text{ об/хв} \quad (6.6)$$

де A – коефіцієнт;

$$n = 26.7 \leq n_{\max}$$

Потужність обумовлена силами опору підйому хмельової шротини і силами опору тертя:

$$N = \frac{\Pi \cdot H}{0.36} + \frac{\Pi \cdot L \cdot w'}{0.36} = \frac{477.4 \cdot 0.5389}{0.36} + \frac{477.4 \cdot 3.0568 \cdot 1.2}{0.36} = 5.38 \text{ кВт} \quad (6.7)$$

де w' – загальний коефіцієнт опору.

Визначаємо потрібну потужність на вхідному валу привода

За отриманими значеннями N вибираємо електродвигун, $N_{\text{дв}} = 5.5$ кВт

Тип електродвигуна – АИРМ132М8

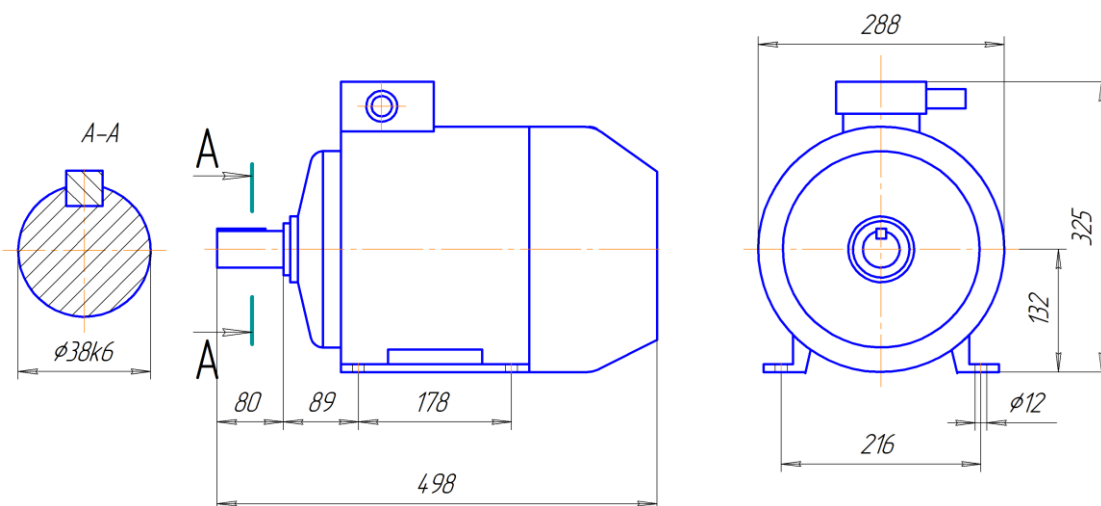


Рис. 6.1 Ескіз електродвигуна

$n_{\text{дв}}^c = 750$ об/хв – синхронна частота обертання;

$n_{\text{дв}}^{ac} = 710$ об/хв – асинхронна частота обертання.

Визначаємо передаточне число привода і виконуємо розбивку передаточного числа по складових приводу

$$\text{Передаточне число привода: } U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{дв}}^{ac}}{n_{\text{вих}}} = \frac{710}{26.7} = 26.6, \quad (6.8)$$

Обираємо редуктор типу 1Ц2У-100

Передаточне число редуктора $U_{\text{дв}} = 25$

К.К.Д. редуктора $\eta_{\text{ред}} = 0.97$

Частота обертання вхідного вала $n = 710$ об/хв

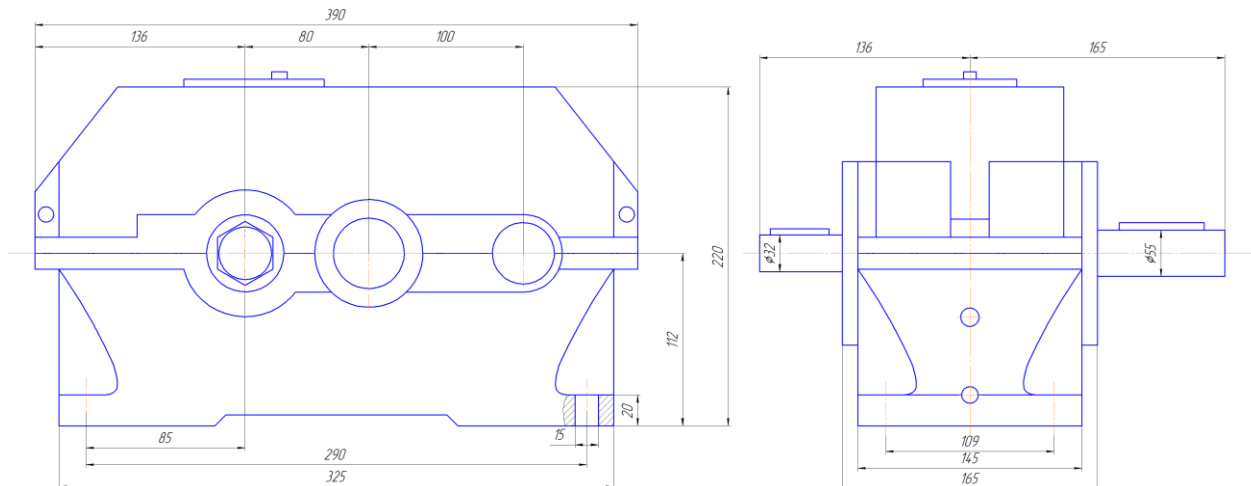


Рис. 6.2 Ескіз редуктора

$$\text{К.К.Д. привода: } \eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{м}}^2 \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{н.п.}} = 0.99^2 \cdot 0.97 \cdot 0.99 = 0.94, \quad (6.9)$$

Визначаємо частоти обертання і кутові швидкості на валах

$$n_1 = n_2 = n_{\text{дв}} = 710 \text{ об/хв} \quad (6.10)$$

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3.14 \cdot 710}{30} = 74.3 \text{ рад/с} \quad (6.11)$$

$$n_3 = n_4 = \frac{n_2}{U_{\text{ред}}} = \frac{710}{25} = 28.4 \text{ об/хв} \quad (6.12)$$

$$\omega_3 = \omega_4 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3.14 \cdot 28.4}{30} = 2.97 \text{ рад/с} \quad (6.13)$$

Визначаємо потужність на валах приводу

$$N_1 = N_{\text{вх}} = 5.38 \text{ кВт}; \quad (6.14)$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{м}} = 5.38 \cdot 0.99 = 5.32 \text{ кВт}; \quad (6.15)$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{ред}} = 5.32 \cdot 0.97 = 5.16 \text{ кВт}; \quad (6.16)$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{м}} = 5.16 \cdot 0.99 = 5.1 \text{ кВт}; \quad (6.17)$$

Визначаємо крутні моменти на валах

$$T_1 = T_{\text{ex}} = 1000 \frac{N_{\text{ex}}}{\omega_{\text{ex}}} = 1000 \frac{5.38}{74.3} = 72.4 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.18)$$

$$T_2 = T_1 \cdot U_m \cdot \eta_m = 72.4 \cdot 1 \cdot 0.99 = 71.7 (\text{ Н} \cdot \text{м}) \quad (6.19)$$

$$T_3 = T_2 \cdot U_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{ред}} = 71.7 \cdot 25 \cdot 0.97 = 1774 (\text{ Н} \cdot \text{м}) \quad (6.20)$$

$$T_4 = T_3 \cdot U_m \cdot \eta_m = 1774 \cdot 1 \cdot 0.99 = 1756 (\text{ Н} \cdot \text{м}) \quad (6.21)$$

Зводимо всі отримані дані в таблицю для подальшої зручності використання отриманих значень.

Табл. 6.1 Дані кінематичного розрахунку

№	N , кВт	n , хв ⁻¹	T , Н·м	ω, рад/с
1	5.38	710	72.4	74.3
2	5.32	710	71.7	74.3
3	5.16	28.4	1774	2.37
4	5.1	28.4	1756	2.37

Поздовжню силу, що діє на гвинт, визначимо за формулою:

$$P = \frac{T}{r \cdot \text{tg}(\alpha + \rho_2)} = \frac{1756}{0.1 \cdot \text{tg}(16.8 + 26)} = 18961 \text{ Н} \quad (6.22)$$

де r – радіус, на якому діє сила P , $r = 0.8 \frac{D}{2} = 0.8 \frac{0.25}{2} = 0.1 \text{ м}$

α – кут підйому гвинтової лінії шнека на радіусі r , який визначається за

$$\text{рівнянням } \text{tg} \alpha = \frac{S}{2\pi r} = \frac{0.19}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.1} = 0.3024$$

Звідси $\alpha = 16.8^\circ$

ρ_2 – кут тертя між вантажем і поверхнею гвинта

$$\text{tg} \rho_2 = \mu_2 = 0.5 \text{ або } \rho_2 = 26^\circ$$

Вибір муфт

Для передачі крутного моменту від валу I, $d_1=38\text{мм}$, до валу II, $d=32\text{мм}$, обираємо муфту пружну втулко-пальцеву.

Небезпечною деформацією для пальців муфти являється згинання:

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_x} \leq [\sigma_{32}], \text{ де } M_{32} - \text{ згинальний момент, } W_x - \text{ осьовий момент опору, } [\sigma_{32}]$$

– допустиме напруження на згинання, для сталі 45 $[\sigma_{32}] = 100$ МПа

$$M_{32} = P \cdot l_1 = \frac{2 \cdot T}{D_1} \cdot l_1 = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{105} \cdot 18 = 24822 \text{ Н мм} \quad (6.23)$$

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 14^3}{32} = 267 \text{ мм}^3 \quad (6.24)$$

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_x} = \frac{24822}{267} = 92 \leq [\sigma_{32}] = 100 \text{ МПа} \quad (6.25)$$

Напруження зминання для втулки:

$$\sigma_{3M} = \frac{P}{A_{3M}} \leq [\sigma_{3M}], \text{ де } P = \frac{2 \cdot T}{D_1} = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{105} = 1379 \text{ Н} \quad (6.26)$$

Площа зминання: $A_{3M} = d \cdot (l_1 - s) = 14 \cdot (18 - 5) = 182 \text{ мм}^2$

$$\sigma_{3M} = \frac{P}{A_{3M}} = \frac{1379}{182} = 7.5 \leq [\sigma_{3M}] \quad (6.27)$$

Для передачі крутного моменту від валу III, $d_1 = 55$ мм, до валу IV, $d = 50$ мм, обираємо муфту пружну втулко-пальцеву

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_x} \leq [\sigma_{32}], \text{ де } M_{32} - \text{ згинальний момент, } W_x - \text{ осьовий момент опору, } [\sigma_{32}]$$

– допустиме напруження на згинання, для сталі 45 $[\sigma_{32}] = 100$ МПа

$$M_{32} = P \cdot l_1 = \frac{2 \cdot T}{D_1} \cdot l_1 = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{190} \cdot 30 = 22861 \text{ Н мм} \quad (6.28)$$

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 14^3}{32} = 267 \text{ мм}^3 \quad (6.29)$$

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_x} = \frac{22861}{267} = 84 \leq [\sigma_{32}] = 100 \text{ МПа} \quad (6.30)$$

Напруження зминання для втулки:

$$\sigma_{3M} = \frac{P}{A_{3M}} \leq [\sigma_{3M}], \text{ де } P = \frac{2 \cdot T}{D_1} = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{190} = 762 \text{ Н} \quad (6.31)$$

Площа зминання: $A_{3M} = d \cdot (l_1 - s) = 14 \cdot (30 - 5) = 350 \text{ мм}^2$

$$\sigma_{3M} = \frac{P}{A_{3M}} = \frac{762}{350} = 2.17 \leq [\sigma_{3M}] \quad (6.32)$$

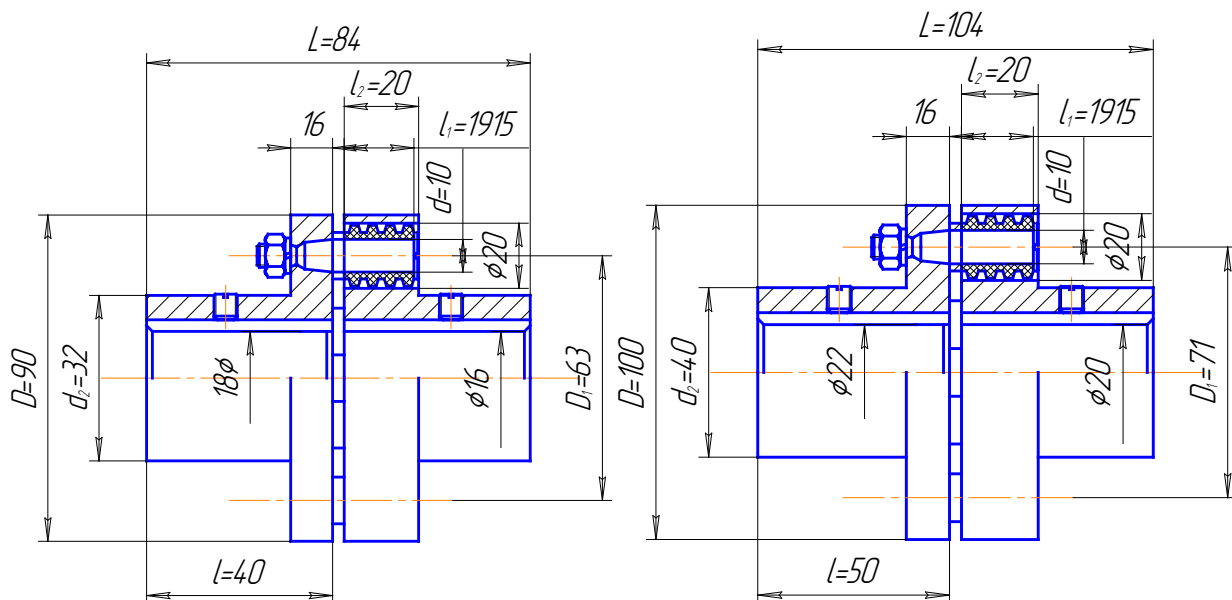


Рис. 6.3 Ескіз муфти

Для закріплення муфти на валах I і II приймаємо шпонки, матеріал шпонок сталь 45.

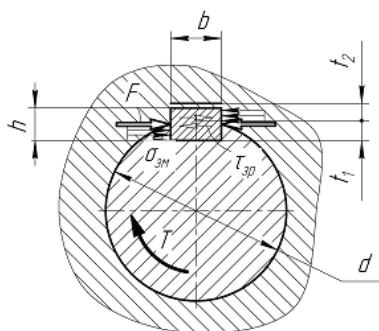


Рис. 6.4 Ескіз шпонкового з'єднання

На валу I

Діаметр вала: $d_{дв}=38$ мм

Переріз шпонки: $b=12$ мм; $h=8$ мм

Довжина: $l=28$ мм

Глибина шпоночного паза: $t_1=5$ мм;

$t_2=3.6$ мм.

На валу II

Діаметр вала: $d=32$ мм

Переріз шпонки: $b=10$ мм; $h=8$ мм

Довжина: $l=25$ мм

Глибина шпоночного паза: $t_1=5$ мм; $t_2=3.3$ мм.

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок и пазів являється зминання від крутного моменту T :

$$\sigma_{змі I} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{38 \cdot 16 \cdot (8 - 5)} = 79.4 \leq [\sigma_{зм}] = 130 \text{ МПа} \quad (6.33)$$

$$\sigma_{змі II} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 71.7 \cdot 10^3}{32 \cdot 15 \cdot (8 - 5)} = 99.6 \leq [\sigma_{зм}] = 130 \text{ МПа}$$

де $l_{p1}=l-b=28-12=16$ мм

$l_{p2}=l-b=25-10=15$ мм

Для закріплення муфти на валах III і IV приймаємо шпонки, матеріал шпонок сталь 45.

На валу III

Діаметр вала: $d=55$ мм

Переріз шпонки: $b=16$ мм; $h=10$ мм

Довжина: $l=160$ мм

Глибина шпоночного паза: $t_1=6$ мм;

$t_2=4.3$ мм.

На валу IV

Діаметр вала: $d=50$ мм

Переріз шпонки: $b=16$ мм; $h=10$ мм

Довжина: $l=100$ мм

Глибина шпоночного паза: $t_1=6$ мм; $t_2=4.3$ мм.

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок и пазів являється зминання від крутного моменту T :

$$\sigma_{змі III} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 1774 \cdot 10^3}{55 \cdot 144 \cdot (10 - 6)} = 111 \leq [\sigma_{зм}] = 130 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{змі IV} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 1756 \cdot 10^3}{50 \cdot 144 \cdot (10 - 6)} = 121 \leq [\sigma_{зм}] = 130 \text{ МПа}$$

де $l_{p3}=l-b=160-16=144$ мм

$l_{p4}=l-b=160-16=144$ мм

7. Технологічний маршрут виготовлення деталі

Для підбору технології виготовлення деталі у даному розділі кваліфікаційної роботи пропоную деталь типу напівмуфта, що знаходиться в зоні ущільнення шнека.

Ознайомившись з технологією виготовлення деталі, складаємо технологічний маршрут, враховуючи рекомендації щодо оброблення поверхонь з точними розмірами. Технологічний маршрут виготовлення валу наведено у таблиці 1.

Розмір, за яким ведемо розрахунок - $\varnothing 60.5 \text{ Н9}$. Поверхня обробляється чорновим та чистовим точінням.

1. Припуск на чистове точіння

$$Z_{2\min} = R_{Z1} + D_1 + \sqrt{T_{np1}^2 + \varepsilon_{y2}^2} = 20 + 40 + \sqrt{100^2 + 100^2} = 201.421 \text{ мкм}$$

де R_{Z1} - висота мікронерівностей

D_1 - глибина дефектного шару

T_{np1} - сумарне значення просторових похибок

ε_{y2} - похибка установа

$$\text{деталі } Z_{2\max} = Z_{2\min} + T_1 - T_2 = 201.421 + 84 - 33 = 252.421 \text{ мкм}$$

$$Z_{2\text{ном}} = \frac{Z_{2\max} + Z_{2\min}}{2} = \frac{252.421 + 201.421}{2} = 226.921 \text{ мкм}$$

2. Припуск на чорнове точіння

$$Z_{1\min} = R_{Z0} + D_0 + \sqrt{T_{np0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} = 100 + 150 + \sqrt{1500^2 + 100^2} = 1753 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{сум}} = Z_{2\text{ном}} + Z_{1\min} = 226.921 + 1753 = 1980 \text{ мкм}$$

Приймаємо сумарний припуск

$$Z_{\text{сум}} = 2000 \text{ мкм} = 2 \text{ мм}$$

3. Знаходимо коефіцієнт використання матеріалу

$$V_{\text{заг}} = 1225 \text{ мм}^3 - \text{об'єм заготовки}$$

$$V_{\text{дет}} = 468 \text{ мм}^3 - \text{об'єм деталі}$$

$$K_M = \frac{V_{\text{дет}}}{V_{\text{заг}}} = \frac{468}{1225} = 0.38$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Зотько Д.В.	Назва, додаткова назва Технологічний маршрут виготовлення деталі	200375.КР.13.007 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/7

Таблиця 1. Технологічний маршрут

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
1	2	3
10 10.1	Заготівельна Вилити заготовку зі сталі 20Х ГОСТ 4543-71	Витримати технологічний процес лиття під тиском
20 20.1 20.2 20.3 20.4 20.5 20.6 20.7	Токарна УЗЗ Торцювати поверхню 1 $z=2$ Точити поверхню 2 витримуючи $l=13$ мм Точити поверхню 3 витримавши $l=13$ мм Точити поверхню 4 $\varnothing 60.5$ Н9 начорно Точити поверхню 4 $\varnothing 60.5$ Н9 начисто Точити канавку $\varnothing 67$ ширина 5 мм Зняти фаску 1x45	Токарно-гвинторізний 16К20 3-кулачковий патрон Різець правий прохідний відігнутий, Т15К6, $\varphi=45^{\circ}$, $\gamma=10^{\circ}$, $\alpha=8^{\circ}$; $V_x H_x L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1 Різець підрізний, Т15К6, $\varphi=90^{\circ}$ Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi=90^{\circ}$, $\varphi_1=150$, $\beta=75^{\circ}$, ШЦІ 125,0,1 ГОСТ 166-89 Різець розточний, Т15К6, $\varphi=90^{\circ}$, $\varphi_1=150$, $\beta=75^{\circ}$, ШЦІ 125,0,1 ГОСТ 166-89 Різець розточний, Т15К6, $\varphi=90^{\circ}$, $\varphi_1=150$, $\beta=75^{\circ}$, ШЦІ 125,0,1 ГОСТ 166-89 Різець канавочний, Т15К6, $b=5$; Т15К6, ШЦІ 125,0,1 ГОСТ 166-89 Різець правий прохідний відігнутий, Т15К6, $\varphi=45^{\circ}$, $\gamma=10^{\circ}$, $\alpha=8^{\circ}$; $V_x H_x L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
30 30.1 30.2	Токарна УЗЗ Торцювати поверхню 1 $z=2$ Зняти фаску 1x45	Токарно-гвинторізний 16К20 3-кулачковий патрон Різець правий прохідний відігнутий, Т15К6, $\varphi=45^{\circ}$, $\gamma=10^{\circ}$, $\alpha=8^{\circ}$; $V_x H_x L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1 Різець правий прохідний відігнутий, Т15К6, $\varphi=45^{\circ}$, $\gamma=10^{\circ}$, $\alpha=8^{\circ}$; $V_x H_x L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
40 40.1	Фрезерна УЗЗ Фрезерувати 3 поверхні $\varnothing 12$ на глибину 4 мм	Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81Г Поворотний стіл, лещата Кінцева фреза $\varnothing 12$ мм

50	Свердлильна УЗЗ	Свердильний верстат 2А125
50.1	Свердлити 3 отвори $\varnothing 6$ мм	Упор, оправка, ділильна головка Свердло $\varnothing 6P6M5$, ШЦІ
60	Шліфувальна УЗЗ	Плоскошліфувальний верстат
60.1	Шліфувати поверхню 1	Поворотний стіл

Токарна операція

Перехід 20.1

Торцювати заготовку $D_{заг} = 77$ мм

1. Глибина різання

$$t = 2 \text{ мм}$$

2. Обираємо подачі з рекомендованого діапазону 0.2-0.5 мм/об, узгоджуючи з паспортними даними верстата 16К20

$$S_B = 0.5 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

3. Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$$V = \frac{C_V}{T^{0.2} t^{0.15} S_B^{0.35}} = \frac{120}{120^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 52.912 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

де $C_V = 120$ - коефіцієнт що враховує умови різання

$T = 120 \text{ хв}$ - період стійкості інструмента

4. Розрахункова частота обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 52.912}{3.14 \cdot 77} = 218.7 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Узгоджуємо частоту обертання шпинделя з паспортними даними верстата

$$n_B = 200 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

6. Фактична швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 77 \cdot 200}{1000} = 48.356 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

7. Довжина обробки

$$L_d = 202 \text{ мм}$$

8. Основний час

$$t_{01} = \frac{L_d}{n_B \cdot S_B} = \frac{201}{200 \cdot 0.5} = 2.02 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час

$$t_{д1} = 1хв$$

10. Час виконання переходу

$$T_{он1} = t_{01} + t_{д1} = 2.02 + 1 = 3.02хв$$

11. Загальний операційний час

$$T_{заг} = 3.02хв$$

12. Час на обслуговування робочого місця, перерву, відпочинок і природні потреби

$$T_{обсл} = \frac{4 + 7.5T_{заг}}{100} = \frac{4 + 7.5 \cdot 3.02}{100} = 0.266хв$$

13. Штучний час

$$T_{шт} = T_{заг} + T_{обсл} = 3.02 + 0.266 = 3.286хв$$

14. Підготовчо - завершувальний час

$$T_{пз} = 16хв$$

15. Кількість деталей у серії

$$n_c = 250шт$$

16. Калькуляційний час

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_c} = 3.286 + \frac{16}{250} = 3.35хв$$

17. Норма виробітку за 1 год

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{3.35} = 17шт$$

Фрезерна операція

Перехід 40.1

Фрезерувати 3 поверхні R6

1. Глибина фрезерування і кількість проходів фрези:

$$t = 4мм$$

$$i = 24$$

2. Обираємо подачу узгоджуючи з паспортними даними верстата 692P

$$S_z = 0.18 \frac{мм}{зуб}$$

$$D_\phi = 12мм$$

3. Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$$V = \frac{13.6 D_\phi^{0.3}}{T^{0.16} t^{0.3} S_B^{0.25}} = \frac{13.6 \cdot 12^{0.3}}{25^{0.16} \cdot 4^{0.3} \cdot 0.18^{0.25}} = 17.34 \frac{м}{хв}$$

де $T = 25 \text{ хв}$ - період стійкості інструмента

4. Розрахункова частота обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 17.34}{3.14 \cdot 12} = 460 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Узгоджуємо частоту обертання шпинделя з паспортними даними верстата

$$n_p = 450 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Фактична швидкість різання

$$V_D = \frac{\pi D_\phi n_p}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 450}{1000} = 16.96 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

6. Хвилинна подача

$$S_{\text{мин}} = 2 \cdot S_Z n_p = 2 \cdot 0.18 \cdot 450 = 162 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}$$

7. Довжина обробки

$$L = 30 \text{ мм}$$

8. Основний час

$$t_{01} = \frac{L}{S_{\text{мин}}} \cdot t = \frac{30}{162} \cdot 4 = 3.2 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час

$$t_{D1} = 0.5 \text{ хв}$$

10. Час виконання переходу

$$T_{on1} = t_{01} + t_{D1} = 3.2 + 0.5 = 3.7 \text{ хв}$$

11. Час на обслуговування робочого місця, перерву, відпочинок і природні потреби

$$T_{обм} = \frac{3.5 + 5.0 \cdot T_{on1}}{100} = \frac{3.5 + 5.0 \cdot 3.7}{100} = 0.22 \text{ хв}$$

12. Штучний час

$$T_{шт} = T_{on1} + T_{обм} = 3.7 + 0.22 = 3.92 \text{ хв}$$

13. Підготовчо - завершувальний час

$$T_{нз} = 7 \text{ хв}$$

14. Кількість деталей у серії

$$n_c = 250 \text{ шт}$$

15. Калькуляційний час

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n_c} = 3.92 + \frac{7}{250} = 3.948 \text{ хв}$$

16. Норма виробітку за 1 год

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{3.948} = 15 \text{шт}$$

Свердлильна операція

Перехід 50.1

Свердлити 3 отвори $\varnothing 6.0$ $d_{св} = 6.0 \text{мм}$

1. Глибина різання

$$t = \frac{d_{св}}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{мм}$$

2. Обираємо подачу узгоджуючи з паспортними даними верстата 2A125

$$S = 0.11 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

3. Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{12.1 \cdot d_{св}^{0.3}}{T^{0.4} t^{0.2} S_B^{0.65}} = \frac{12.1 \cdot 6^{0.3}}{25^{0.4} \cdot 3^{0.2} \cdot 0.11^{0.65}} = 19,261 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

де $T = 25 \text{хв}$ - період стійкості інструмента

4. Розрахункова частота обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000V}{\pi d_{св}} = \frac{1000 \cdot 19.261}{3.14 \cdot 6} = 1021 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Узгоджуємо частоту обертання шпинделя з паспортними даними верстата

$$n = 1000 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Дійсна швидкість обертання шпинделя

$$V_D = \frac{\pi d_{св} n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 6 \cdot 1000}{1000} = 18,847 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

1. Довжина обробки

$$L_D = 10 \text{мм}$$

6. Основний час

$$t_0 = \frac{L_D}{n \cdot S} = \frac{10}{1000 \cdot 0.11} = 0.1 \text{хв}$$

7. Допоміжний час

$$t_{D1} = 0.9 \text{хв}$$

8. Операційний час

$$T_{on} = 4 \cdot (t_0 + t_{D1}) = 4 \cdot (0.1 + 0.9) = 4 \text{хв}$$

9. Загальний операційний час

$$T_{заг} = 4.хв$$

10. Час на обслуговування робочого місця, перерву, відпочинок і природні потреби

$$T_{обтл} = \frac{6 + 7.5 \cdot T_{заг}}{100} = \frac{6 + 7.5 \cdot 4}{100} = 0.36хв$$

11. Штучний час

$$T_{шт} = T_{заг} + T_{обтл} = 4. + 0.36 = 4,36хв$$

12. Підготовчо - завершувальний час

$$T_{пз} = 15хв$$

13. Кількість деталей у серії

$$n_c = 250шт$$

14. Калькуляційний час

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_c} = 4.36 + \frac{15}{250} = 4,42хв$$

15. Норма виробітку за 1 год

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{4,42} = 13шт$$

8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту

Методи монтажу технологічного обладнання, конструкцій та трубопроводів в залежності від послідовності монтажних робіт поділяють на поточно-суміщений та послідовний, і залежно від організації виробництва механомонтажних робіт – на комплектно-блочний, крупноблочний, поточно-вузловий та безпідкладний.

Поточно-суміщений метод. Цей метод виробництва є найбільш прогресивним та економічним, потребує досконалої інженерно-економічної підготовки, сприяє скороченню термінів тривалості монтажу. Монтажні роботи виконують строго за розробленим графіком, узгодженому з усіма монтажними організаціями, які приймають участь у проведенні монтажних робіт, а також із замовником, який забезпечує доставку обладнання та матеріалів за узгодженими термінами. Роботи виконуються у такій послідовності: підготовлення фундаментів, залізобетонних і металевих площадок для монтажу обладнання, піднімання та встановлення у проектне положення важковагового обладнання та вузлів внутрішньоцехових трубопроводів перед монтажом плит міжетажєвих перекриттів, засоби перед монтажною ізоляцією апаратів, каналізаційних систем у підлогах перед облаштуванням гідроізоляції перекриттів (у приміщеннях із підвищеною вологістю) та ін.

Ефективність поточно-суміщеного методу монтажу обладнання та комунікацій досягається шляхом: укрупнення обладнання, мета конструкцій та трубопроводів перед їх монтажем на виробничих базах або площадках для укрупненого збирання; підвищення рівня механізації та коефіцієнта використання вантажопідйомних машин і механізмів; економії затрат на встановлення монтажних проємів, виносних площадок, виготовлення індивідуальних такелажних засобів; підвищення виробничості праці

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту	200375.KP.13008 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8	

монтажників та зниження собівартості механомонтажних робіт; скорочення тривалості будівництва (реконструкцій) об'єктів. Недоліком цього методу є додаткові затрати на захист змонтованого обладнання від пошкоджень у процесі загальнобудівельних та інших робіт.

Послідовний метод. Даний метод застосовують при монтажі обладнання, яке за технічними умовами може бути встановлене тільки в побудованих будівлях і приміщеннях, а також при незначному об'ємі монтажних робіт (технічному переоснащенні підприємств).

Комплектно-блочний метод. Монтаж обладнання та трубопроводів цим методом співставлений із максимальним перенесенням робіт із монтажного майданчика в умовах промислового виробництва (на підприємства-постачальники або виробничі бази монтажних організацій). В результаті цього забезпечується доставляння на площадки агрегованого обладнання у вигляді комплектів блочних засобів, які включають в себе опорні та обслуговуючі конструкції, технологічні трубопроводи, елементи електротехнічних та автоматизованих систем в границях групи машин (машини).

Крупноблочний метод. При цьому методі забезпечуються мінімальні терміни монтажу за рахунок доставки обладнання заводами-виготовлювачами у вигляді крупних комплектних блоків або укрупненої зборки на монтажній площадці до представлення робіт для встановлення обладнання та комунікацій.

Поточно-вузловий метод. Цим методом здійснюється монтаж обладнання, яке поступає з низьким ступенем заводської готовності. Основним принципом методу є безперервне та рівномірне за часом здійснення робіт, яке забезпечується наступними організаційно-технічними заходами: розділення технологічного процесу монтажу на складові процеси та операції; створення виробничого ритму; розділення праці між

виконувачами; суміщення процесів укрупнюючої зборки та монтажу у часі та просторі.

Безпідкладний метод. Монтаж обладнання цим методом здійснюється без застосування підкладок шляхом використання віджимних регулюючих пристроїв, вмонтованих у основу машини, інвентарних регулюючих підкладок та спеціального устаткування, установочних гайок спеціальної конструкції.

Успішно застосовуваний комплекс прогресивних і економічних методів монтажу обладнання та комунікацій склав поняття „швидкісний монтаж”. Використання швидкісного монтажу комплектно постачаємих технологічних ліній та установок дозволило скоротити нормативну тривалість монтажу обладнання на 20 – 25 %.

Обладнання, яке поступає із заводів-виготовлювачів у зібраному вигляді, не потребує складальних робіт при його монтажі. Монтаж технологічного обладнання зводиться в основному до його транспортування в зону монтажу; такелажним роботам всередині монтажної зони; розпакуванню, розконсервації; встановленню на фундамент, опорну металеву конструкцію, залізобетонне перекриття або чисту підлогу; вивірці у горизонтальній та вертикальній площинах, кріпленню фундаментними (анкерними) болтами; випробуванню холостою ходою.

Технологія монтажу обладнання, яке поступає окремими блоками, вузлами та складальними одиницями, включає наступні операції: *транспортування зі складу до місця монтажу; розпаковка та розконсервація; укрупнююча зборка; такелажні роботи; розміточні роботи; установка обладнання в проектне положення; вивірка в горизонтальному або вертикальному положеннях; перевірка паралельності, перпендикулярності та співвісності вузлів і деталей; кріплення на*

фундаменті; наладка; випробування холостою ходою та під навантаженням; прийом в експлуатацію.

Розглянемо детальніше технологію монтажу хмелевідділювача за наведеними вище пунктами.

1) транспортування зі складу до місця монтажу. Для перевезення даного апарату до місця монтажу можна використовувати залізничний транспорт, або річковий (за наявності шляхів сполучення). При вантаженні хмелевідділювача використовують спеціальний причеп-тягач, узгоджується схема вантаження, розвантаження, кріплення та маршрут руху. На території підприємства транспортування здійснюється також за допомогою спеціального транспорту.

2) розпаковка та розконсервація. Апарат звільняється від упаковки і проводиться очищення апарату від шару захисного покриття, та звільняються від покриття вузли та деталі апарату.

3) укрупнююча зборка. Проводиться приєднання до апарату шнека з приводом, пневмодроселя, та контрольно-вимірювальної арматури.

4) такелажні роботи. Переміщення хмелевідділювача здійснюється за допомогою підйомного крану (у вертикальному та горизонтальному положеннях).

5) розміточні роботи. Для вірної орієнтації апарату, розміточні роботи виконують за робочими кресленнями технологічної частини проекту. В якості технічних засобів для виконання розміточних робіт використовують сталеві рулетки, складальні метри, відвіси, кутники, струни. До спеціальних засобів відносять геодезичні та лазерні прилади, гідростатичні рівні, універсальні пристрої для розмітки осьових ліній. Основними розміточними операціями є паралельне перенесення головних осей апарату, розмітка взаємно перпендикулярних осей та перенесення осей по вертикалі на різні поверхи будівлі.

6) *установка обладнання в проектне положення.* Встановлюємо хмелевідділювача у встановлене місце монтажу.

7) *вивірка в горизонтальному або вертикальному положеннях.* Проводимо переміщення апарату у просторі для його вірної орієнтації у місці монтажу.

8) *перевірка паралельності, перпендикулярності та співвісності вузлів і деталей.* Правильність встановлення перевіряємо спеціальними приладами та пристроями із можливістю певних допустимих відхилень.

9) *кріплення на фундаменті.* Стійки апарату встановлюють на фундамент і прикріплюють до нього за допомогою чотирьох фундаментних (анкерних) болтів М16.

10) *наладка.* Проводимо підключення до апарату трубопроводів та інших допоміжних засобів і пристроїв, із обов'язковим дотриманням необхідних вимог.

11) *випробування холостою ходою та під навантаженням.* Після перевірки правильності монтажу апарату, електродвигуна з мішалкою та передачами, проводять випробування холостою ходою на протязі однієї години.

12) *прийом в експлуатацію.* Хмелевіддільний апарат здається в експлуатацію після проведення всіх монтажних робіт та після його випробування холостою ходою, шляхом підписання акту здачі в експлуатацію посадовою особою.

У разі виникнення несправностей у апараті, або після тривалого часу його експлуатації, необхідно провести ремонт.

Ремонт – це сукупність заходів по відновленню працездатності обладнання до рівня надійної експлуатації.

Перед початком ремонтних робіт проводять організаційно-технічну та матеріально-технічну підготовку. Головний механік підприємства через свої

служби (бюро ППР, конструкторське бюро та ін.) повинен забезпечити: розроблення річних та місячних планів-графіків профілактичних оглядів і ремонтів; облік і паспортизацію всього обладнання з присвоєнням кожній машині (агрегату) інвентарного номеру та заведення „формуляру” машини (агрегату); облік технологічного стану обладнання у виробничих цехах із заповненням змінним персоналом журналу прийому-здачі змін; наявність керівного персоналу (загального або по середньому та капітальному ремонтам); технічні вказівки на капітальний та середній ремонти з комплектом ремонтних креслень, а також каталог деталей та складальних одиниць; наявність норм витрат запасних деталей і матеріалів.

Річний план-графік ремонту складають на кожну одиницю обладнання на основі даних обліку роботи, відображених у „формулярі” машини, структури і тривалості міжремонтного циклу та відпрацьованого часу за період від останнього планового ремонту обладнання.

На основі затвердженого плану-графіка складають уточнені графіки на кожний місяць. Місячним графіком встановлюють рівномірне завантаження ремонтного персоналу, призначають відповідальних за проведення ремонтних робіт у встановлені терміни.

В процесі ремонту виконують наступні основні операції: чищення і миття обладнання; розбирання машини (агрегату) на вузли та деталі; чищення та миття вузлів і деталей; дефектація та сортування деталей; відновлення або заміна зношених деталей; балансування роторів; збирання машини (агрегату); індивідуальні випробування та здача в наладку.

Перед початком ремонту обладнання досконало миють та очищують від залишків продукту, змащення та інших забруднень. Поверхні, які контактують із продуктами, чистять щітками та йоржами, миють гарячими розчинами кальційованої або каустичної соди, гарячою водою та обробляють парою. Для чищення картерів обладнання їх промивають гарячим маслом,

гасом і гарячою водою. Застосування гасу , який має сильний запах , у виробничих цехах не допускається з метою усунення браку продукції, який виготовляється на машинах та апаратах , близько розміщені від ремонтуємого обладнання.

Перед розбиранням обладнання необхідно визначити особливості конструкції машини та розробити порядок її розбирання. При цьому слід встановити призначення та взаємодію окремих вузлів та деталей. В першу чергу знімають ті деталі та збиральні одиниці, які мішають подальшому розбиранню. Складне за конструкцією обладнання розбирають у наступному порядку: спочатку на групи складальних одиниць, групи – на окремі на окремі збірні одиниці, збірні одиниці – на деталі. Деталі необхідно складати у тій послідовності, в якій їх знімали з машини.

Збирання деталей виконують у порядку, оберненому розбиранню. При цьому керуються допусками, приведеними в інструкціях заводу-виготовлювача, та технічним умовам на виготовлення, комплектування та поставку.

Проведення ремонту обладнання проводять у такій послідовності: *основні можливі несправності та заходи для їх усунення; застосовувані пристрої, інструменти, матеріали; здача в експлуатацію після ремонту.*

1) *основні можливі несправності та заходи для їх усунення.* Можливими несправностями хмелевідділювача є: підтікання апарату у місцях зварних швів, місцях встановлення вентилів, кранів, запорної арматури, а також у місці обертання валу мішалки. Усунення таких недоліків можливе шляхом заміни ущільнюючих пристроїв або відновлення старих.

2) *застосовувані пристрої, інструменти, матеріали.* Електродугове зварювання проводимо за допомогою електрозварювальних пристроїв (автоматів). Так як хмелевідділювач в основному виготовлений із нержавіючої сталі, тому електрозварювання необхідно проводити

електродами постійного струму. Також використовуємо допоміжні прилади та матеріали необхідні для проведення ремонту.

3) *здача в експлуатацію після ремонту.* Хмелевідділювач здається в експлуатацію після ремонту в два етапи – попередньо та остаточно. Попередньо апарат після ремонту приймає комісія в складі механіка цеху, представника ремонтної бригади, яка виконувала ремонт, наладчика, який обслуговує дану машину шляхом огляду та випробування холостою ходою. Остаточно апарат приймає та ж комісія після випробування апарату під навантаженням у виробничих умовах. Прийняття апарату із ремонту оформлюється актом прийому-здачі обладнання, який затверджує головний інженер підприємства.

Експлуатація апарату повинна проходити у такій послідовності: *підготовка обладнання до запуску; запуск обладнання; управління обладнанням; зупинка обладнання.*

1) *підготовка обладнання до запуску.* Перевіряємо чистоту апарату, правильність зборки, підключення трубопроводів, положення регулювальних та керуючих органів, блокувальних пристроїв, щільність у місцях з'єднання контрольно-вимірювальної арматури з апаратом, наявність сировини, її якість, відсутність у апараті сторонніх предметів, якість закриття оглядового люка, тощо.

2) *запуск обладнання.* Запуск проводимо шляхом ввімкнення подачі подрібненого суміші з хмелем та ввімкнення шнеку.

3) *управління обладнанням.* Досягнення оптимального режиму здійснюється за допомогою показань контрольно-вимірювальних приладів, а також приладів автоматизації процесу в апараті.

4) *зупинка обладнання.* Зупинка хмелевіддільного апарату проводиться шляхом вимкнення подачі, вимкнення шнеку та миттям апарату.

9. Опис системи управління

При роботі хмелевіддільника контролюються витрати промивної води, охмеленого сусла, хмелевої дробини, температура сусла на вході і на виході з обладнання, температура гарячої води, тиск який створюється при транспортуванні хмелевої дробини.

Специфікація на прилади і засоби автоматичного контролю і сигналізації

Поз.	Параметр, контролюється	Оптимальне значення параметру	Місце встановлення	Назва приладів та їх коротка характеристика	Тип моделі	Кіл.
1а 2а 3а	Температура	70 С ⁰ 105 С ⁰ 95 С ⁰	Прилади по місцю	Термоелектричний термометр з металевими електродами, виготовляється згідно з ГОСТ 6616-61. Межі вимірювання 0..600 С ⁰ Інерційність 210 с. Монтажна довжина 160-3200 мм.	ТХК-0806(ХК)	3
1б; 2б; 3б;			Прилади на щиті	Перетворювач здійснює лінійну залежність вихідного сигналу від вихідної температури.	ПТ-ТП-68	3
4а	Тиск	90 кПа	Прилади по місцю	Пружинний манометр. Датчик вимірювання тиску з уніфікованим електричним вихідним сигналом 0..5 мА. Межі вимірювання 0..100 кПа. Клас точності 0,6.	МП-Е2(9512)	1
5а; 6а; 7а; 8а;	Витрата	477,4 кг/год 100м ³ /год 2000 дал/год 86,8 кг/ год	Прилади по місцю	Індукційний витратомір. Діаметр умовного проходу 100 мм.	ІР-51	1

На рис. 9.1 схему автоматизації процесу охмелення сусла та відділення хмелю.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис системи управління	200375.КР.13.009 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

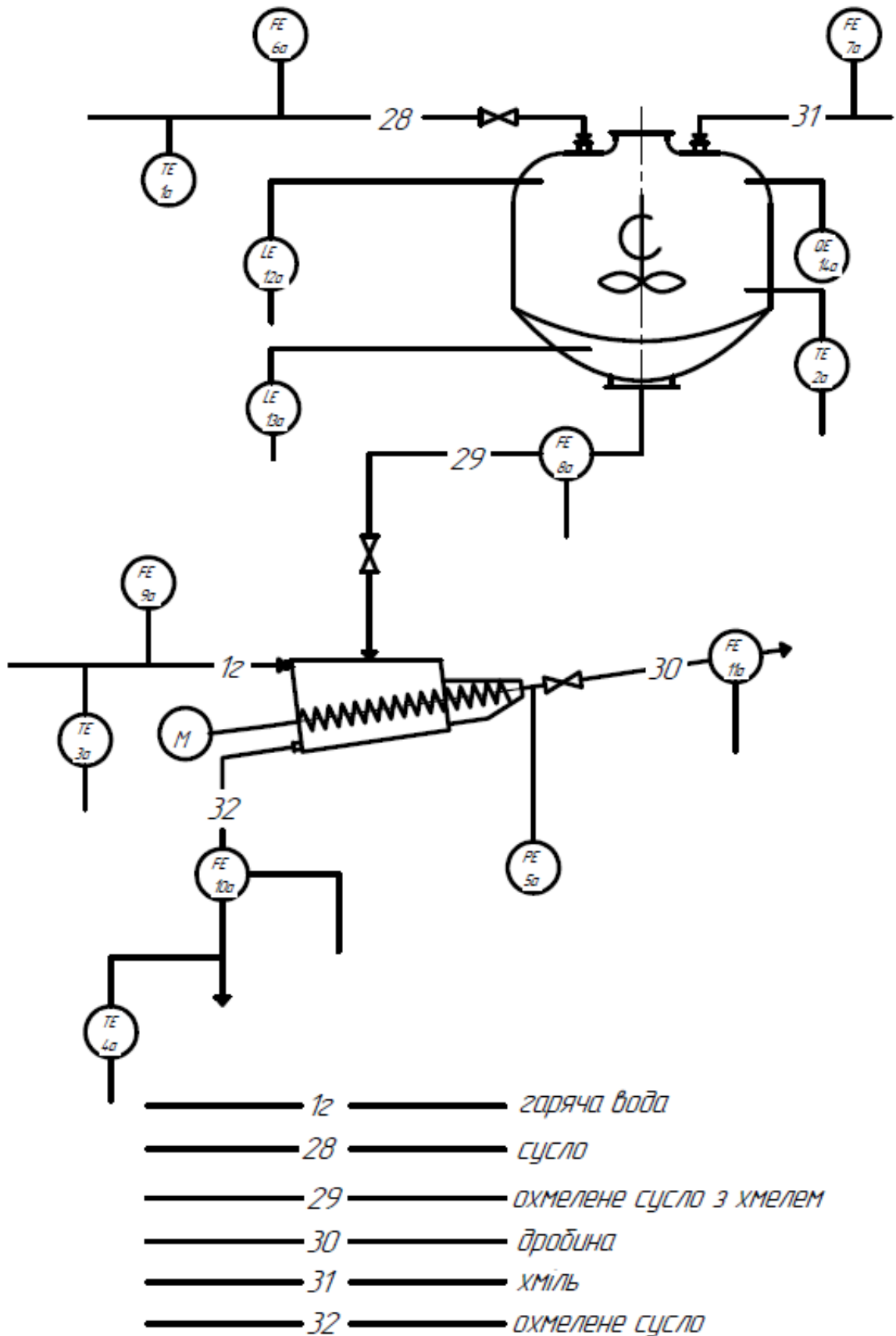


Рис. 9.1 Схема автоматизації процесу охмелення сусла та відділення хмелю

10. Заходи з охорони праці

У варильному відділенні пивзавода технологічні процеси супроводжуються виділенням у робочу зону газів, парів та надлишкової кількості теплоти, що негативно впливає на самопочуття та здоров'я працівників.

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників виробництва потрібно проаналізувати роботу обладнання яке встановлене у варильному відділенні пивзаводу.

Під час приготування солоду в повітря надходить зерновий пил, а в холодильних установках холодокомпресорного цеху знаходиться аміак, який є сильнотоксичною отруйною речовиною. Тому необхідно забезпечувати працівників засобами захисту від шкідливих речовин.

Мікроклімат

Людина внаслідок своєї життєдіяльності виділяє тепло в навколишнє середовище. Кількість цього тепла залежить від характеру виконуваної роботи.

Для нормального самопочуття потрібно щоб був налагоджений постійний відвід випромінюваного організмом тепла. Відведення тепла проходить з поверхні тіла людини за рахунок конвекції, випаровування вологи і випромінювання, а також з повітрям, яке людина видихає.

Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання будь-якої роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: температури, швидкості руху і відносної вологості. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату. Відхилення зазначених параметрів повітряного середовища від оптимальних норм створює

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці	200375.KP.13.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7

несприятливі метеорологічні умови, що призводять до погіршення самопочуття, передчасної втоми людини і зниження її працездатності.

Температура повітря впливає на інтенсивність тепловіддачі, оскільки її різниця є рухомою силою цього процесу. Чим більша ця різниця, тим інтенсивніше тіло людини віддає тепло в навколишнє середовище.

Швидкість переміщення повітря (рух) також значно впливає на віддачу тепла організмом у навколишнє середовище. З підвищенням швидкості руху повітря, як фактора, що посилює охолоджувану здатність, тепловіддача організму зростає.

На процес теплообміну суттєво впливає вологість повітря. Її підвищення (понад 85%) ускладнює процес терморегулювання організму, тому що високий парціальний тиск водяної пари в повітрі знижує інтенсивність процесу випаровування вологи з поверхні шкіри, а це може спричинити підвищення температури тіла і погіршення самопочуття (головний біль, втрата свідомості, тепловий удар).

Шкідливо також впливає на людину і надмірна сухість повітря (відносна вологість нижча 30%).

Загазованість

Під час роботи апаратів в повітря робочої зони не повинні потрапляти пари мийних та дезінфікуючих засобів, тому що під час проведення мийних та дезінфікуючих робіт проводиться лише внутрішня обробка апаратів які щільно закриваються.

Запиленість

Запиленість у відділенні пивзаводу не нормується, оскільки там немає обладнання, яке б виділяло пил (підвищена запиленість виникає у дробильному відділенні при сухому подрібненні солоду, але воно майже не використовується на теперішній час).

Шум

Дія шуму на людину залежить від багатьох факторів: характеристик шуму, тривалості дії, індивідуальних особистостей людини (її фізичного і психічного стану). Шкідлива дія шуму відбивається, перш за все, на органах слуху і відображається в трьох формах: втомлення слуху, шумові травми, професійна туговухість.

Шум шкідливо діє на фізіологічні процеси, що викликає: по-перше, звуження капілярів, підвищення артеріального тиску і розлад серцево-судинної діяльності, підвищення цукру в крові; а по-друге, спазми кишечника, зниження скорочень шлунку і виділення шлункового соку і слини, що приводить до виразки і гастритів.

Шум діє безпосередньо на кору головного мозку.

Отже, при роботі хмелевіддільного апарату (а саме двигуна приводу мішалки, двигунів насосів) необхідно застосовувати засоби індивідуального та колективного захисту. Засоби індивідуального захисту від шуму включають: протишумові навушники; протишумові вкладиші; протишумові шлеми та каски; протишумові костюми.

Вібрація

Небезпечними для людського здоров'я може виступати вібрація. Розрізняють загальну і локальну вібрацію. Загальна вібрація з частотою близькою до власної частоти коливання тіла людини або його органів найбільш небезпечна, так як може викликати механічний розлад або навіть розрив цих органів.

Систематична дія загальної вібрації може стати причиною вібраційного захворювання – стійких зрушень фізіологічних зрушень організму, обумовлених загальною дією вібрації на нервову систему людини, яка проявляється у вигляді головного болю, запаморочення голови, порушення серцевої діяльності.

Локальна вібрація викликає спазм судин, внаслідок чого іде порушення постачання крові, діє на нервову систему, м'язові і кісткові тканини, викликає порушення чутливості шкіри, твердіння сухожиль, м'язів і посилює відкладення солей в суглобах.

Вібраційне захворювання (віброзахворювання) – професійне захворювання і ефективне лікування якого можливо лише на початкових стадіях. В дуже важких випадках в організмі людини настають безповоротні зміни, які призводять до інвалідності, а тому для зниження ризику на це захворювання необхідно встановлювати на обладнання засоби для зниження вібрації яка створюється від перекачувань води, помелу та готового затору у технологічному процесі.

Освітленість

За видами джерела світла, що використовується, освітлення може бути природним, штучним і сполученим. На пивзаводі у варильному відділенні передбачено всі три види освітлення. відділення складається з двох поверхів. На другому поверсі, де розташовано пультаві, в світлі години доби використовують природне освітлення, в ночі – штучне. На першому поверсі у підварочному відділенні використовують сполучене освітлення.

Освітлення робочих місць складає 150лк, яке не нижче норми освітлення, що складає 100лк. Внутрішні частини апаратів освітлюються світильниками. Напруга лампочок в світильниках не перевищує 36В. Штучне освітлення ділиться на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне. Евакуаційне освітлення передбачено для безпечної евакуації людей з приміщень у місцях небезпечних для проходу, а також на шляху евакуації людей з території заводу. Це освітлення забезпечує освітленість 0,2лк. Для цього застосовують світильники аварійного освітлення. На території заводу передбачено охоронне освітлення у нічний час.

Випромінювання

Для варильного відділення пивзаводу наявні тільки теплові випромінювання, які враховані у нормуванні мікроклімату.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

На підприємствах харчової промисловості в відповідності з діючими будівельними нормами і правилами передбачаються загальні побутові приміщення і пристрої. Побутові приміщення розміщують так, щоб працівники, які ними користуються, не проходили через приміщення з шкідливими виділеннями, якщо вони в цих приміщеннях не працюють. На пивзаводі є наступні побутові приміщення : роздягальні, душові, убиральні, їдальні, кімнати для паління, медичний пункт. Приміщення міського харчування і медичний пункт розміщені в місцях з найменшим впливом виробничих шкідливих факторів. Убиральні розміщено на відстані 80м від найбільш віддаленого робочого місця. Розміри відкритих душових кабін 0,9×0,9м і їх кількість не перевищує 30. Кімнати для паління суміжні з убиральнями і мають загальну площу 42м². Безперервну роботу всіх побутових приміщень і утримання їх в робочому стані, чистоті та порядку забезпечує адміністрація заводу.

Електробезпека

До небезпечних і шкідливих факторів відносять підвищене значення напруги в електричному колі, замкнення якого може відбутися через тіло людини, підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних випромінювань, підвищену напруженість електричного та магнітного полів.

Електричне обладнання становить велику потенційну небезпеку для людини, особливо у зв'язку з тим, що органи почуттів не відчувають на відстані електричну напругу на відміну від теплоти, світла, елементів, що рухаються, запаху та інших шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Тому, коли струм впливає на людину, її захисна реакція проявляється тільки після безпосереднього контакту з частинами обладнання, що є під напругою.

Приміщення варильного відділення, в якому встановлений хмелевіддільний апарат належить згідно з класифікації ПУЕ до зон підвищеної небезпеки (фактор небезпеки – можливість одночасного доторкання до заземлених конструкцій, що працюють під напругою, в разі пошкодження ізоляції, або непрофесійних дій працівника).

Засоби електрозахисту:

1) заземлення всіх металевих не струмоведучих конструкцій електричного обладнання;

2) подвійна ізоляція кабелів живлення електродвигунів. Живлення системи автоматизації, світильників підсвічування шкал приладів контролю і керування та оглядових світильників малою напругою (до 12 В);

3) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу або їх перевантаження;

4) усі електромашини обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;

5) електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 5 м;

6) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);

7) приміщення відділення обладнується знаками безпеки; 8) ремонт та профілактичний огляд апарата здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Пожежна безпека

Варильне відділення за вибухопожежонебезпекою належить до категорії Д. Ступінь вогнестійкості будівлі для промислових будівель не повинен бути нижчим від другого.

Відділення обладнується автоматичною сигналізацією, повинне бути забезпечене первинними засобами пожежегасіння. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири, тощо).

У разі пожежі або інших нестандартних ситуацій у цеху має бути не менше двох шляхів евакуації людей. Ці шляхи не повинні перетинати приміщення, де розміщені виробництва категорій А, Б за вибухопожежонебезпекою. У разі потреби одним шляхом евакуації може бути вікно з пожежною драбиною або сходами, що ведуть на зовнішнє подвір'я.

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи, було проведено огляд стану пивоварної галузі в Україні, модернізовано конструкцію шнеку для збільшення продуктивності.

Був здійснений вибір робочих параметрів процесу, проведені розрахунки хмелевіддільного апарату, розглянуто питання такі як монтаж, експлуатація та ремонту обладнання, питання охорони праці при експлуатації хмелевіддільника, технологічний маршрут виготовлення деталі.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зотько Д.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	200375.КР.13.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних та харчових виробництв: навч.посібник. / О.В.Богомолів, П.В.Гурський, В.П.Богомолів – Харків: Еспада, 2005. – 432 с.
2. Виестур, У.Э. Ферментационная аппаратура. – Рига.: Зинетне, 1980 – 160 с.
3. Купчик, М. П. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець, В. Н. Вендичанський, А. М. Литвиненко, О. В. Іваненко. – К.: Основа, 2000. – 416 с.
4. Методичні рекомендації до виконання випускної роботи для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної та заочної форм навчання / уклад. : В. Г. Мирончук, О. М. Гавва ; Нац. ун-т харч. технол. - Київ : НУХТ, 2018. - 30 с.
5. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, В.В. Яськов – Львів: Вид-во. Нац. ун-т Львівська політехніка, 2004. – 336 с.
6. Мирончик В. Г., Орлов Л. О., Українець А. І., Пушанко М. М., Гуцалюк В. М., Яровий В. Л. «Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості». Навч. Посібник – Вінниця. Нова книга. 2004 – 288 с.
7. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум [Текст] : навч. посіб. / В. Г. Мирончук, Д. М. Люлька, О. А. Єщенко, О. І. Свідерська ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2017. — 162 с.
8. О. В. Богомолів, П. В. Гурський, В. П. Богомолів «Курсове та дипломне проектування переробних і харчових підприємств». Навч. Пос. – Харків: Єспада 2005. 432 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Якобчук Р. Л.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Зотько Д.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних літературних джерел		200375.КР.13.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

9. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / Підручник. / В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко та ін.; за ред. В.Г. Мирончука.– Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.

10. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств [Текст]: Учеб. пособие / В.Н. Стабников, П.П. Лобода, О.В. Стратиенко, П.М. Немирович; Под ред. В.Н. Стабникова. – К.: Вища шк., 1982. – 199 с.

11. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст]: підруч. / О. С. Марценюк, Л. М. Мельник; НУХТ. — К.: НУХТ, 2011. — 407 с.

12. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст]: Підруч. / І. Ф. Малежик, П. С. Циганков, П. М. Немирович, О. С. Марценюк; Ред. І.Ф. Малежик. — К.: НУХТ, 2003. — 400 с.

13. Рвачов, В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В. Рвачов. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.

14. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др.; Под ред. А.И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2004. – 304 с.: ил.

15. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 1. Под ред. А. И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2001. – 304 с.: ил.

16. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю. І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. посібник/За ред. проф. Ю. Г. Сухенка – К.:НУХТ,2009.- 262 с.

17. Технология пищевого машиностроения / Г.А. Прейс, А.И. Безыкорнов. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1987. – 287 с.

18. Технологічні основи машинобудування: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів напрямів підготовки 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування" денної та заочної форм

навчання / уклад. : Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. —
К. : НУХТ, 2015. — 193 с.

19. Технологія солоду та пива [Текст] : Підруч.
/ В. А. Домарецький. — К. : Урожай, 1999. — 544 с.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1				Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Лоток	1	
		2		Шнек	1	
		3		Пневмодросьель	1	
		4		Муфта	1	
				<u>Деталі</u>		
		5		Корпус	1	
		6		Кришка	1	
		7		З'єднання фланцеве	1	
		8		Кришка	1	
		9		Воронка	1	
		10		Патрубок	1	
		11		Кришка	2	
		12		Сито	1	
		13		Вікно Оглядове	1	
		14		Фланець	1	
		15		Кришка	1	
		16		Кришка	1	
		17		Корпус	1	
		18		Болт спеціальний	1	
		19		Вісь	8	
		20		Прокладка	1	

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якобчук Р.Л.	Вид документа Специфікація	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Затько Д.В.	Назва, додаткова назва Безперервний хмелевіддільник	200375.KP.02.001			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/3

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.
		21		Напівмуфта	1	
		22		Напівмуфта	1	
		23		Опора	1	
		24		Втулка	1	
		25		Пружина	3	
		26		Прокладка	2	
		27		Опора	2	
		28		Зтяжка	1	
		29		Прокладка	2	
		30		Фланець	1	
		31		Палець	2	
		32		Пружина	2	
		33		Бонка	2	
		34		Шайба	2	
		35		Корито	2	
		36		Кришка	2	
		37		Прокладка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болти ГОСТ 7796-70		
		38		M6-6g 15.109.40X.016	26	
		39		M10-6g 30.109.40X.016	40	
		40		M12-6g 15.109.40X.016	1	
		41		M12-6g 40.109.40X.016	4	
		42		M16-6g 40.109.40X.016	8	
		43		Гвинт в2М6-6gx15.05 ГОСТ 174.75-80	6	
		44		Гвинт вМ8-6gx10.88.35X05 ГОСТ 14.77-84	1	
		45		Шпилька М16-6gx10.109.40X.06 ГОСТ 22034-76	4	

