

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

**Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. ак. І.С. Гулого
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ СЕРГІЙ БЛАЖЕНКО

(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ МИКОЛА ЯКИМЧУК

(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових технологій

на

тему:

**Удосконалення конструкції шекового хмелевідділювача для
інтенсифікації процесу виділення хмелю**

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ОХ-2-3М

Зотько Дмитро Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: Якобчук Роман Леонідович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти

_____ (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 - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра *Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування*

Освітній ступінь *магістр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*

(шифр і назва)

Освітня програма *«Інжиніринг харчових виробництв»*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола ЯКИМЧУК

“___” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Зотька Дмитра Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення конструкції шекового хмелевідділювача для інтенсифікації процесу виділення хмелю

Керівник роботи *Якобчук Роман Леонідович, доц., кандидат тех. наук*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» листопада 2023 р. №
940-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «01» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи *технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання;*

навчальна, нормативна та спеціальна література.

4. Зміст пояснювальної записки *Реферат; Зміст; Вступ; Аналітичний огляд стану питання; Методика проведення досліджень; Дослідна частина та узагальнення результатів; Обґрунтування модернізації; Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування; Розрахункова частина; Підбір конструкційних матеріалів; Технологія машинобудування; Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання; Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці; Охорона довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Висновки.*

5. Перелік графічного матеріалу *Загальний вигляд обладнання –1 аркуш, Технологія машинобудування – 1 аркуш, Апаратурно-технічна схема – 1 аркуш, Автоматизація обладнання –1 аркуш, Складальні одиниці обладнання*

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

6. Консультанти розділів роботи

7. Дата видачі завдання: «21» листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Реферат, зміст</i>	22.11.2023	
2	<i>Вступ</i>	25.11.2023	
3	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження</i>	30.11.2023	
4	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	15.12.2023	
5	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	23.12.2023	
6	<i>Розрахункова частина</i>	02.01.2024	
7	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	12.01.2024	
8	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	15.01.2024	
9	<i>Маркетингове обґрунтування проекту висновки</i>	23.01.2024	
10	<i>Висновки</i>	29.01.2024	
11	<i>Список використаних літературних джерел</i>	29.01.2024	
12	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	30.01.2024	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2024	

Здобувач

_____ (підпис)

Дмитро ЗОТЬКО

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Роман ЯКОБЧУК

(прізвище та ініціали)

Реферат

Розглянуто сучасний стан виробництва пива, проаналізовано конструкцію існуючого обладнання та технологічні процеси варіння сусла.

Виконано технічні розрахунки шнека хмелевідокремлювача та його конструктивних елементів, представлено основні шляхи вдосконалення конструкції шнека та викладено основні вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту обладнання.

Наведено технологічні маршрути виготовлення складових частин. Розглянуто питання охорони праці.

Ключові слова: Пивоваріння, сусловарильний апарат, хміль, шнековий хмелевідділювач, сепаратор, модернізація.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Послужальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Документ затверджено</i>	Назва, додаткова назва Реферат	221870КР.11.000 ПЗ				
			<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видачі</i>	<i>Мова ПЛ</i>	<i>Арку ш</i>	

Abstract

The current state of beer production is considered, the design of existing equipment and technological processes of wort hopping are analysed.

The technical calculations of the hop separator auger and its structural elements are carried out, the main ways to improve the auger design are presented, and the basic requirements for installation, operation and repair of equipment are outlined.

Technological routes for the manufacture of component parts are presented. Labour protection issues are considered.

Keywords: Brewing, wort brew machine, hops, screw hop separator, separator, modernisation.

ЗМІСТ

стор.

Реферат	
Вступ.....	
1. Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження.....	
2. Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження	
3. Дослідна частина та узагальнення результатів	
4. Розрахункова частина	
5. Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування ...	
6. Заходи з охорони праці та охорони довкілля	
7. Маркетингове обґрунтування проекту дослідження.....	
Висновки.....	
Список використаних літературних джерел.....	
Специфікації.....	

Відповідальна організація	Технічне узгодження	Вид документа <i>Положувальна записка</i>	Статус документа			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Документ затверджено	Назва, додаткова назва Зміст	221870КР.11.000 ПЗ			
			<i>Інд. змін</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПЛ</i>	<i>Аркуш</i>

ВСТУП

Виробництво пива є одним з найважливіших процесів виробництва продуктів харчування для України, і від його ефективності залежить економіка країни. Пивоварна галузь забезпечує зайнятість значної частини населення країни у суміжних галузях, окрім безпосередньої зайнятості на пивоварних заводах.

Наприкінці 2013 та на початку 2014 року анексія Криму та військові дії на сході України прискорили темпи падіння виробництва. Тим не менш, експорт українського пива зростає завдяки його якості та міжнародній конкурентоспроможності: найбільшими країнами-імпортерами пива у 2019 році були: Бельгія - 18,6 млн доларів США; Мексика - 15,1 млн доларів США; Німеччина - 11,6 млн доларів США).

Розвиток ринку пива в Україні залежить головним чином від рівня доходів громадян та доступності пива.

Сировина, її вартість та доступність також мають вплив.

Для того, щоб забезпечити ринок пивом, необхідно встановити нове обладнання або модернізувати існуюче. Це дозволило б виробляти нові сорти пива з високими якісними характеристиками.

Актуальність теми. Пивоваріння є однією з найважливіших галузей харчової промисловості.

Сучасний стан пивоварної промисловості характеризується передовими технологіями, обладнанням та використанням мікропроцесорної та комп'ютерної техніки.

Водночас управління процесом виробництва пива базується на локальному контролі та регулюванні окремих процесів і робочих параметрів, без комплексного підходу або врахування синергії процесів, в тому числі ситуативної невизначеності.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Посиловальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Документ затверджено</i>	Назва, додаткова назва Вступ		221870КР.11.000 ПЗ			
		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>		

Все це призводить до зниження ефективності управління пивоварнею порівняно з вартістю використовуваних ресурсів.

Вивчення предмету управління пивоварнею з позицій теорії та практики синергетики, теорії хаосу та штучного інтелекту дозволяє встановити особливості поведінки технологічних процесів виробництва пива на основі використання сценарних підходів, мережевої оптимізації, інтелектуальних механізмів та сучасних інформаційних технологій. Це забезпечує розробку ефективних алгоритмів керування, що є актуальною науково-технічною проблемою.

Об'єктом дослідження є процес удосконалення сусліварильних апаратів для виробництва пива.

Предмет дослідження - сусліварильний апарат з внутрішньою поверхнею теплообміну, призначений для кип'ятіння охмеленого сусла.

Методи дослідження: у роботі використано загальнонаукові та спеціальні методи пізнання.

До них відносяться монографічний, абстрактно-логічний та загальнонаукові методи аналізу, формалізації, синтезу, класифікації, групування та узагальнення.

Ці методи дозволили дослідити економічну сутність виробничої діяльності підприємств, продемонструвати методи та показники оцінки виробничої діяльності, систематизувати фактори впливу та виявити резерви підвищення ефективності виробничої діяльності підприємств.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає у формулюванні напрямів та економічному обґрунтуванні підвищення ефективності виробничої діяльності.

Наукова новизна роботи. Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше було досліджено особливості сусліварильного апарату та його фільтрів, з метою удосконалення шнекового хмелевіддільника.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, семи розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних технологічних і конструкційних рішень

Пивоваріння (пивоваріння, пивна промисловість) або раніше пивоваріння (технологія виробництва пива) - це галузь харчової промисловості.

Основним методом виробництва пива є бродіння.

Пивоваріння в Україні відоме здавна і довгий час було переважно домашнім промислом, пристосованим до потреб окремих домогосподарств.

Сьогодні пивоваріння є однією з провідних галузей промисловості в Україні. Приблизно 90% українського пива виробляється всередині країни. Імпортне пиво є відносно дорогим і не має конкуренції.

На українських пивоварних заводах виробляється понад 400 різних сортів пива. Українське пиво не менш дороге, ніж іноземне, і імпортується до 42 країн світу.

Автоматизація є важливим напрямком для вдосконалення процесу пивоваріння.

Автоматизація самого технологічного процесу знаходиться на окремому етапі розвитку, пов'язаному з окремими стадіями. При цьому питання автоматизації біотехнологічних процесів, пов'язаних з ферментативним і біохімічним перетворенням пивоварної сировини в проміжні та кінцеві продукти, не розглядаються. [5].

Дійсно, автоматизація пивоварного виробництва наразі зводиться до двох крайніх рішень: повна децентралізація з автоматизованими цехами на кожній технологічній стадії або централізований моніторинг стану обладнання.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Посилувальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Документ затверджено</i>		221870КР.11.000 ПЗ				
		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>		

Завдання полягало в тому, щоб знайти оптимальне рішення для автоматизації процесу пивоваріння з акцентом на виробництво безпечного кінцевого продукту. Після вивчення світового досвіду та науково-технічного рівня, досягнутого провідними пивоварами, були виявлені загальні проблеми, які не тільки ускладнюють автоматизацію пивоваріння, а й стримують прогресивний розвиток самої технології пивоваріння [5].

Технологічний процес виробництва охмеленого сусла включає фільтрацію затору, кип'ятіння відфільтрованого сусла з хмелем, відділення хмелевої дробини та охолодження охмеленого сусла.

Фільтрувальна камера - це циліндрична посудина з нержавіючої сталі з конічною кришкою і плоским подвійним дном, оснащена мішалкою та ізоляцією, призначена для розділення сусла на освітлене сусло і хміль, а також для промивання хмелю гарячою водою з метою організації дифузії залишкового екстракту з відпрацьованого солоду.

Фільтрувальна камера з'єднана з розширювальним баком, через який світле сусло і промивні води направляються через розширювальний бак на пивоварню, в той час як каламутне сусло повертається в освітлювальний бак.

Оцукрований затор, нагрітий до 78°C, подається знизу з заторного котла у фільтрувальний бак протягом 10 хвилин (для видалення повітря). Перекачаному осаду дають відстоятися, а дробина осаджується шаром 30-45 см (фільтраційний шар спокою) на подвійному дні.

Потім каламутне сусло тричі перекачують з нижнього шару через розширювальний бак у фільтрувальний бак (самоперекачування).

Потім відкривається клапан і вмикається відцентровий насос. Перекачування відбувається з нижньої частини машини через розширювальний бак.

Потім машина тричі фільтрується промивною водою до тих пір, поки концентрація твердих речовин у кінцевій промивній воді не досягне 2,5% мас.

Ножі розпушувача розрізають подрібнений матеріал за допомогою механізму, що поєднує обертання і переміщення (розпушувач опускається на висоту 10-15 см над фільтрувальною решіткою).

Після зливу останньої промивної води другий насос вивантажує пісок за допомогою завантажувального клапана.

Переривання процесу фільтрації може бути пов'язано з високим вмістом декстрину (підвищеною в'язкістю сусла) в результаті недотримання стандартів щодо часу і температури витримки пауз бродіння під час оцукрювання в заторному відділенні, а також з тим, що початкова температура фільтрації може перевищувати 780°C з вищезазначених причин.

Погана фільтрація також є результатом підвищеного опору фільтрації. Сусло, зібране в сусловарному погребі, нагрівають до 1000°C в трубках кожухотрубного перколятора після заповнення котла.

У пластинчастому теплообміннику сусло охолоджується до початкової температури бродіння, і оскільки ця температура визначає хід цього процесу, особливу увагу необхідно приділяти контролю температури. Це робиться шляхом регулювання витрат холодної води і гліколю.

Під час фільтрації спостерігається наступна картина накопичення частинок (рис. 1.1)

Поверхнева обробка (1) - поживні речовини не можуть проникнути в пори фільтрувального матеріалу і залишаються зверху, утворюючи товстий шар. Збільшення цієї площі поглиблює фільтр, але швидкість потоку, включаючи перехресну фільтрацію, завжди зменшується.

Глибоке очищення - використовує дуже пористі матеріали з інтерфейсами і лабіринтовою структурою, що дозволяє воді проходити великі відстані. З іншого боку, існують також специфічні категорії:

1. за допомогою механічної дії, форма якої збільшує товщину матеріалу (2), поступово забиваючи пори і зменшуючи використання фільтра;

2. адсорбційні (3), дрібні частинки заряджаються і, на відміну від поверхневого заряду, адсорбуються. Як правило, поверхневі очисники працюють за принципом всмоктування.

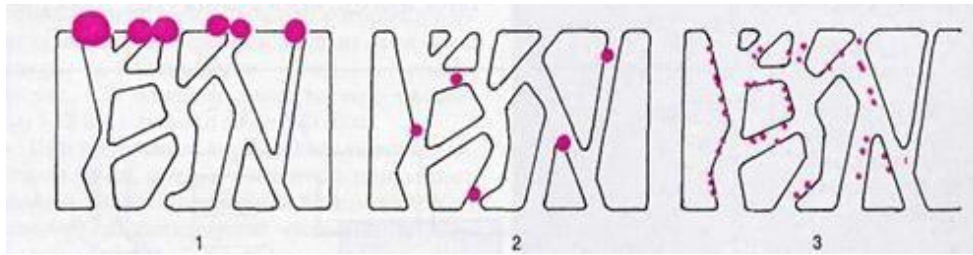


Рис.1.1. Механізми фільтрування:

1 - поверхневе фільтрування; 2 - глибоке фільтрування (частинки затримуються механічно), 3 - глибоке фільтрування з адсорбцією часток.

Обладнання для фільтрування

В даний час пивоварні заводи оснащені рамними фільтр-пресами (рис. 1.2), призначеними для очищення за допомогою очисних компонентів (шарів), але їх можна легко переобладнати в пластинчасті фільтр-преси шляхом заміни рами фільтруючого елемента.



Рис.1.2. Рамні фільтр-преса

Існує безліч виробників пластинчастих і рамкових фільтрів, кожен з яких принципово відрізняється від іншого.

Для робочих поверхонь пластин і рам повсюдно застосовуються такі стандартні обмеження: 400 x 400, 600 x 600, 800 x 800, 1000 x 1000, 1200 x 1200 мм; деякі виробники почали виробляти більші рами і пластини, але вони ще не дійшли до пивоварних заводів.

Ще однією особливістю фільтр-пресів є матеріал, з якого вони виготовлені. Раніше панелі та рами в основному виготовлялися з легкого алюмінієвого сплаву і покривалися спеціальним лаком. Сьогодні фільтри виготовляють з полімерів, нержавіючої сталі та титанових сплавів.

Тонкий металевий диск матеріалу виготовлений зі сталі, верхня частина покрита краплями води, а зверху розміщена дрібна фільтрувальна сітка. Центральний отвір має форму кільця і щільно прилягає до порожнистої трубки за допомогою прокладки.

Кільце має отвір, що відповідає свердловині, через який матеріал видаляється і проходить в центральне кільце через промивний фільтр, сітчастий фільтр і радіальну дренажну сітку.

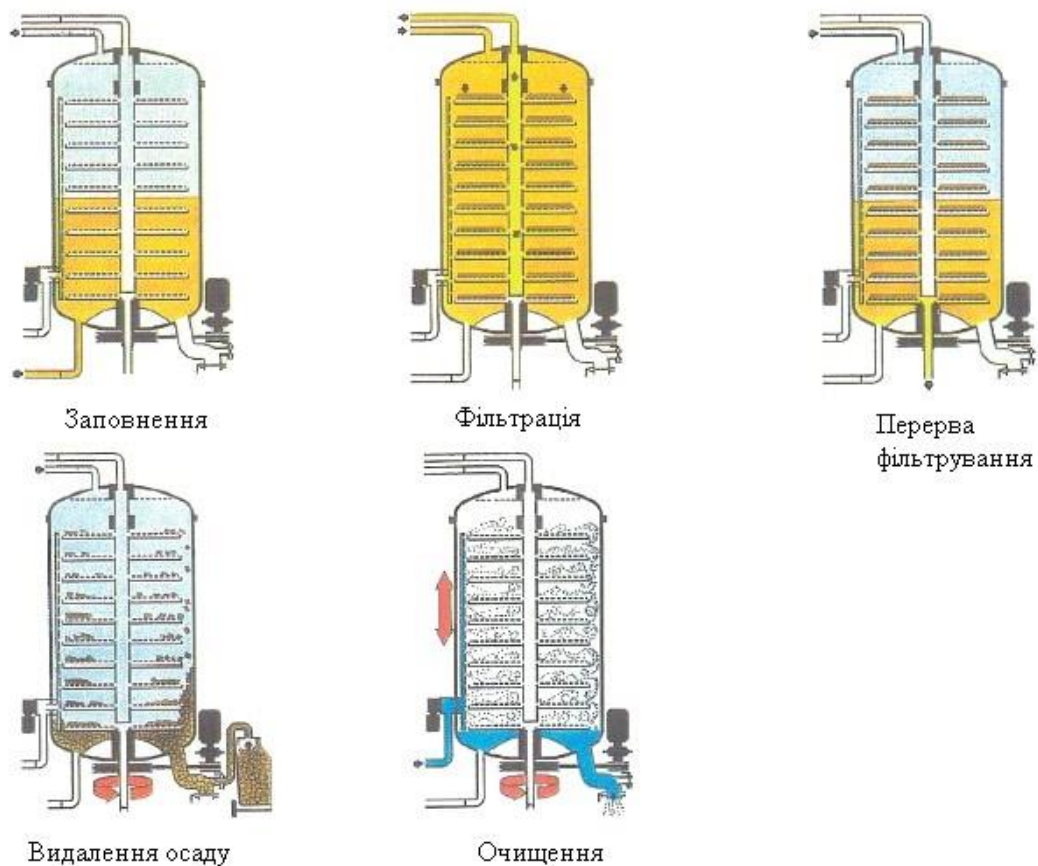


Рис.1.3. Схема послідовності роботи Фільтру ZHF-ШЕНК

Суспензія, що складається з води і фільтруючого порошку (наприклад, діатомової землі), проходить через канали, створені в отворах, просвердлених в центральному фільтруючому кільці, і розподіляється між каналами фільтруючого пристрою. Ця структура побудована навколо решітки, заповненої пластинами.

Після закінчення часу фільтрації або падіння тиску до 0,4 МПа процес зупиняється і починається переробка відходів.

Спирт, що залишився, фільтрується (видаляється) шляхом впорскування вуглекислого газу у верхню стінку ємності. У задній частині шахти за допомогою дигідравліки свердлять отвір і поміщають наповнювач на тарілку.

Пластина зрошується водою, яка протікає через систему з 19 отворів в камері. Струмені очищаються, і середовище під дією сили обертання потрапляє в корпус і дно, де відбувається видалення твердого шару.

35% твердого шару видаляється донним всмоктуванням.

Перевагою високопродуктивної конструкції та автоматизації є зменшення витрат ручної праці через низьку якість фільтрів.

До недоліків можна віднести високу витрату кисневих матеріалів і складність утилізації невеликих обсягів відходів.

Картриджний фільтр Getra ECO (рис. 1.4) має низку переваг над фільтрами, що використовувалися раніше.

Установки фільтрів Getra ECO включають в себе:

1. Конічний циліндричний корпус з фільтруючим пристроєм;
2. Ксерогуртовий телеграф з одним насосом для закриття ємності під час початкового наповнення та іншим насосом для безперервного наповнення під час фільтрації.
3. Трубопроводи, що подають пиво.

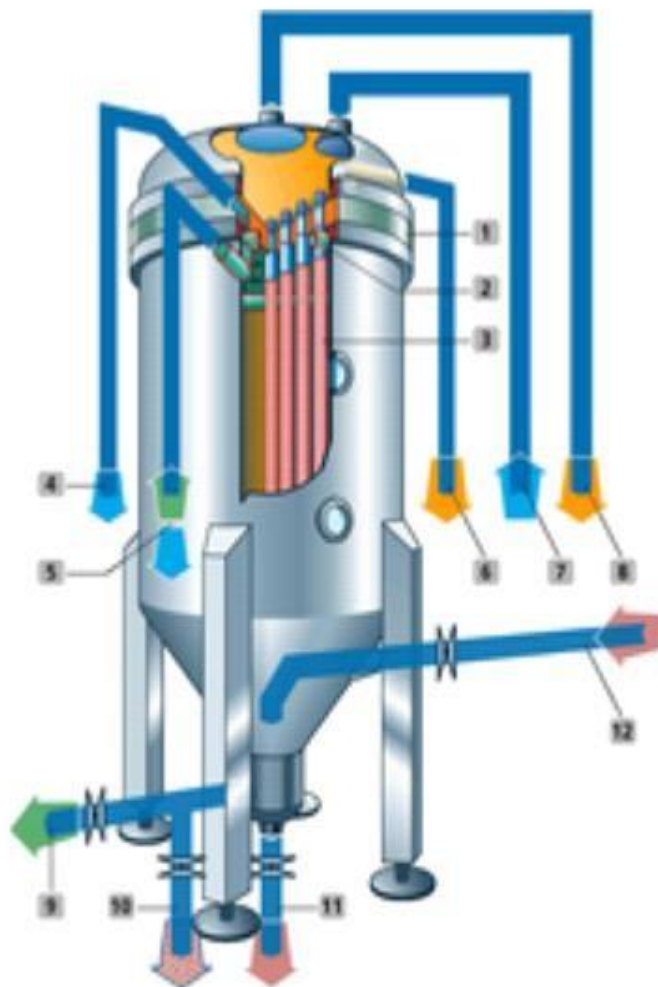


Рис.1.4. Патронний фільтр Getra ECO:

1-Пластина кріплення картриджа, 2-Основний блок, 3-Картридж, 4-Випускний отвір для промивної води, 5-Вихід для подачі суспензії, 6-Труба подачі пива, 7-Вихід для подачі промивної води, 8-Вихід фільтруючого матеріалу, 9-Труба для видалення суспензії, 11-Запірний пристрій, 10, 12 - Патрубок для видалення повітря.

Багатошарова перегородка (мережа труб) 2, до якої кріпиться ящик 3, розділяє внутрішню порожнину відділення на дві частини. У нижній частині пива (в середині кегового простору) відбувається фільтрація. Верхня частина використовується для регенерації та видалення фільтра.

Осад збирається в нижньому конусі камери і в кінці циклу видаляється з поверхні ящика за допомогою очисного пристрою 11.

Нефільтроване пиво в контейнері Kieselgard проходить через форсунки 5 в нижній частині фільтра.

Спеціальні роздільники потоку рівномірно розподіляють суспензію між ящиками.

Фільтр зазвичай розміщують за "зрівняльним" резервуаром, щоб уникнути впливу гідроудару на шар осаду, з одного боку, і щоб запобігти засміченню фільтра пліснявою, з іншого боку. У той же час, "концентровані дріжджі", тобто ферментуючі молюски, отримані з польових рослин, як кажуть, були висаджені і закладені у зважувальну установку.

Основною частиною фільтра є фільтруючий елемент, короб 3, з циліндричною поверхнею довжиною 34 мм, обмотаний спеціальним дротом з перфорацією діаметром 30 мкм; площа фільтрації короба діаметром 1400 мм становить 0,2 кв.м, а короба діаметром 1800 мм - 0,25 кв.м.

Особливістю цього картриджа є те, що товщина шару воску, який утворюється при використанні Kieselgard, становить до 9 кг на квадратний метр. Це означає, що пропускну здатність фільтра використовується повністю.

Збільшена товщина шару завдяки добавці Kieselgard збільшує час циклу фільтрації та зменшує витрати на робочу силу. Цей результат був досягнутий завдяки збільшенню відстані між картриджами у фільтрі до 83 мм.

Вибір ріжучого каналу діаметром 30 мкм дозволив використовувати грубий Kieselgard для посилення першого шару і використовувати той самий порошок.

В результаті було не тільки збережено желе, але й зменшено витрати на переробку желе, скорочено час на формування першого шару, подовжено робочий цикл і зменшено витрати ручної праці.

Внутрішні приміщення будівлі очищаються за допомогою спринклерної системи (Eco Control System), яка забезпечує мембрану і потік води, достатньо швидкий для змивання відкладень. Частинки з низьким споживанням води

Обладнання Fil-Max від ФІЛТЕХ призначене для відділення надлишкових дріжджів, що утворюються під час ферментації, зберігання та фільтрації.

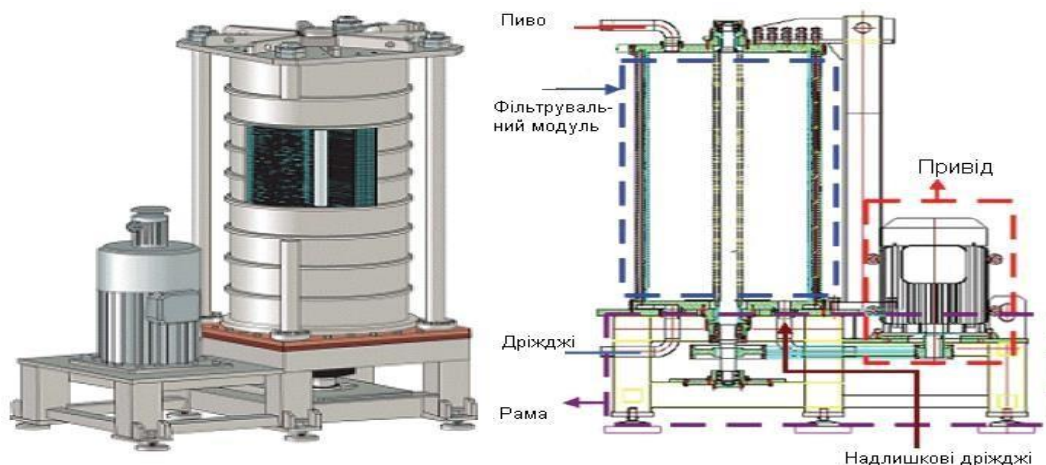


Рис.1.5 Установка Fil-Max

У цій системі вода для фільтрації (ферментації) подається в нижню частину системи.

Як тільки система фільтрації завершується, двигун активує вихровий генератор. Вода проходить через мембрану і розділяється на дві частини.

Рідка фаза виводиться з системи через верхній патрубок і збирається через патрубок в нижній частині фільтруючого мішка.

Під час фільтрації мембрана використовується як фільтруюча стінка. Мембрани виготовляються з полімерної плівки, металокераміки, кераміки або інших матеріалів. Мембрани відрізняються від інших компонентів фільтрів своїми невеликими розмірами.

Слід зазначити, що розмір пор при мікрофільтрації можна порівняти з розміром пор литих листів або жорсткого паперу (контроль). Тому класифікація за розміром пор в мембранному процесі є умовною.

Мембранні фільтри виробляються низкою компаній, в тому числі згаданими вище. Для остаточної фільтрації вина зазвичай використовують картриджні фільтри (рис. 1.5), які діють як патрони (рис. 1.6).

Різні виробники пропонують картриджі з різних матеріалів і різної функціональної конструкції. Конструкція складається з декількох мембран, середній розмір яких залежить від потенціалу.

Для охолодження пива використовують матеріали з середнім розміром пор 0,5 мкм.

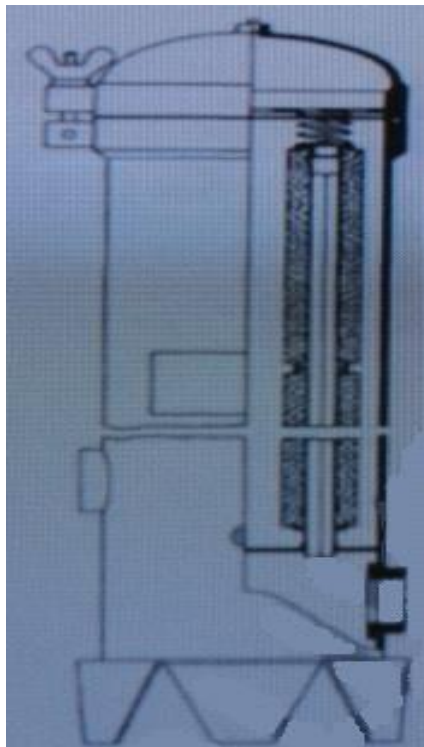


Рис.1.6. Патронний фільтр

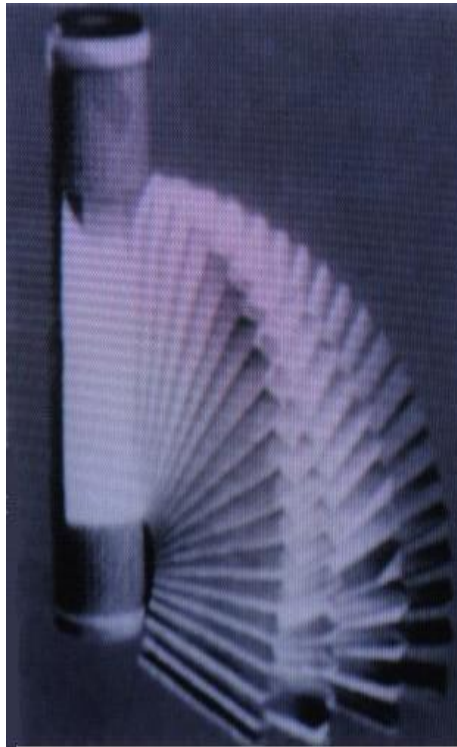


Рис.1.7. Мембранний патрон для стерильного фільтрування

Картриджні фільтри використовуються в обладнанні малої та середньої продуктивності.

Основним недоліком цих фільтрів є обмежений термін служби картриджів після очищення (регенерації), що негативно впливає на економічність виробу.

Деякі фільтруючі картриджі оснащені мембраною і промивним модулем. До таких модулів відносяться плоскі горизонтальні диски і модулі з трубчастими мембранами.

Короткий вступ до різних типів фільтрів для варіння пива не охоплює всіх численних пристроїв, пропонованих багатьма виробниками.

Зупинимося тут лише на характерних групах, які об'єднані структурним принципом фільтрувальної поверхні. На цьому етапі ми розглянемо, які фільтруючі елементи використовуються в цьому комп'ютері.

Фільтри також можуть бути компонентами:

- Як і у виробництві свічок, існують всілякі сітки: металеві, з гофрованого листа, дроту з рулонними профілями.
- Сітка краще миється і стерилізується, але сучасні текстильні тканини на основі поліпропілену, наприклад, багато в чому еквівалентні сітці, але не використовуються для фільтрації пива через їх низькі стерилізуючі властивості.

Фільтруючі шари з целюлози, бавовни, діатоміту, перліту, скловолокна та інших матеріалів (азбест заборонений через його негативний вплив на здоров'я). Зараз доступні і широко використовуються фільтрувальні матеріали з різними спектрами ефективності, починаючи з асептичної фільтрації.

Шар сипучого матеріалу, такого як гравій для фільтрації води, очищається за допомогою додаткового фільтра.

Пористі матеріали, такі як металокерамічні сплави і спечені метали, використовуються для введення повітря в рідину.

Мембрани виготовляються з поліуретану, поліакрилу, поліаміду, поліетилену, полікарбонату або ацетату целюлози. Мембрани дуже тонкі (0,02-1 мкм) і розміщуються на підкладках з великими порами для запобігання розтріскування.

Мембрани виробляються шляхом просочення, зрошення та промивання. Отвори будуються наступним чином:

- Розплавлення солі, що утворює пори, та її розчинення;
- Офорт.

Відповідно до прийнятих на сьогоднішній день класифікацій, мембрани можна розділити на мікрофільтраційні, ультрафільтраційні, нанофільтраційні та зворотньоосмотичні.

Зворотний осмос - це процес мембранного розділення, в якому розчинник і низькомолекулярні компоненти проходять через напівпроникну мембрану під тиском, що перевищує осмотичний тиск розчину.

Зворотний осмос використовується для відокремлення від розчину малих молекул та іонів того ж порядку, що й молекули розчинника.

Зворотньоосмотичні мембрани можуть концентрувати частинки розміром більше 5104 мікрон і речовини з молекулярною масою до 500 дальтон, включаючи гідратовані неорганічні іони, моносахариди, дисахариди, солі, амінокислоти і антибіотики.

Через необхідність подолання високого осмотичного тиску розчину робочий тиск процесу зворотного осмосу може досягати до 10 МПа.

Нанофільтрація - це процес мембранного розділення, в якому використовуються промислові ультрафільтраційні мембрани з хімічно модифікованими поверхневими шарами.

В результаті нанофільтрація відрізняється від звичайного зворотного осмосу тим, що характеризується високою селективністю до низькомолекулярних електролітів і збереженням високої питомої ефективності при відносно низьких робочих тисках (до 1,5 МПа).

З цієї причини нанофільтрацію також називають зворотним осмосом низького тиску.

Слід зазначити, що звичайна (пасивна) фільтрація зазвичай використовується для відокремлення частинок розміром більше 10 мікрон, тоді як мембранні фільтри відокремлюють молекули розміром менше 10-44.

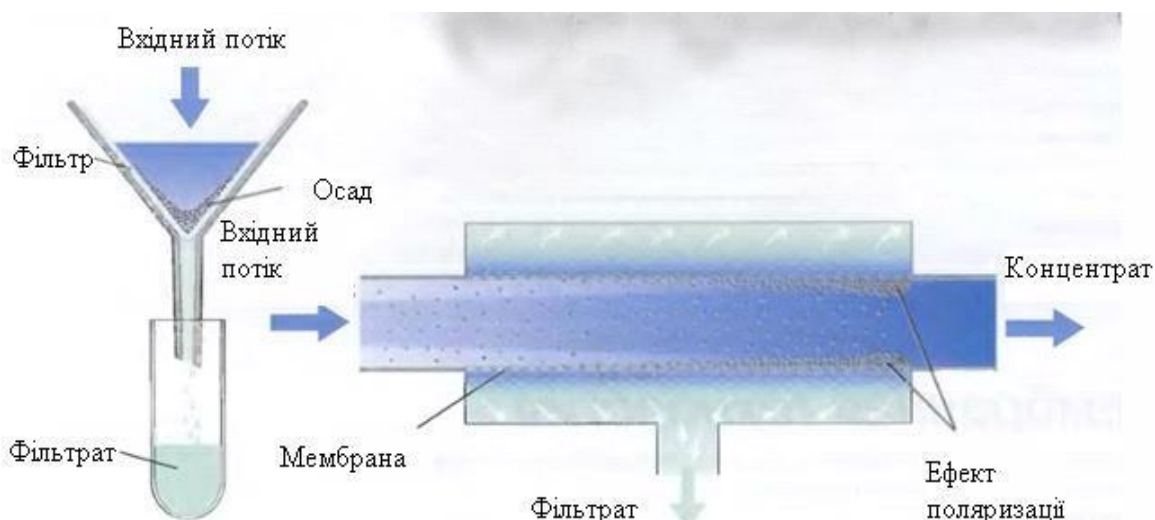


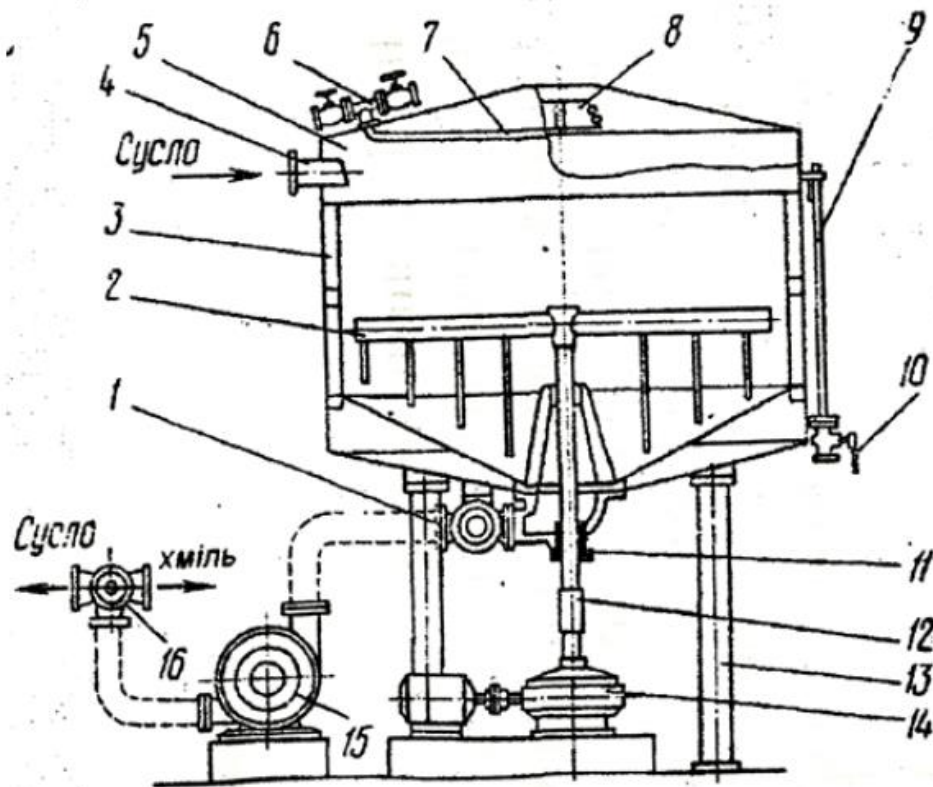
Рис.1.8. Основні відмінності між звичайною (ліворуч) і мембранною фільтрацією

Відмінності між цими типами фільтрів полягають у наступному.

- Використовуваний фільтруючий матеріал:
- Традиційні фільтри мають товсту, відкриту конструкцію. Об'єктом є звичайний папір.
- Мембранні фільтри тонші і мають контрольований розмір пор. Матеріали включають полімери, кераміку, метали і ацетат целюлози, який зараз використовується рідше.
- В оригінальних фільтрах основним фактором, що впливає на розділення частинок, є сила тяжіння.
- Тиск використовується лише для прискорення процесу, а в мікрофільтрації різниця тиску між центрами обладнання є найважливішим фактором.

Звідси випливає висновок, що чистота і стабільність пива набагато краща при мембранній фільтрації, ніж при звичайній фільтрації. При мікрофільтрації з рідини (пива) видаляються небажані частинки.

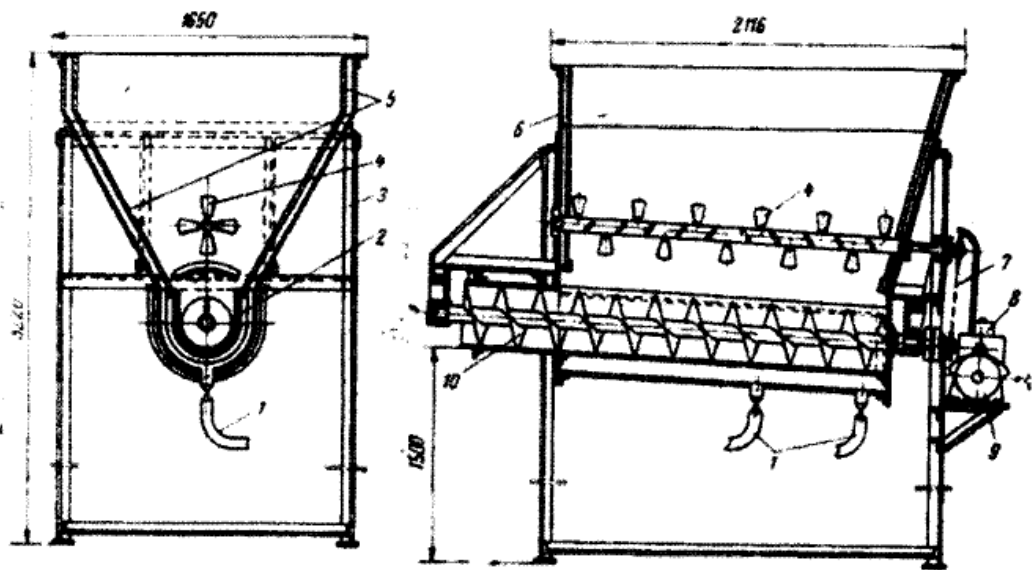
Розглянемо конструкцію обладнання для відділення хмелю рис.1.9.



1 – патрубок; 2 – розпушувач; 3 – сітчаста корзина; 4 – патрубок подачі сусла; 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

Хмелевідокремлювач - це циліндричний пристрій з конічним дном і напівсферичною кришкою. У центрі корпусу пристрою знаходиться кошик з сітки з конічним дном, в який потрапляє листя хмелю. Над дном розташована мішалка, що приводиться в рух електродвигуном з редуктором.

Зверху розташовані розбризкувачі для очищення хмелевої дробини, люк у кришці та індикатори рівня з боків. Хмелеве сусло подається через вхідний патрубок і потрапляє в сітчастий кошик, де хмелеве листя осідає, а сусло стікає по конічному дну і відкачується з апарату насосом.



Ри. 1.10. Корзинчастий стікач

Стікачі корзинчастого типу - це розбірні прямокутні кошики, виготовлені з дубових ламелей, з дренажною решіткою, розташованою на дні. Бокові сторони з'єднані замками.

Водозбірником для сусла, яке витікає з кошика, є платформа, на якій розміщується кошик. Накопичене сусло зливається в колектор. Злив розташований над пресом для полегшення видалення мезги. Відстань між планками в кошику і планками в зливі становить 4-6 мм і 1 мЗ. Також є система вивантаження сому.

На заводі встановлений кошиковий злив з механічним розвантаженням системи Водяньського. Він складається з бункера - 6, змінного щита - 5, жолоба - 2, вивантажувального шнека - 10, мішалки жому - 4, редуктора - 8, рами - 3, електродвигуна - 9.

Кожух бункера виготовляється зі сталевого листа, жолоб - зі сталі або кольорового металу, а бункер - з чорного металу або алюмінію. Внутрішня поверхня бункера покрита лаком ХЦ-76.

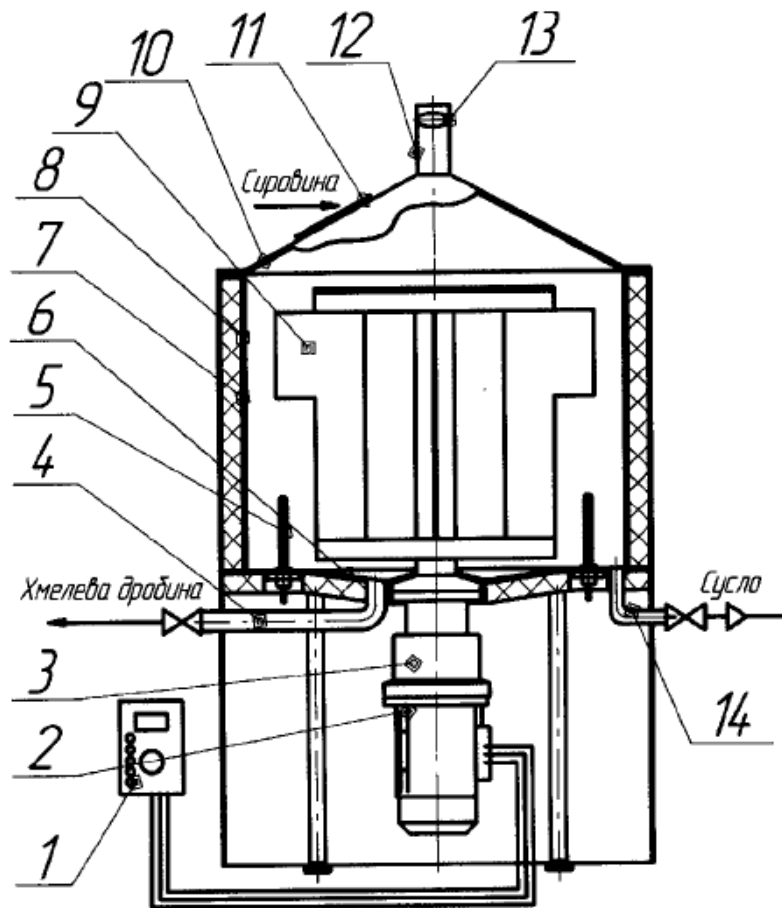


Рис. 1.11. Схема комбінованого сушловарильного апарата

1 –перетворювач частотний; 2 – електродвигун; 3 – хвильовий редуктор; 8 – ізоляція; 4 – патрубок відведення хмелевого залишку; 5 – ТЕН; 6 – днище; 7 – корпус; 9 – рамна мішалка; 10 – конічна кришка; 11 – вікно; 12 – паровідвідна труба; 13 – шибер; 14 – патрубок відведення сусла.

Пристрій складається з циліндричної посудини 7 з дном 6 і конічною кришкою 10 з паропроводом 12 з шибером 13. У кришці є вікно 11 для завантаження сировини та спостереження за процесом.

Для запобігання тепловтрат і зниження температури зовнішніх поверхонь корпус апарату ізолюваний мінеральною ватою 8. Корпус і кришка виготовлені з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т.

Усередині апарату знаходиться чотирилопатева рамкова мішалка 9, що приводиться в дію через трифазний асинхронний двигун АИР63В4 2 і

хвильовий редуктор 3, які разом утворюють мотор-редуктор (потужністю 0,37 кВт).

Рамна мішалка встановлена на верхній частині обладнання. Конструкція цієї естакади дозволяє регулювати положення мішалки по висоті обладнання і вивчати її вплив на ефективність процесу.

Мішалка складається з пари верхніх і нижніх кілець, фланкованих чотирма вертикальними лопатями.

Верхні сегменти з'єднані горизонтальними пластинами, прикріпленими до приводного валу.

Для забезпечення різних режимів роботи мішалки необхідно мати можливість змінювати швидкість обертання. Зазвичай це можна зробити за допомогою гідравлічних приводів, механічних приводів зі змінною швидкістю, асинхронних двигунів з розщепленим ротором, приводів постійного струму і перетворювачів частоти асинхронних двигунів.

Використання частотного перетворювача забезпечує плавний запуск змішувача без перевантаження, точне підтримання заданої швидкості, можливість дистанційного керування, підключення до комп'ютера і регулювання часу прискорення і уповільнення.

Живлення електродвигуна здійснюється від мережі 380, 50 Гц.

Швидкість обертання мішалки визначається за показаннями на панелі частотного перетворювача.

Необхідна температура в апараті створюється і підтримується термометром опору TSM50 і нагрівальним елементом 5 (система нагрівача складається з чотирьох нагрівальних елементів загальною потужністю 6000 Вт), керованих блоком управління.

Температуру в діапазоні від 20 до 100 °С підтримували з точністю $\pm 0,02-0,05$ °С.

Видалення готового суслу з системи відбувається через патрубок 14, а хмелевого осаду та білкового осаду - через патрубок 4.

1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження

Завдання обладнання для харчової промисловості - не тільки виробляти продукцію високої якості, а й відповідати багатьом сучасним технічним і економічним вимогам.

Сьогодні високі вимоги ставляться до точності, злагодженості та надійності його роботи.

Аналіз роботи шнекових сепараторів хмелю показав, що цей механізм є важливим елементом у виробництві пива і що його надійна робота визначає не тільки продуктивність машини, але і якість всієї продукції.

Тому метою даного дослідження є покращення роботи шнекового сепаратора хмелю на основі вивчення його загальних та динамічних характеристик.

Тому основними завданнями є наступні:

1. Проаналізувати конструкції сучасних сепараторів хмелю;
2. Проаналізувати конструкцію та принцип роботи шнекових сепараторів хмелю;
3. Проаналізувати сучасну технологію виробництва пива; проаналізувати конструкцію;
4. Виконати розрахунки окремих елементів;
5. Аналіз характеристик роботи;
6. Запропонувати нові методи вдосконалення гвинтових сепараторів хмелю;
7. Запропонувати використання результатів роботи.

1.3. Висновки

Розглядаючи шнековий апарат для відділення хмелю в якості об'єкту автоматизації та об'єкту дослідження було відзначено:

- об'єкт дослідження – є процес відділення хмелю під час виробництва пивної продукції;
- шнековий хмелевідділювач є предметом дослідження представленої роботи;
- мета роботи – здійснення модернізації шнекового хмелевіддільника.

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення

У кваліфікаційній роботі було вдосконалено конструкцію шнекового сепаратора хмелю з метою підвищення продуктивності.

В результаті удосконалень основна увага була приділена підвищенню продуктивності сепаратора хмелю.

Точне дотримання технічного режиму роботи обладнання та забезпечення рівномірної роботи дозволяє вдосконалити організацію виробництва, застосовуючи передові технології, які зменшують знос, подовжують міжремонтні періоди, вдосконалюють процеси та підвищують продуктивність і умови праці.

При модернізації хмелевідокремлювачів удосконалено шнеки, проведено ряд розрахунків, безпосередньо пов'язаних з цим обладнанням, розроблено заходи з охорони праці, виявлено основні несправності обладнання, що виникають в процесі експлуатації, та шляхи їх усунення, а також встановлено правила монтажу, експлуатації, діагностики та ремонту цього обладнання.

Для видалення з охмеленого пивного сусла великих і дрібних зважених часток використовують хмелевідділювачі, різні відстійники, гідроциклонні апарати і сепаратори. Освітлення сусла за допомогою охолоджувальних пластин або відстійників призводить до погіршення якості та інфікування шкідливими мікроорганізмами через контакт з повітрям. Використання центрифуг усуває цей недолік і певною мірою покращує якість сусла, але цей метод не набув значного поширення.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>			221870КР.11.000 ПЗ			
НУХТ	<i>Документ затверджено</i>	<i>Інд. змін</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>		

Освітлення хмелевого сусла і видалення осаду має важливе значення для виробництва високоякісного пива. Багато дослідників стверджують, що осад негативно впливає на процес бродіння (пригнічує активність дріжджів), погіршує стабільність пива під час пастеризації та зберігання, а також забруднює поверхні охолодження бродильного танка. З точки зору смаку, пиво без осаду має м'якший і приємніший смак.

Більш прогресивним методом є метод, заснований на відцентровій силі - сепарація, який найбільш доцільно використовувати з використанням сепаратора, що пульсаторно виштовхує осад. Однак цей метод пов'язаний зі значними технічними та технологічними труднощами і суттєво збільшує витрати на обладнання.

Ми пропонуємо проводити освітлення сусла разом з процесом сепарації хмелевої дробини в сусловарочних відділеннях пивоварних заводів. По-перше, це дозволяє створити компактну пивоварню без додаткових складних систем сепарації хмелевої дробини та освітлення сусла. По-друге, ці процеси здійснюються в сусловарочному відділенні при температурі, близькій до температури кипіння, що максимізує потенціал мікробного забруднення сусла.

Комбіноване обладнання для приготування охмеленого пивного сусла з ячмінного солодового екстракту призначене для виконання функції сусловарочного агрегату і одночасно для відділення хмелю і гарячого білкового осаду. Цей процес здійснюється шляхом поступового зменшення швидкості обертання полум'яної мішалки. Частинки хмелю і гарячий білковий осад осідають на дно апарату і направляються до центру апарату, де концентруються.

На якість розділення впливають характеристики частинок, температура сусла, гідродинамічні умови над шаром осаду і взаємодія між частинками і дном апарату.

Рух зважених частинок у суслі: Під час приготування сусла на зважені частинки діють різні сили, такі як сила земного тяжіння, виштовхувальна сила Архімеда і відцентрові сили.

Це сила земного тяжіння, виштовхувальна сила Архімеда і відцентрова сила. Якщо сила тяжіння переважає виштовхувальну силу, частинки опускаються на дно пристрою і при контакті з ним їхній рух сповільнюється під впливом сил тертя. Це призводить до порушення стану рівноваги, оскільки швидкість основного потоку сусла залишається незмінною. Для забезпечення силової рівноваги частинки під дією виштовхуючої сили рухаються до центру пристрою, де лінійна швидкість відповідає швидкості частинок.

Таким чином, хміль і білковий осад концентруються в центрі пристрою. Для кожної зваженої частинки процес розділення відбувається в три етапи. Частинки осідають на дно, рухаються по дну посудини до центру і ущільнюють осад в центрі посудини.

Швидкість обертання мішалки сповільнюється за допомогою частотного перетворювача, який змінює частоту струму, що подається на асинхронний електродвигун в приводі.

Досліджено вплив зміни швидкості обертання мішалки на якість сепарації хмелевої дробини з метою визначення найбільш сприятливого режиму, який може забезпечити ефективну сепарацію, в результаті чого отримано рекомендації у вигляді емпіричних залежностей. Також було визначено максимально допустиме прискорення, при якому можна було змінювати швидкість мішалки, щоб забезпечити ефективне розділення без створення турбулентності потоку в обладнанні.

Після закінчення кипіння сусла швидкість мішалки зменшували протягом 30 хвилин до повної зупинки.

Було досліджено три варіанти швидкості обертання полум'яної мішалки для забезпечення найбільш ефективного відділення зважених часток

від сусла. Умови експерименту відрізнялися інтенсивністю зниження на початковій та кінцевій стадіях процесу.

У другому і третьому варіантах доцільно було різко змінювати швидкість обертання на початковій стадії, оскільки цю стадію необхідно проводити досить швидко, щоб при зниженні швидкості обертання до 15-20 об/хв частинки практично не осідали.

Критерієм вибору того чи іншого режиму був мінімальний вміст завислих речовин у суслі, який визначався шляхом відбору проб на різних рівнях по висоті обладнання.

Дуже інтенсивні зміни швидкості мішалки на початковому етапі не дають бажаних результатів. Це пов'язано з тим, що швидкість гальмування мішалки значно перевищує швидкість гальмування потоку рідини в апараті, що призводить до подальшої надмірної турбулізації.

В результаті частинки не можуть осісти і залишаються у завислому стані. Найменш сприятливим є перший варіант, де осадження частинок вперше починається на десятій хвилині після початку процесу, але відбувається настільки повільно, що в суслі залишається більше зважених частинок, ніж в інших випадках.

У третьому варіанті осідання частинок також починається пізніше, ніж у другому варіанті. Це пов'язано з надмірною турбулентністю потоку через значну зміну швидкості, про що вже згадувалося, і кількість завислих частинок на 30-й хвилині процесу перевищує кількість у другому варіанті з меншою швидкістю мішалки.

Розглянувши три варіанти, найбільш прийнятним є другий варіант, в якому сусло має найменшу кількість частинок у зваженому стані. Можна зробити висновок, що кількість частинок у суспензії буде найнижчою, а прозорість - найвищою.

Отже, осадження хмелю починається при швидкості обертання мішалки нижче 18 об/хв, а значна сепарація спостерігається при швидкості нижче 10 об/хв.

При швидкості обертання мішалки від 6 до 10 об/хв відокремлюється груба фракція осаду, особливо основна маса хмелю, нижче 6 об/хв - дрібна фракція (в основному білковий осад), а оптимальна швидкість обертання для відділення дрібної фракції становить 4 об/хв.

При швидкості обертання мішалки менше 2-3 об/хв спостерігається незначна міграція дрібнодисперсної фракції.

Необхідні подальші дослідження, щоб визначити, як конструкція і розташування мішалки та форма дна апарату впливають на ефективність освітлення сусли.

2.2 Устрій та принцип роботи шнекового хмелевідділювача

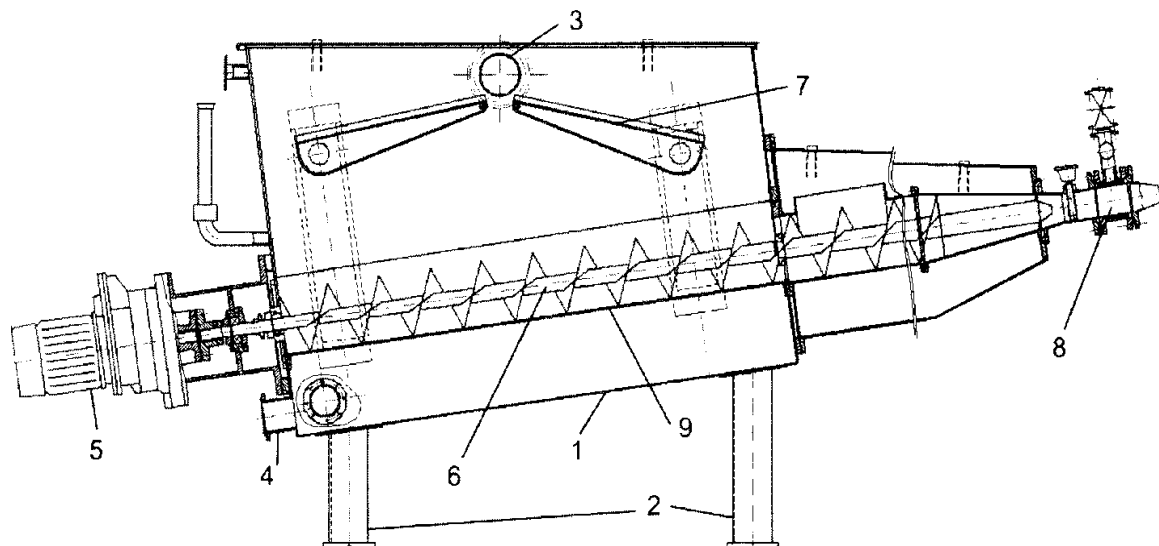


Рис. 2.1 Хмелевіддільний апарат

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

Шнекові хмелевідокремлювачі призначені для відділення сусла від хмелю. Конструкція цього пристрою дуже проста і водночас ефективна. Цей пристрій має більшу продуктивність, ніж більшість, і може відокремити більше хмелю.

У цьому обладнанні сусло з хмелем подається по трубопроводу з патрубків 3 у верхній частині обладнання і потрапляє на сито 7, яке встановлене під певним кутом. Після проходження через сито 7 сусло розсіюється по всьому обладнанню, а частина хмелю затримується на ситі. Під ситом під фіксованим кутом встановлений шнек 6, який обертається електродвигуном 5.

Сито 9 у вигляді гвинта розташоване з зазором 1 мм під ним, сусло зливається в нижню частину апарату, а хміль затримується на ситі.

Обертання шнека забезпечує транспортування хмелю до пристрою 8 і виведення його з хмелевідокремлювача повітрям.

З хмелевідділювача сусло виводиться насосом через форсунки 4 і направляється на освітлення в сепаратор.

2.3 Висновки

Сучасні сусловарочні системи, в яких застосовують ефективніші види хмелепродуктів, зокрема в гранульованій або рідкій формі, не потребують хмелевіддільників, оскільки дрібні хмелеві частинки після закінчення варіння відокремлюють разом із суспензіями гарячого сусла в гідроциклонному апараті.

У разі використання натурального шишкового хмелю, пелюстки якого мають відносно великі розміри, сусловарочні системи (зазвичай це системи

попередніх поколінь) оснащують спеціальним устаткуванням для відокремлення хмельової дробини - хмелевіддільниками.

Хмелевідокремлювачі призначені для відділення пелюсток хмелю від гарячого охмеленого пивного сусла, яке надходить у них самопливом із суслотварочного апарату.

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Об'єкт та предмет дослідження

У кваліфікаційній роботі було вдосконалено конструкцію шнекового сепаратора хмелю з метою підвищення продуктивності.

В результаті удосконалень основна увага була приділена підвищенню продуктивності сепаратора хмелю.

Точне дотримання технічного режиму роботи обладнання та гомогенізація роботи дозволили застосувати передові технології для зменшення зносу, подовження міжремонтних періодів, вдосконалення процесів, підвищення продуктивності та умов праці, а також покращення організації виробництва.

3.2. Опис експериментальної установки чи імітаційної моделі об'єкту досліджень

Процес приготування пивного сусла складається з таких операцій: очищення та затирання солоду, приготування сусла, фільтрація сусла, кип'ятіння сусла з хмелем, освітлення та охолодження сусла.

Під час затирання солод подрібнюється, щоб дозволити ферментам солоду діяти і розщеплювати речовини солоду. Солод розмелюють під час кондиціонування у вальцьовій дробильній машині Hurrmann, модель 1 "Milstar type Lenz" з Німеччини.

У цьому процесі солодорощення очищений солод подається з бункера (перед млином) в камеру кондиціонування. Солод замочується в теплій воді (50-76 °C), що створює еластичність оболонки солоду. Солод і вода подаються вальцьовим дозатором на пару гофрованих вальців, які обертаються один проти одного. Далі на вальці подається вода з

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Документ затверджено</i>			221870КР.11.000 ПЗ			
		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видачі</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>		

температурою, необхідною для затирання. У заторній камері дробарки подрібнений солод змішується з водою при температурі 45-63 °С. Суміш одночасно подається в заторний апарат гвинтовим насосом. Дробарки солоду № 1 і № 2 працюють у варильному порядку № 3.

Неподрібнений ячмінний матеріал (рисову, ячмінну та кукурудзяну січку), включаючи частину солоду, подрібнюють у спеціальній пристрої - диспергаторі Ziemann № 2. Процес подрібнення здійснюється за допомогою трьох пар зубчастих дисків і постійної подачі води. Зерновий матеріал збирається в накопичувальному бункері відповідно до кількості на одну варку і подається шлюзовим дозатором в змішувальну шахту, куди подається вода з заданою температурою (45-52°С).

Водно-зернова суміш потрапляє в робочу камеру диспергатора, де зерно подрібнюється під дією виступів (зубців) дисків, проходячи послідовно через три диски, і ця суспензія видавлюється з останнього генератора в розвантажувальну трубу.

Кількість сировини і води підбирається таким чином, щоб суміш сировини і води завжди була присутня на дні змішувальної шахти, але не переливалася через край.

Продуктивність шлюзової системи дозування регулюється зміною швидкості обертання валу електродвигуна, а кількість води контролюється витратоміром. Суміш подрібненої сировини і води подається в заторний котел для кип'ятіння в процесі дроблення.

Суспензія зерен продукту з водою з подрібнювально-диспергуючих машин № 1 і № 2 також може подаватися в заторні апарати № 1 і № 2.

У варильному відділенні № 3 для приготування відвару встановлені дві затирочні машини поз. 4 і заторний котел поз. 3.

Мета затирання - перевести екстрактивні речовини з осолодженої і неосолодженої сировини в розчин і перевести більшу частину нерозчинних

речовин в розчин шляхом ферментативної дії. Речовини, що переходять у розчин під час затирання, називаються екстрактом.

Залежно від якості солоду, хімічного складу сусла, з якого виробляється певний сорт пива, і використовуваного технічного обладнання, процес затирання може здійснюватися одним з наступних способів:

- Інфузійний спосіб затирання;
- Метод однократного кип'ятіння;
- Одноотварной метод, при якому несоложена сировина обробляється окремо;
- Двозатирочний спосіб затирання.

Одноразове введення зернопродуктів у затор становить від 10 000 до 1 700 кг для варильного відділення № 3.

Коригування води за сольовим складом здійснюється шляхом додавання в затор гіпсу або хлористого кальцію, або того й іншого разом, за умови, що вміст кальцію знаходиться в межах 80-120 мг/л, а вміст хлоридів і сульфатів не перевищує 150 мг/л.

Необхідну кількість гіпсу засипають в обладнання невеликими порціями, щоб він добре розчинився в заторі. Хлористий кальцій додається в суспензію у вигляді розчину, приготованого в окремому апараті. Необхідна кількість розчину вливається в затор на початку подрібнення.

Для отримання сусла і пива оптимального складу дозволяється використовувати ферментні препарати, рекомендовані виробником і дозволені до застосування Міністерством охорони здоров'я України відповідно до стандартів, розроблених в процесі виробництва. Гранульовані або порошкоподібні ферментні препарати слід розчиняти в 10 літрах холодної води в спеціальній ємності безпосередньо перед додаванням у варення.

Несолону сировину, таку як ячмінь, рис, полова та пшениця, можна використовувати для виробництва, якщо це необхідно.

Вибір несолоної сировини визначається необхідністю отримання сусла потрібного складу.

Для забезпечення смакових і фізико-хімічних властивостей темного пива, передбачених рецептурою, пиво можна варити на 100% темному ячмінному солоді або з заміною частини темного солоду (до 50%) світлим ячмінним солодом і до 20% карамелізованого ячмінного солоду, в залежності від якості зернового продукту.

Для отримання кольору сусла, необхідного для напівтемного і темного пива, можна використовувати палений солод у кількості 1-4% від зернового продукту в суслі.

pH затору доводять до 5,4-5,8 шляхом додавання в затор молочної кислоти або інших неорганічних кислот, дозволених до використання Міністерством охорони здоров'я, з розрахунку 58 г на 100 кг затору, щоб знизити pH затору на 0,1.

При виробництві пива за технологією висококонцентрованого пивоваріння співвідношення зернових продуктів до води під час затирання становить 1:3-3,5. Більш густий затор прискорює протеоліз і підвищує ступінь кінцевого бродіння.

Особливу увагу слід звернути на оцукрювання затору. Повноту оцукрювання пивного сусла перевіряють за допомогою йодного тесту. Негативний йодний тест свідчить про хорошу якість оцукрювання.

При приготуванні затору слід стежити за ходом технологічного процесу (температура, час приготування затору, кількість води для промивання, робота мішалки і т.д.).

Під час нагрівання затору мішалка повинна працювати на 100%, а під час приготування затору - менш ніж на 90% (від 50% до 90%). Час витримки, час відбору суміші або відвару (в режимі реального часу) і температура записуються на "технічній карті".

Робота мішалки заторного апарату регулюється у відсотках від встановленої швидкості обертання мішалки (-40% для відбору відвару, -70-80% для витримки паузи, -100% для підігріву, кип'ятіння та купажування).

Подача пари в парову сорочку регулюється відкриттям клапана подачі пари.

Насос поз. 5 використовується для подачі затору на кип'ятіння і подачі кип'яченого затору в заторний апарат.

Отриманий затор нагрівається до 77-78°C і насосом 6 направляється на фільтрацію.

Фільтраційна установка 7 автоматично запускається після нагрівання затору до 77-78°C. Після всмоктування води в простір під ситом у фільтраційному резервуарі перевіряється тиск під ситом, який не повинен бути нижчим за 21,10-3 бар (але тиск, коли фільтраційний резервуар був порожнім, становив 125,10-3 бар), а вода повинна покривати сито на 1-1,5 см над ним.

Сусло подається у систему фільтрації. Перша частина каламутного сусла повертається в апарат. Коли фільтрація сповільнюється, шар шроту розпушують ножем. Після закінчення фільтрації шрот на ситі промивають теплою водою. Промивна вода насосом подається в збірник промивної води поз.12, направляється в млин, змішується з розмеленим солодом і направляється в заторний апарат. З фільтраційного відділення затор виводиться гвинтовим насосом поз.8 в збірник затору поз.9 і направляється в силос. 2 насоси поз.10,11 встановлені для перекачування сусла, промивної води і першої частини каламутного сусла.

При фільтруванні затору контролюється якість фільтрації (каламутність, швидкість фільтрації, тиск під ситом фільтра, робота розпушувального механізму, робота фільтраційного насоса, температура і кількість води для вилуговування шроту, прокачування білкової труби).

Метою кип'ятіння охмеленого сусла є стабілізація складу сусла та ароматизація його хмелем.

Кип'ятіння використовується для випаровування сусла до певної концентрації, екстракції ароматичних і гірких речовин з хмелю, інактивації ферментів, коагуляції білків і стерилізації сусла. Пастеризація сусла необхідна для забезпечення чистого процесу бродіння та отримання стабільного продукту. Пастеризація здійснюється шляхом кип'ятіння протягом 15 хвилин.

Кип'ятіння руйнує всі ферменти. Пастеризація сусла і руйнування ферментів забезпечує стабільний хімічний склад перед початком бродіння і виробництво стабільного продукту. Процес ароматизації під час кип'ятіння хмелевого сусла відбувається внаслідок розчинення певних компонентів хмелю та хімічної взаємодії цукрів і протеолітів. Гіркі компоненти хмелю розчиняються приблизно на 60-70%. Процеси коагуляції та освітлення білків сусла є важливими для складу, насиченості смаку, кольору та прозорості пива.

Сусло перекачується з резервуара-регенератора насосом поз.15 через теплообмінник сусла в теплоутилізаторі (енергетичній установці) поз.16 до суслотоварочного апарату поз.19.

Переконайтеся, що насос подачі в теплообмінник увімкнений.

Після того, як насоси почнуть перекачувати відфільтроване сусло з резервуара для сусла в суслотоварочний агрегат, необхідну кількість хмелепродуктів та інших добавок, залежно від режиму роботи і типу пива, зважують і додають в резервуар. Щоб відкрити бак для хмелю поз.20, необхідно скинути тиск в баку.

Перед заповненням резервуара для хмелепродукту необхідно підготувати хмелепродукт (хмелепродукт).

Фарба (відбиток кількості кислоти і ваги кислоти в банці) на банці з екстрактом хмелю витирається одноразовою паперовою серветкою.

Потім банку проколюють спеціальним пристроєм і поміщають в резервуар для приготування сусла.

Для примусового перемішування сусла в сусловарочному резервуарі є насос поз.17. Цей трубопровід також має клапан для відбору проб.

Як правило, кип'ятіння сусла починають після закінчення набору неохмеленого сусла.

Після заливання сусла в сусловарочний котел і кип'ятіння необхідно виміряти рН сусла і концентрацію сухих речовин у суслі. Після вимірювання рН розраховується необхідна кількість молочної кислоти, регулюється об'єм кислоти відповідно до розрахунку і вноситься розчин хлористого кальцію відповідно до об'єму, зазначеного в рецепті.

Для приготування хмелевого розчину відбирається певна кількість сусла і подається в бак насосом поз.21, а хмелевий розчин повертається в сусло на пивоварні.

Коли перша партія хмелю закінчена, додається цукровий розчин або солодова патока (якщо це передбачено рецептурою). Цукровий розчин або солодова патока подається в сусловарочний агрегат за 20-30 хвилин до закінчення кип'ятіння сусла.

Через десять хвилин після введення цукрового розчину або солодової меляси вимірюють рівень рН сусла і додають молочну кислоту вручну, якщо це необхідно.

Останнє додавання молочної кислоти слід зробити за 15 хвилин до закінчення кип'ятіння сусла.

Як тільки сусло досягне заданої концентрації сухих речовин (залежно від обладнання), концентрацію сухих речовин слід перевірити за допомогою цукрометра. Кип'ятіння триває 45-60 хвилин (оптимально - 50 хвилин).

Охмелене сусло подається на гідроциклонну установку (Вірпул) для освітлення.

Подача охмеленого пивного сусла у Вірпул поз.24 здійснюється насосом поз.18, подача здійснюється в тангенціальному напрямку. З часом утворюється осад, що складається в основному з білків, який коагулює в суслотварочному апараті.

Освітлене сусло виводиться через відповідні труби і направляється насосом поз.25 в теплообмінник поз.26, де охолоджується і направляється в бродильну камеру. Утворений осад змивається в спеціальній пристрої і скидається в збірник осаду поз.22. Осад використовується для фільтрації і насосом поз.23 направляється в систему фільтрації.

Рис.3.1 Технологічна схема

Для порівняння числових значень швидкостей руху сула побудуємо графіки залежності швидкості руху рідини від кількості обертів рис.3.2, тиску рис.3.3, фактору розділення рис.3.4 .

Таблиця 3.1 Швидкість руху рідин

п, об/хв	Швидкість в першій точці	Швидкість в другій точці	Тиск в першій точці	Тиск в другій точці
5000	380	731	$9,91 \cdot 10^6$	$9,5 \cdot 10^7$
6000	284	565	$5,75 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^7$
7000	214	543	$9,3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^7$
8000	241	536	$7,8 \cdot 10^6$	$5,3 \cdot 10^7$
9000	258	564	$7,9 \cdot 10^6$	$5,4 \cdot 10^7$

Таблиця 3.2 Кількість обертів

п, об/хв	Fr
5000	2653
6000	3825
7000	5210
8000	6790
9000	8610

Таблиця 3.3 Радіальна швидкість

n, об/хв	Радіальна швидкість в першій точці	Радіальна швидкість в другій точці
5000	127	642
6000	69	551
7000	60	532
8000	87	529
9000	80	504

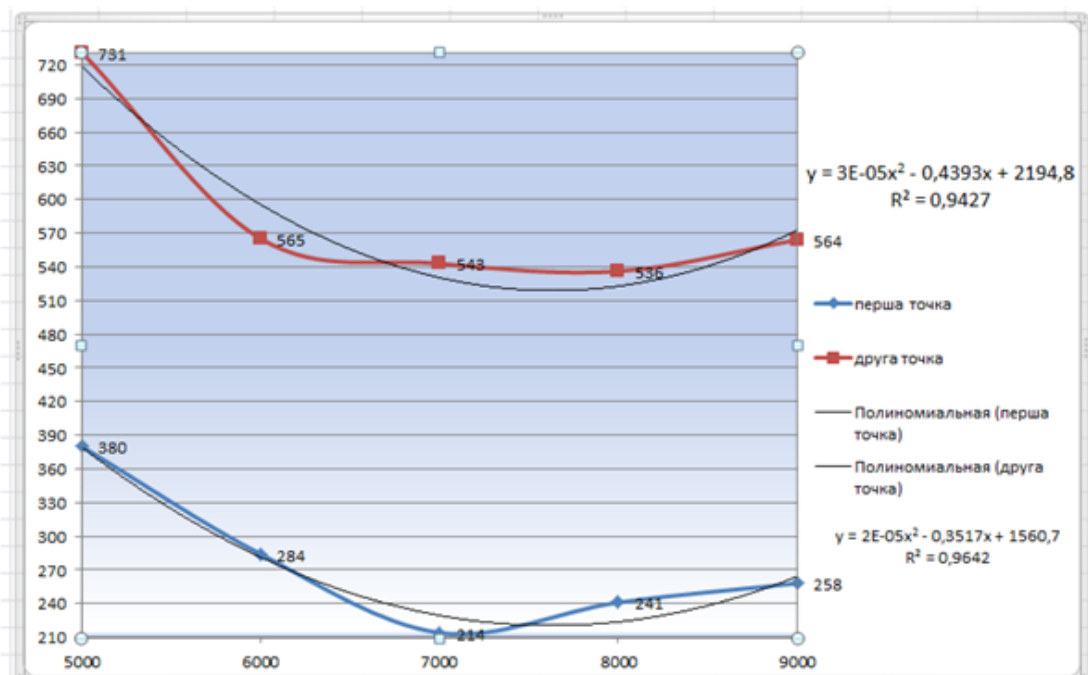


Рис. 3.1. Графік залежності швидкості сусла від кількості обертів барабана сепаратора

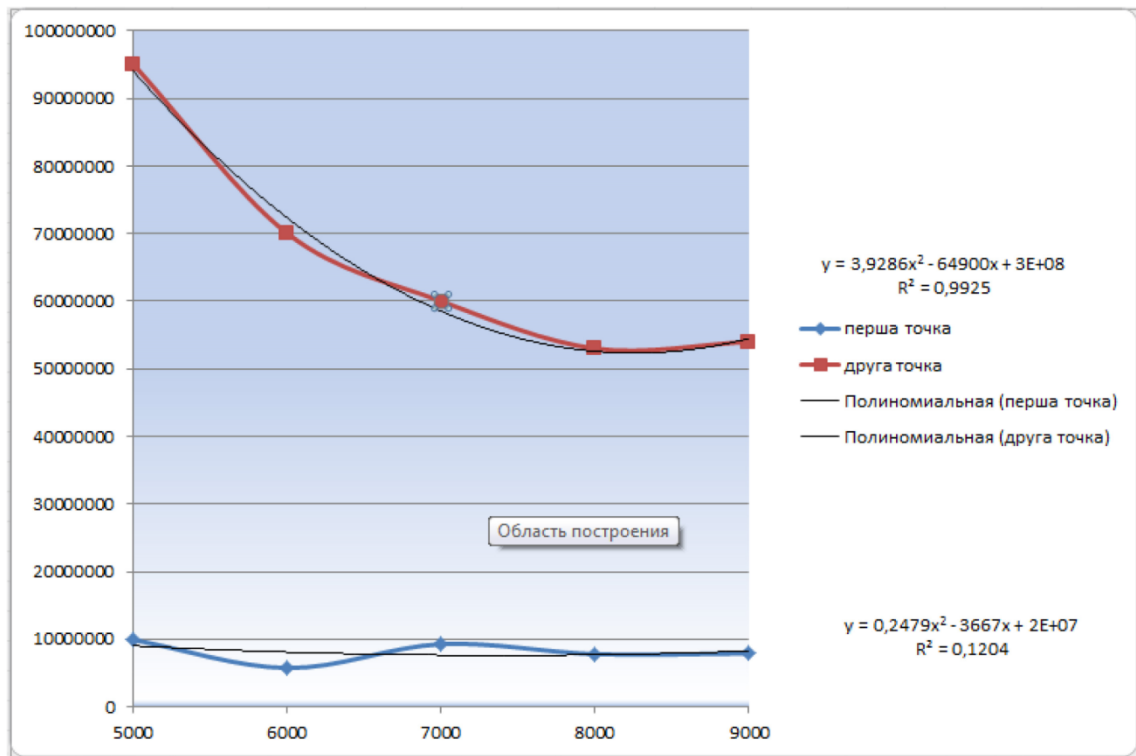


Рис. 3.2. Графік залежності тиску від кількості обертів барабана

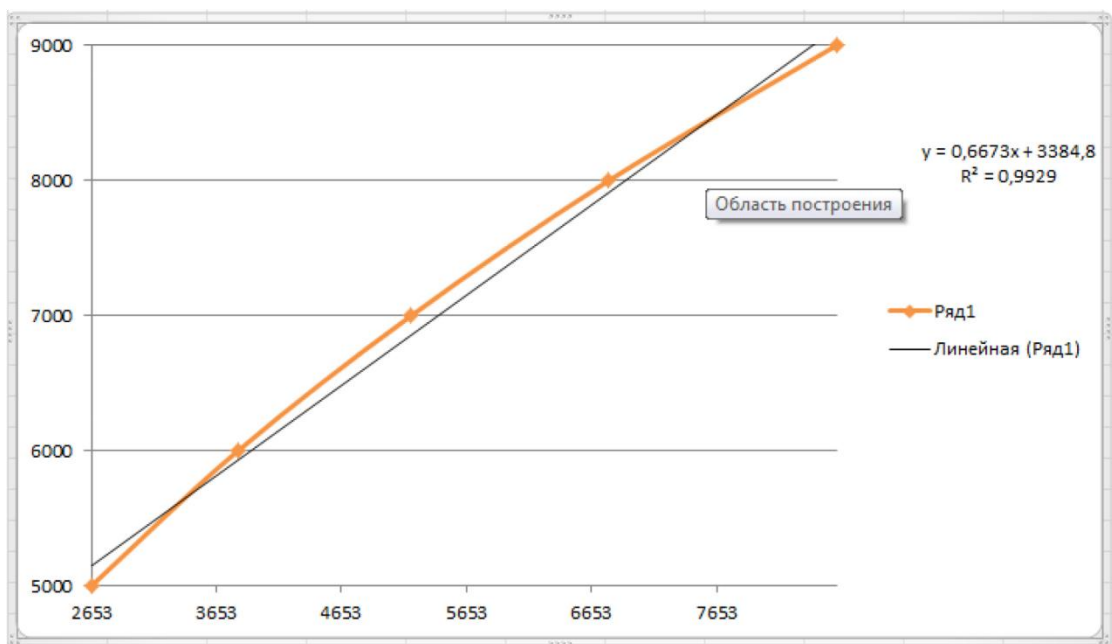


Рис. 3.3. Графік залежності фактора розділення від кількості обертів

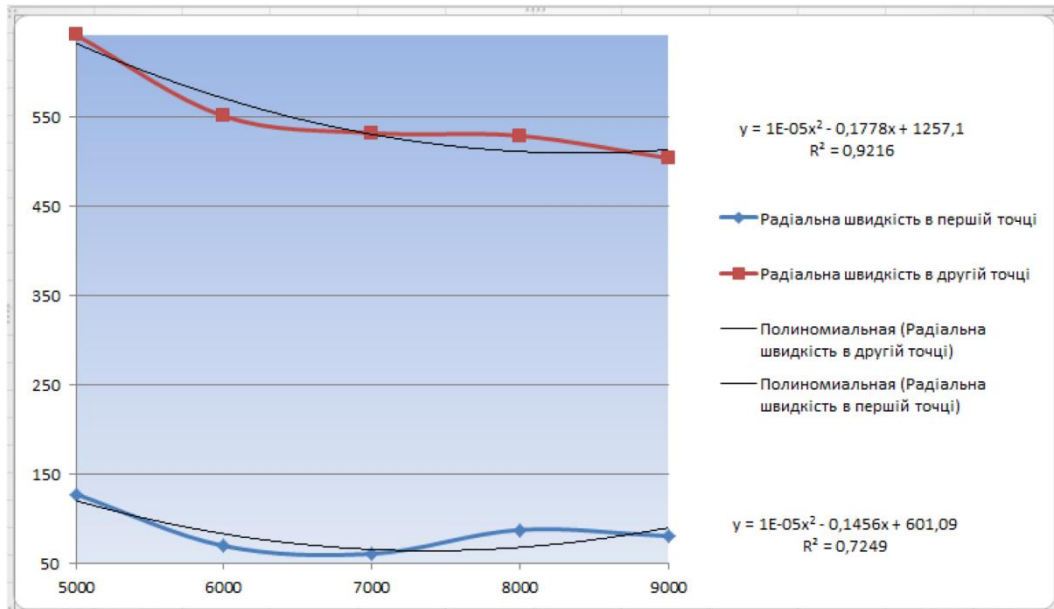


Рис. 3.4 . Графік залежності радіальної швидкості від кількості обертів барабана сепаратора

Отож:

1. зміна частоти обертання барабана сепаратора має значний вплив на освітлення пивного сусла;

2. на основі аналізу отриманих числових даних та встановлення графічних залежностей в процесі досліджень можна визначити найбільш доцільні та обґрунтовані параметри роботи сепаратора в діапазоні 7000-8000 об/хв;

3. отримані числові дані та рівняння регресії можуть бути рекомендовані та використані при проектуванні та конструюванні обладнання та його подальшому вдосконаленні на практиці.

3.3. Методика проведення досліджень

Стрімкий розвиток сучасної науки і техніки, постійне вдосконалення різних видів обладнання та розвиток комп'ютерних технологій призвели до появи величезних обсягів інформації. Без сучасних методів та інструментів роботи з інформацією, навіть у вузькій галузі, людина безсила.

Інтернет надає доступ до актуальної інформації в різних країнах, галузях і мовах. Сучасні веб-браузери, такі як Chrome, Google та Opera, дозволяють значно скоротити час, необхідний для пошуку та аналізу необхідних даних. Вбудовані функції перекладу допомагають обробляти інформацію різними мовами.

Теоретичні дослідження конструкції посуду, кінематики та динаміки елементів проводились із застосуванням конструкторського розрахунку, математичного аналізу та моделювання кінематики та динаміки елементів з подальшою графічною візуалізацією та графічних методів аналізу конструкцій машин.

Методи синтезу були використані для узагальнення впливу різних параметрів і вироблення рекомендацій.

Текстова частина роботи оформлена за допомогою Microsoft Word.

3.4. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

Одним із викликів, що стоять перед харчовою промисловістю, є використання передових, енергозберігаючих технологій у виробництві продукції, тобто в технічному оснащенні.

Модернізація (вдосконалення) обладнання - це конструктивне вдосконалення з метою підвищення продуктивності обладнання, що модернізується, розширення його технічних можливостей до рівня сучасних технічних і технологічних вимог, а також забезпечення економії енергоресурсів і поліпшення умов праці. Це досягається невеликими змінами в конструкції робочого органу установки або обладнання, змінами в конструкційних матеріалах і методах їх обробки.

В даній кваліфікаційній роботі пропонується модернізувати хмелевідокремлювач та підвищити його продуктивність і якість сепарації хмелю за рахунок удосконалення конструкції шнека.

В роботі були проведені відповідні розрахунки та прийняті конструктивні рішення, які забезпечили можливість якісної модернізації сепаратора хмелю.

Модернізація цього обладнання є економічно вигідною і має практичне значення для виробництва.

3.5 Висновки

В ході дослідження та модернізації обладнання для кип'ятіння пивного суслу було проведено комплексний огляд ситуації в пивоварній галузі харчової промисловості, обладнання та технології пивоваріння в країні та за кордоном.

В даній кваліфікаційній роботі пропонується модернізувати хмелевідокремлювач та підвищити його продуктивність і якість сепарації хмелю за рахунок удосконалення конструкції шнека.

В роботі були проведені відповідні розрахунки та прийняті конструктивні рішення, які забезпечили можливість якісної модернізації сепаратора хмелю.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання

Визначення продуктивності шнека.

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

$$H_0 = \frac{G_c \cdot 10^4}{(\alpha + 1) \cdot (100 - W)} = \frac{1.5 \cdot 10^4}{(2.5 + 1) \cdot (100 - 1.3)} = 43.4 \text{ г / дал} , \quad (4.1)$$

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.

$$H = H_0 \cdot 5.5 = 43.4 \cdot 5.5 = 238.7 \text{ г / дал} , \quad (4.2)$$

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

Необхідна продуктивність шнека хмелевіддільника:

$$\Pi_{ш} = H_0 \cdot \Pi \cdot K_з = 238.7 \cdot 2000 = 477400 \text{ г / год} = 477.4 \text{ кг / год} . \quad (4.3)$$

Крок гвинта $t = 190$ мм

Зовнішній діаметр гвинта $D = 250$ мм

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

Висота транспортування $H = 538.9$ мм

Продуктивність шнека визначається за формулою:

$$\Pi_{ш} = 60 \frac{\pi D^2}{4} t \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C = 47D^2 \cdot t \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C , \quad (4.4)$$

$C = 0.8$ – поправочний коефіцієнт, який залежить від кута нахилу шнека; $\psi = 0.4$ – коефіцієнт заповнення.

Відповідальна організація	Технічне узгодження	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа			221870КР.11.000 ПЗ			
	Документ затверджено			Інд. змін	Дата виходу	Мова ПІА	Аркуш

Кінематичний розрахунок

Частота обертання шнека:

$$n = \frac{P_u}{47D^2 \cdot t \cdot \psi \cdot \rho \cdot C} = \frac{477.4}{47 \cdot 0.25^2 \cdot 0.19 \cdot 0.4 \cdot 700 \cdot 0.8} = 26.7 \text{ об / хв} \quad (4.5)$$

Найбільшу допустиму частоту обертання визначимо за формулою:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{65}{\sqrt{0.25}} = 130 \text{ об / хв} \quad (4.6)$$

де А – коефіцієнт;

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

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

$$N = \frac{P \cdot H}{0.36} + \frac{P \cdot L \cdot w'}{0.36} = \frac{477.4 \cdot 0.5389}{0.36} + \frac{477.4 \cdot 3.0568 \cdot 1.2}{0.36} = 5.38 \text{ кВт} \quad (4.7)$$

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

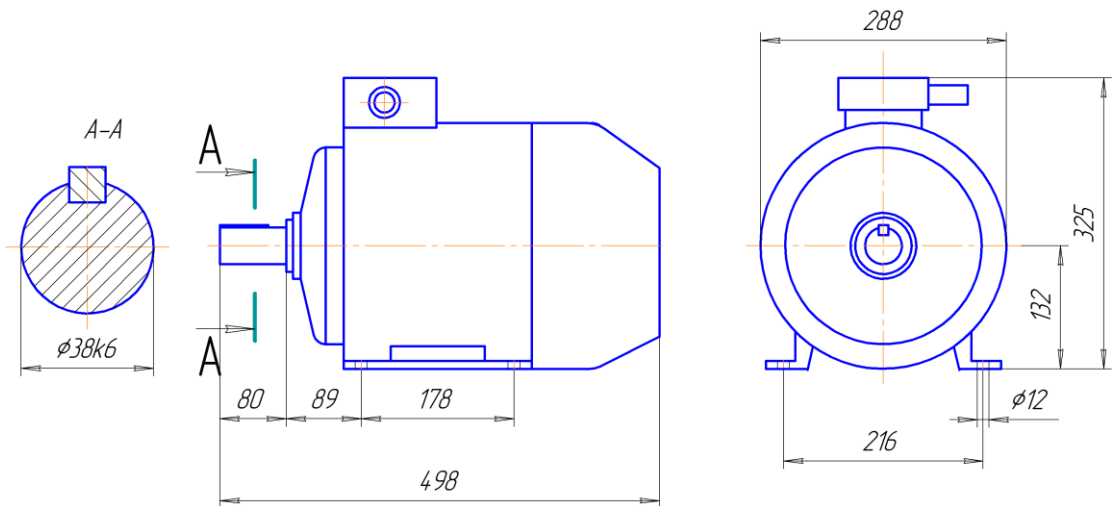


Рис. 4.1 Ескіз електродвигуна

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

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

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

$$U_{np} = \frac{n_{\text{дв}}^{ac}}{n_{\text{вих}}} = \frac{710}{26.7} = 26.6$$

Передаточне число привода:

(4.8)

Обираємо редуктор типу 1Ц2У-100

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

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

Частота обертання вхідного вала $n = 710 \text{ об/хв}$

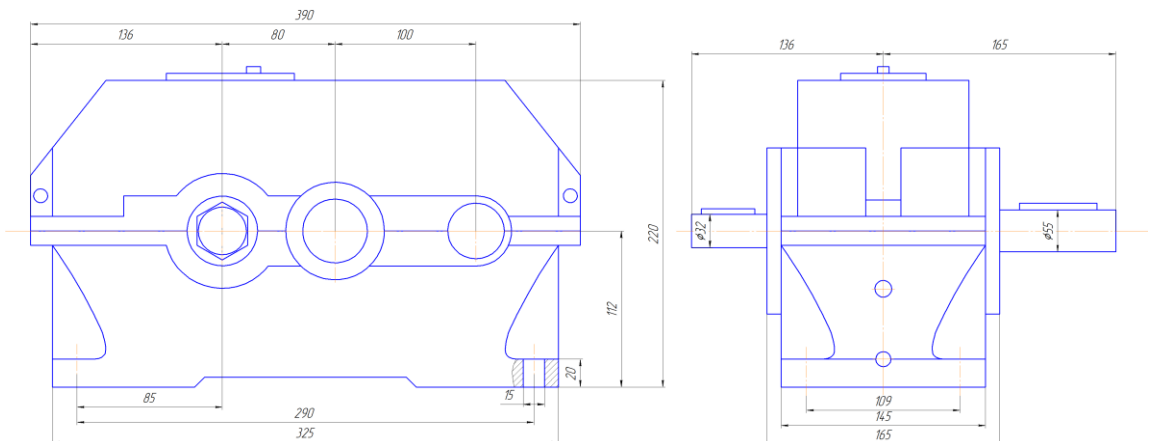


Рис. 6.2 Ескіз редуктора

$$\text{К.К.Д. привода: } \eta_{пр} = \eta_m^2 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{н.н.} = 0.99^2 \cdot 0.97 \cdot 0.99 = 0.94, \quad (4.9)$$

Визначаємо частоти обертання і кутові швидкості на валах

$$n_1 = n_2 = n_{\partial 6} = 710 \text{ об/хв} \quad (4.10)$$

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3.14 \cdot 710}{30} = 74.3 \text{ рад/с} \quad (4.11)$$

$$n_3 = n_4 = \frac{n_2}{U_{ред}} = \frac{710}{25} = 28.4 \text{ об/хв} \quad (4.12)$$

$$\omega_3 = \omega_4 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3.14 \cdot 28.4}{30} = 2.97 \text{ рад/с} \quad (4.13)$$

Визначаємо потужність на валах приводу

$$N_1 = N_{ex} = 5.38 \text{ кВт}; \quad (4.14)$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_m = 5.38 \cdot 0.99 = 5.32 \text{ кВт}; \quad (4.15)$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{ред} = 5.32 \cdot 0.97 = 5.16 \text{ кВт}; \quad (4.16)$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_m = 5.16 \cdot 0.99 = 5.1 \text{ кВт}; \quad (4.17)$$

Визначаємо крутні моменти на валах

$$T_1 = T_{ex} = 1000 \frac{N_{ex}}{\omega_{ex}} = 1000 \frac{5.38}{74.3} = 72.4 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.18)$$

$$T_2 = T_1 \cdot U_m \cdot \eta_m = 72.4 \cdot 1 \cdot 0.99 = 71.7 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (4.19)$$

$$T_3 = T_2 \cdot U_{ред} \cdot \eta_{ред} = 71.7 \cdot 25 \cdot 0.97 = 1774 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (4.20)$$

$$T_4 = T_3 \cdot U_m \cdot \eta_m = 1774 \cdot 1 \cdot 0.99 = 1756 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (4.21)$$

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

Табл. 4.1 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:

$$P = \frac{T}{r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho_z)} = \frac{1756}{0.1 \cdot \operatorname{tg}(16.8 + 26)} = 18961 \text{ Н} \quad (4.22)$$

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

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

Звідси $\alpha = 16.8^\circ$

ρ_z — кут тертя між вантажем і поверхнею гвинта

$$\operatorname{tg} \rho_z = \mu_z = 0.5 \quad \text{або} \quad \rho_z = 26^\circ$$

Вибір муфти

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:

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

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

$$M_{32} = P \cdot l_1 = \frac{2 \cdot T}{D_1} \cdot l_1 = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{105} \cdot 18 = 24822 \quad \text{Н мм} \quad (4.23)$$

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 14^3}{32} = 267 \quad \text{мм}^3 \quad (4.24)$$

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_x} = \frac{24822}{98} = 92 \leq [\sigma_{32}] = 150 \quad \text{МПа} \quad (4.25)$$

Напруження зминання для втулки:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}], \text{ де } P = \frac{2 \cdot T}{D_1} = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{105} = 1379 \text{ Н} \quad (4.26)$$

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

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{A_{зм}} = \frac{1379}{182} = 7.5 \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.27)$$

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

$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_x} \leq [\sigma_{зг}]$, де $M_{зг}$ - згинальний момент, W_x - осьовий момент опору, $[\sigma_{зг}]$ - допустиме напруження на згинання, для сталі 45 $[\sigma_{зг}] = 100 \text{ МПа}$

$$M_{зг} = P \cdot l_1 = \frac{2 \cdot T}{D_1} \cdot l_1 = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{190} \cdot 30 = 22861 \text{ Н мм} \quad (4.28)$$

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 14^3}{32} = 267 \text{ мм}^3 \quad (4.29)$$

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_x} = \frac{22861}{267} = 84 \leq [\sigma_{зг}] = 150 \text{ МПа} \quad (4.30)$$

Напруження зминання для втулки:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}], \text{ де } P = \frac{2 \cdot T}{D_1} = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{190} = 762 \text{ Н} \quad (4.31)$$

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

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{A_{зм}} = \frac{762}{350} = 2.17 \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.32)$$

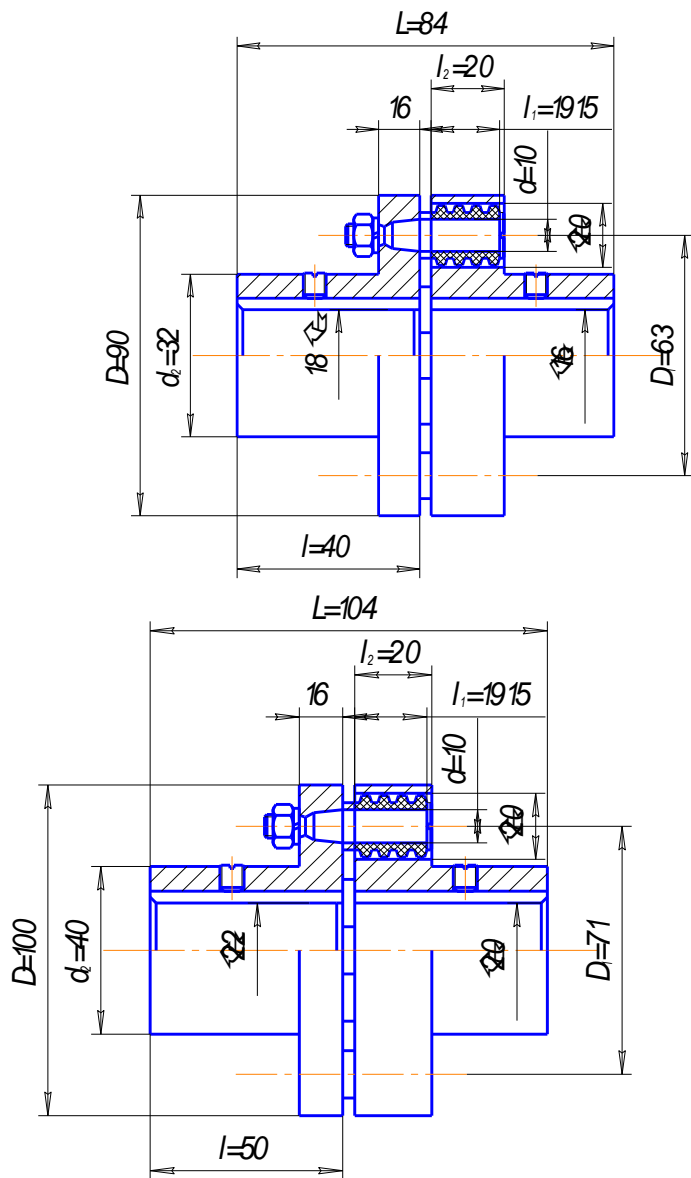


Рис. 4.3 Ескіз муфти

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

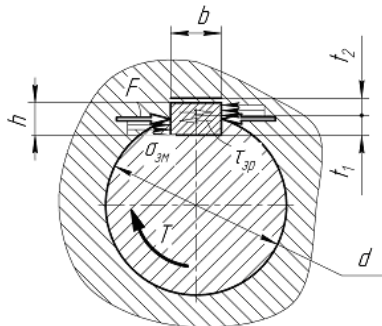


Рис.4.4 Ескіз шпонкового з'єднання

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 :

$$\sigma_{змі} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 72.4 \cdot 10^3}{38 \cdot 16 \cdot (8 - 5)} = 79.4 \leq [\sigma_{змі}] = 130 \text{ МПа} \quad (4.33)$$

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

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 :

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

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

де $l_{p3}=l-b=160-16=144$ мм

$l_{p4}=l-b=160-16=144$ мм

4.2. Вибір конструкційних матеріалів

Більшість деталей і вузлів обладнання для харчової промисловості піддаються високим навантаженням. Тому матеріали, що використовуються при виготовленні обладнання, повинні бути міцними і забезпечувати хороший контакт з харчовими продуктами.

Частини обладнання та машин, які контактують з продуктами, що містять різні органічні кислоти, виготовляються з корозійностійкої сталі.

Продукти, що переробляються, не повинні викликати хімічних реакцій з матеріалами компонентів і не повинні впливати на склад харчових продуктів.

Таким чином, від правильного вибору конструкційних матеріалів для компонентів залежить висока якість харчових продуктів і термін служби самого обладнання.

Компоненти шнекового сепаратора хмелю виготовляються з наступних матеріалів:

- Корпус обладнання, решітка та всі деталі і вузли, що контактують з продуктом, виготовлені з корозійностійкої сталі

AISI 316 (ДСТУ 7806:2015) або, згідно з нашим маркуванням, 12X18Н10 (ДСТУ 7809:2015) з такими ж властивостями;

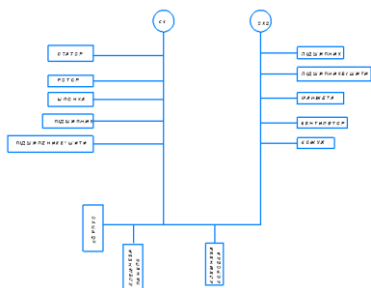
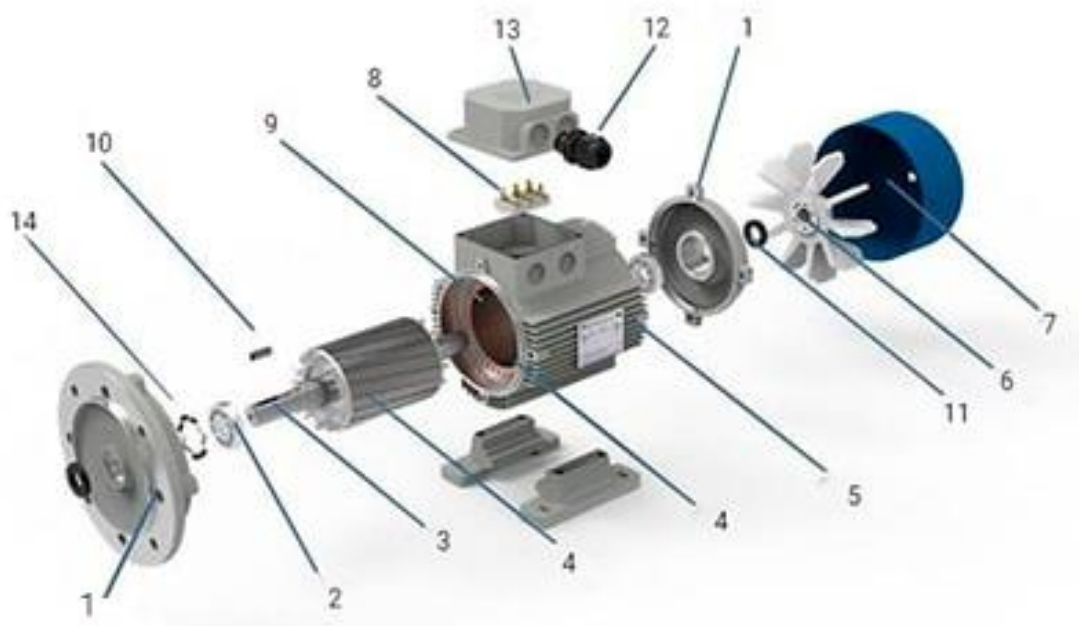
- Зовнішні деталі, опори та інші конструктивні елементи пристрою повинні бути виготовлені зі сталі: 12X17 (ДСТУ 7809:2015); сталь 45 (ДСТУ 7809:2015) або AISI 304 (ДСТУ 7806:2015); сталь Ст3 - ДСТУ 7809:2015;
- З'єднувальні елементи (болти, гайки, шайби) - сталь 35 (ДСТУ 7809:2015).

Решта компонентів, що входять до складу шнекового хмелевідділювача, в основному є стандартними покупними деталями (підшипники, манжети тощо), виготовленими з матеріалів, зазначених у стандарті:

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

4.3. Розрахунки на міцність частин конструкції обладнання і складання



- (1) Підшипникові шити – чавун
- (2) Шарикопідшипник
- (3) Вал зі шпоночним пазом
- (4) Ротор з мідною обмоткою
- (5) Корпус з поздовжніми охолодними ребрами
- (6) Вентилятор (крильчатка)
- (7) Кожух, алюмінієвий сплав – силумін
- (8) Клемна панель
- (9) Статор – мідні обмотки, електротехнічна кільце
- (10) Шпонка (11) Манжета (12) Кабельне введення (13) Клемна коробка (борно) (14) Стопорне кільце

Сушварочні апарати призначені для варіння пивного сусла з хмелем і випарювання частини води для отримання сусла певної щільності. За

конструкцією ці апарати являють собою зварений циліндричний резервуар із паровою сорочкою, сферичним днищем і кришкою, що забезпечує інтенсивну кругову циркуляцію киплячого суслу.

Вихідні дані:

- тиск - $\delta = 950$ кПа;
- діаметр обичайки - $D_a = 3,3$ м;
- матеріал - сталь Х18Н10Т;
- робоча температура - 150°N .

Коефіцієнт міцності зварних швів приймаємо рівним $\beta = 0.85$.

Межа міцності при розтягуванні для сталі Х18Н10Т дорівнює $\sigma_s = 740$ МПа.

Коефіцієнт запасу міцності вибираємо рівним $\xi = 3.5$. Тоді допустима напруга для сталі Х18Н10Т під час розрахунку цього апарата дорівнюватиме:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{\xi} = \frac{740 \times 10^6}{3.5} = 211.4 \text{ МПа.}$$

Товщина стійки обичайки рівна:

$$\delta = \frac{\delta D_a}{2\beta[\sigma] - \delta} + \delta_c = \frac{0,95 \times 10^6 \times 3,3}{2 \times 0.85 \times 211.4 \times 10^6 - 0,95 \times 10^6} + 0.004 = 0.012 \text{ м.}$$

де δ_c – добавка на корозію, м.

Приймаємо її відповідно до сортаменту рівну 12 мм.

Модуль пружності для сталі Х18Н10Т прийmemo $E = 2 \cdot 10^{11}$ МПа і коефіцієнт Пуассона відповідно $\mu = 0,3$.

Коефіцієнт загасання для циліндричної оболонки дорівнюватиме:

$$k_\delta = \frac{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}}{\sqrt{r\delta}} = \frac{\sqrt[4]{3 \times (1-0,3^2)}}{\sqrt{1,65 \times 0,012}} = 9,2 \text{ 1/м.}$$

Коефіцієнт загасання для сферичної оболонки (рисунок 4.1):

$$k_c = \sqrt[4]{3(1-\mu^2)} \cdot \sqrt{\frac{R}{\delta}} = \sqrt[4]{3 \times (1-0,3^2)} \times \sqrt{\frac{1,65}{0,012}} = 15,1$$

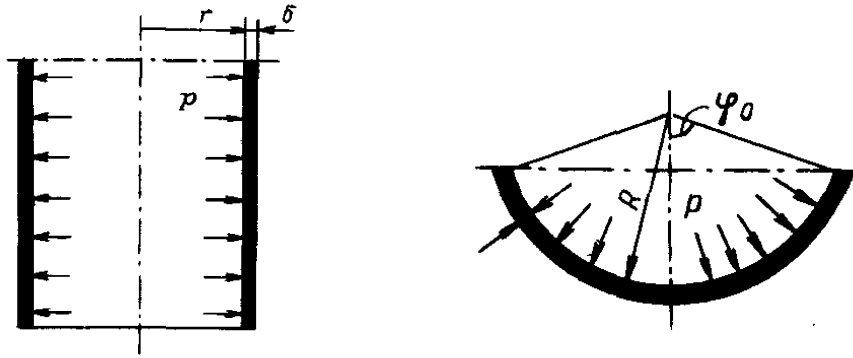


Рисунок 4.1 - Циліндрична і сферична оболонки, навантажені внутрішнім тиском газу.

Значення деяких допоміжних параметрів дорівнюють:

$$\sin \varphi_0 = \sin 90^\circ = 1; \quad \cos 90^\circ = 0; \quad \operatorname{ctg} 90^\circ = 0.$$

Крайові сили й моменти рівні:

$$P_0 = \frac{p \cdot [1 - \mu - (2 - \mu) \cdot \sin \varphi_0]}{4k_y (1 + \sqrt{\sin \varphi_0}) \cdot \sin \varphi_0} - \frac{pr}{2} \cdot \frac{\sqrt{\sin \varphi_0}}{1 + \sqrt{\sin \varphi_0}} \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0$$

$$M_0 = \frac{pr}{4k_y} \cdot \frac{\sqrt{\sin \varphi_0}}{1 + \sqrt{\sin \varphi_0}} \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0$$

Тоді

$$P_0 = \frac{0,95 \cdot 10^6 \times [1 - 0,3 - (2 - 0,3) \times 1]}{4 \times 9,2 \times (1 + 1) \times 1} = -25815 \quad \text{Н/м};$$

$$M_0 = 0$$

Розраховуємо навантаження і деформації циліндричної оболонки:

- при нарузці тиском газу:

$$S_\delta^\delta = 0,5 \times \delta \times r = 0,5 \times 0,95 \times 10^6 \times 1,65 = 783,8 \times 10^3 \quad \text{Н/м};$$

$$\dot{O}_\delta^\delta = \delta \times r = 0,95 \times 10^6 \times 1,65 = 1567,5 \times 10^3 \quad \text{Н/м};$$

$$\Delta_\delta^\delta = \frac{-(2 - \mu) \delta r^2}{2\delta E} = \frac{-(2 - 0,3) \times 0,95 \times 10^6 \times 1,65^2}{2 \times 0,012 \times 2 \times 10^{11}} = -0,916 \times 10^{-3} \quad \text{м};$$

- при нарузці крайовими силами:

$$\dot{O}_\delta^{\delta_0} = 2k_\delta r \dot{D}_0 = 2 \times 9,2 \times 1,65 \times (-25815) = -784 \times 10^3 \quad \text{Н/м};$$

$$\Delta_\delta^{\delta_0} = -\frac{2k_\delta r^2 P_0}{\delta E} = -\frac{2 \times 9,2 \times 1,65^2 \times (-25815)}{0,012 \times 2 \times 10^{11}} = 0,54 \times 10^{-3} \quad \text{м};$$

$$\theta_{\delta}^{\delta_0} = \frac{2k_{\delta}^2 r^2 P_0}{\delta E} = \frac{2 \times 9,2^2 \times 1.65^2 \times (-25815)}{0.012 \times 2 \times 10^{11}} = -0.005 \text{ рад.}$$

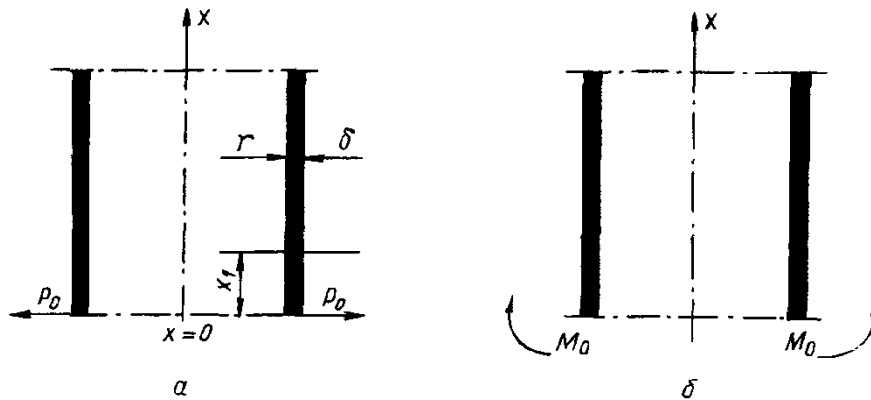


Рисунок 4.2 - Схеми навантаження циліндричних оболонок крайовими силами (а) і крайовими моментами (б).

Визначаємо сумарні навантаження та деформації:

- меридіональне зусилля: $S_{\delta} = S_{\delta}^{\delta} + S_{\delta}^{\delta_0} + S_{\delta}^{i_0} = 783,8 \times 10^3 \text{ Н/м;}$

- кільцеве зусилля: $\dot{O}_{\delta} = \dot{O}_{\delta}^{\delta} + \dot{O}_{\delta}^{\delta_0} + \dot{O}_{\delta}^{i_0} = 1567,5 \times 10^3 - 784 \times 10^3 = 783,5 \times 10^3 \text{ Н/м;}$

- меридіональні і кільцеві зусилля: $M_{\psi} = 0; K_{\psi} = 0;$

- лінійні деформації:

$$\Delta_{\delta} = \Delta_{\delta}^{\delta} + \Delta_{\delta}^{\delta_0} + \Delta_{\delta}^{i_0} = -0.916 \times 10^{-3} + 0.54 \times 10^{-3} = -0.376 \times 10^{-3} \text{ м.}$$

- кутові деформації:

$$\theta_{\delta} = -0,5 \cdot 10^{-2} \text{ рад.}$$

Меридіональні та кільцеві напруження дорівнюватимуть:

$$\sigma_1 = \frac{S}{\delta} = \frac{783,8 \times 10^3}{0,012} = 65,3 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_2 = \frac{\dot{O}}{\delta} = \frac{783,5 \times 10^3}{0,012} = 65,2 \text{ МПа.}$$

Еквівалентне напруження рівне:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma_2^2 + \sigma_1^2 - \sigma_2 \sigma_1} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{(65,3 \times 10^6)^2 + (65,2 \times 10^6)^2 - 65,3 \times 10^6 \times 65,2 \times 10^6} = 65,3 \times 10^6 \leq 211,4 \times 10^6 \text{ Па.}$$

Умова виконана.

Визначаємо потім напруження в циліндричній оболонці на відстані

$$\text{напівхвилі} \quad x = \frac{\pi}{4k_{\delta}} = \frac{3,14}{4 \times 9,2} = 0,085 \quad \text{м (від краю).}$$

Внутрішнє зусилля від тиску розраховуємо:

$$S_{\sigma 1}^{\delta} = 0,5 \times \delta r = 0,5 \times 0,95 \times 10^6 \times 1,65 = 783,8 \times 10^3 \quad \text{Н/м;}$$

$$\dot{O}_{\sigma 1}^{\delta} = \delta r = 0,95 \times 10^6 \times 1,65 = 1567,5 \times 10^3 \quad \text{Н/м;}$$

Внутрішні навантаження від крайових сил:

$$S_{u 1}^{\rho_0} = 0;$$

$$\dot{O}_{\sigma 1}^{\delta_0} = -0,322 \dot{O}_{\sigma}^{\delta_0} = -0,322 \times 784 \times 10^3 = -252,4 \times 10^3 \quad \text{Н/м;}$$

$$\dot{I}_{\sigma 1}^{\delta_0} = \frac{0,322 E_0}{k_{\delta}} = \frac{-0,322 \times 25815}{9,2} = -904 \quad \text{Н} \times \text{м/м;}$$

$$\hat{E}_{\sigma 1}^{\delta_0} = \mu \dot{I}_{\sigma 1}^{\delta_0} = -0,3 \times 904 = -271,2 \quad \text{Н} \times \text{м/м.}$$

Сумарні зусилля та моменти:

$$S_{\sigma 1} = 783,8 \times 10^3 \quad \text{Н/м;}$$

$$\dot{O}_{\sigma 1} = 1567,5 \times 10^3 - 271,2 \times 10^3 = 1296,3 \times 10^3 \quad \text{Н/м;}$$

$$\dot{I}_{\sigma 1} = -904 \quad \text{Н} \times \text{м/м;}$$

$$\hat{E}_{\sigma 1} = -271,2 \quad \text{Н} \times \text{м/м.}$$

Напруги дорівнюватимуть:

$$\sigma_1 = \frac{S}{\delta} \pm \frac{6M}{\delta^2} = \frac{783,8 \times 10^3}{0,012} \pm \frac{6 \times 904}{(0,012)^2} = \left[\begin{array}{l} 103 \times 10^6 \\ 23 \times 10^6 \end{array} \right] \quad \text{Па;}$$

$$\sigma_2 = \frac{\dot{O}}{\delta} \pm \frac{6\hat{E}}{\delta^2} = \frac{1296,3 \times 10^3}{0,012} \pm \frac{6 \times 271,2}{(0,012)^2} = \left[\begin{array}{l} 119 \times 10^6 \\ 97 \times 10^6 \end{array} \right] \quad \text{Па.}$$

Еквівалентні напруження дорівнюють:

- для внутрішніх волокон:

$$\sigma_{\text{св}}^i = \sqrt{(103 \times 10^6)^2 + (119 \times 10^6)^2} - 103 \times 10^6 \times 119 \times 10^6 = 153 \times 10^6 \quad \text{Па;}$$

- для зовнішніх волокон:

$$\sigma_{y\bar{e}a}^f = \sqrt{(28 \times 10^6)^2 + (97 \times 10^6)^2} - 28 \times 10^6 \times 97 \times 10^6 = 86 \times 10^6 \text{ Па.}$$

У перерізі x_1 значення напружень перебувають у допустимих межах.

Застосування фланцевих з'єднань в апаратах зумовлено технологією виготовлення як окремих елементів апаратів, так і апаратів загалом, а також умовами їхнього монтажу та експлуатації, у процесі яких їх необхідно розбирати і збирати. Технологічні отвори в апаратах мають бути міцно і щільно з'єднані з технологічними трубопроводами; отвори для монтажу та огляду (люки і лази) - надійно заглушені.

Фланцеві з'єднання за робочих параметрів тиску і температури мають бути герметичними, міцними, технологічними, повинні давати змогу швидко і багаторазове розбирання та збирання.

Фланцеве з'єднання, що складається з двох фланців і затискуваної між ними прокладки, є найпоширенішим видом роз'ємного з'єднання частин апарату. Стягування фланців здійснюється або тільки болтами, або гайками на болтах і шпильках.

Розрахувати фланцеве з'єднання між паровою сорочкою і пристроєм для відведення конденсату.

Вихідні дані:

- тиск в апараті – $\bar{p} = 0,95$ МПа;
- робоча температура – 150°N ;
- товщина стінки апарату – $\delta = 12$ мм;

Виходячи з довідкових даних, орієнтовно приймаємо:

- внутрішній діаметр фланця – 3300 мм;
- зовнішній діаметр привалочної поверхні – 3324 мм;
- зовнішній діаметр фланцю – 3850 мм;
- діаметр болтової окружності – 3600 мм;

- товщина фланцю – 60 мм;
- діаметр болта – 60 мм;
- товщина прокладки – 5 мм.

Виходячи з цих даних отримаємо геометричну товщину прокладки:

$$b = 0,5(D_{н.пр.} - D_6) = 0,5 \times (3324 - 3300) = 12 \text{ мм.}$$

Приймаємо привалочні поверхні плоскими з двома рисками. Наведена й ефективна ширина прокладки відповідно дорівнюватимуть:

$$b' = 0,5b = 0,5 \times 12 = 6 \text{ мм}$$

$$b_0 = 2,48\sqrt{b'} = 2,48 \times \sqrt{6} = 6,1 \text{ мм}$$

Розрахунковий діаметр прокладки, таким чином, дорівнюватиме:

$$D = D_{н.пр.} - 2b_0 = 3324 - 2 \times 6,1 = 3312 \text{ мм}$$

Як прокладочний матеріал вибираємо м'яку гуму, знаходимо коефіцієнт питомого тиску $m = 1.0$ і посадкове напруження 1.35 МПа.

Навантаження на болти буде рівне:

$$Q_6^p = 0.785D^2 p + \pi D b_0 m p = 0.785 \times 3,312^2 \times 0,95 \times 10^6 + 3.14 \times 3,312 \times 0.0061 \times 1 \times 0,95 \times 10^6 = 8,1 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

P – умовний тиск;

D – розрахунковий діаметр прокладки;

m – коефіцієнт тиску на прокладку.

Навантаження на болти від затяжки:

$$Q_6' = \pi D b_0 \sigma_n = 3.14 \times 3,312 \times 0.0061 \times 1,35 \times 10^6 = 87045 \text{ Н.}$$

σ_n – посадкова напруга прокладки.

Приймаємо кільцеву прокладку між привалочними поверхнями з двома виступами (малюнок 4.3).

Болти виготовлятимемо зі сталі Х18Н10Т за значення межі міцності болтів, що дорівнює приблизно 300 МПа, допустима напруга дорівнюватиме:

$$[\sigma] = \frac{300 \times 10^6}{6.5} = 46 \times 10^6 \text{ Па.}$$

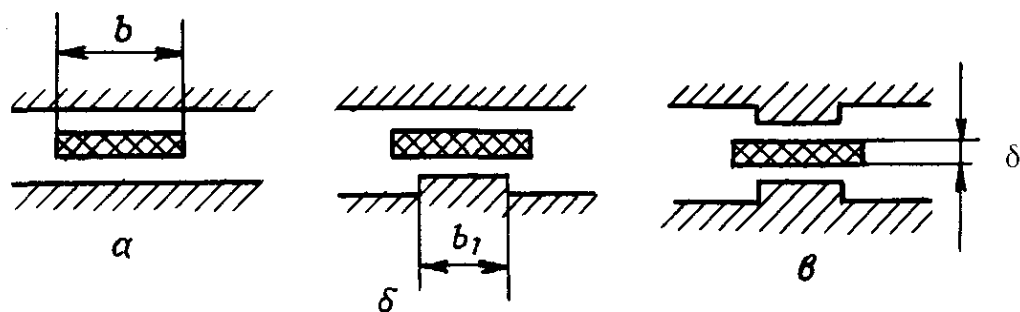


Рисунок 4.3 - Схема розміщення кільцевих прокладок між привалочними поверхнями без виступів (а), з одним виступом (б) і з двома виступами (в).

Допустиме навантаження на один болт:

$$q_a = 0.785(d_1 - \delta_c)^2 [\sigma] = 0.785(0.0569 - 0.001)^2 \times 46 \times 10^6 = 112837 \text{ Н,}$$

d_1 – внутрішній діаметр різьби болта або шпильки, м;

δ_c – конструктивна надбавка от 1 до 2 мм;

$[\sigma]$ – допустима напруга при розтягуванні, Па.

Кількість болтів:

$$i = \frac{Q_a}{q_a} = \frac{8,1 \cdot 10^6}{112837} = 72$$

Q_a – найбільша нагрузка на болти;

q_a – допустима нагрузка на 1 болт.

Приймаємо кількість болтів, що дорівнює 72.

Фланці виготовляємо зі сталі Х18Н10Т, для якої можна прийняти $[\sigma_u] = 80$ МПа.

Тоді товщина фланцю буде рівна:

$$\delta = 0,75 \sqrt{\frac{Q(D_o - D_g)D_o}{n(\pi D_g - nd_0)d_0[\sigma_u]}} + 0,012$$

$$\delta = 0,75 \times \sqrt{\frac{8,1 \cdot 10^6 \times (3,6 - 3,3) \times 3,6}{72 \times (3,14 \times 3,3 - 72 \times 0,006) \times 0,006 \times 80 \cdot 10^6}} + 0,012 = 0,060 \text{ м}$$

D_o – діаметр кола розташування центрів болтів;

n – кінцеве число болтів;
 d_0 – діаметр отвору під болт;
 $[\sigma_u]$ – допустима напруга при вигині фланця (приймаємо меншою за σ_s в 5-6 раз).

Товщину фланця остаточно приймаємо рівною 60 мм.

Опори слугують для встановлення на фундаменти та несучі конструкції. Тільки прості резервуари не мають опор і встановлюються безпосередньо на фундамент.

Розміри і форма опор залежать здебільшого від величини і характеру навантажень, від матеріалу, з якого зроблений апарат, маси апарату, а також від розташування апарату в просторі. Якщо апарат схильний до струсів і динамічних зусиль, то його опори робляться масивними.

Опори вертикальних апаратів зазвичай зварюють зі шматків листової сталі (малюнок 4.4). Така конструкція найбільш поширена. Для того щоб розподілити реактивне зусилля на більшу площу стінки посудини й уникнути її зім'яття, між опорою і стінкою великих або тонкостінних апаратів поміщають (приварюють) металеву прокладку.

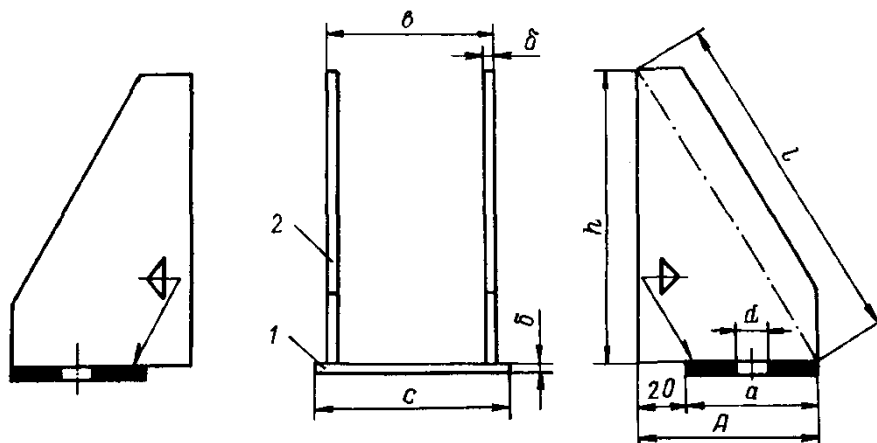


Рисунок 4.4- Опора вертикального апарата: 1 - основа; 2 - ребро.

Кількість опор на вертикальних апаратах беруть від двох до чотирьох, кількість ребер, які вварюють у кожну опору, залежить від навантаження, що припадає на опору.

Найбільша маса вертикального апарата (під час гідравлічного випробування) становить 24000 кг. Апарат виконаний зі сталі Х18Н10Т. Робоча температура в апараті не перевищує 150° С.

Розраховуємо опори апарата за умови встановлення його на бетонний фундамент.

Приймаємо $G_{\phi} = 2 \times 10^6$ Па.

Поверхню опор шукаємо за формулою:

$$F \geq \frac{G_{\max}}{[\sigma_{\phi}]} = \frac{24000 \times 9,81}{2 \cdot 10^6} = 0,118 \text{ м}^2.$$

G_{\max} – максимальна вага апарат під час випробування, коли апарат і вся його апаратура заповнені водою, Н;

$[\sigma_{\phi}]$ – допустима напруга для фундаменту, Па.

Приймаємо кількість опор 2. тоді навантаження на одну опору дорівнюватиме:

$$G = \frac{G_{\max}}{n} = \frac{24000 \times 9,81}{2} = 117720 \text{ Н.}$$

Опори виготовлятимуть зі сталі Х18Н10Т, для якої за заданих умов роботи апарата допустиму напругу на стиск можна прийняти рівною допустимій напрузі на розтягнення, тобто 100 МПа.

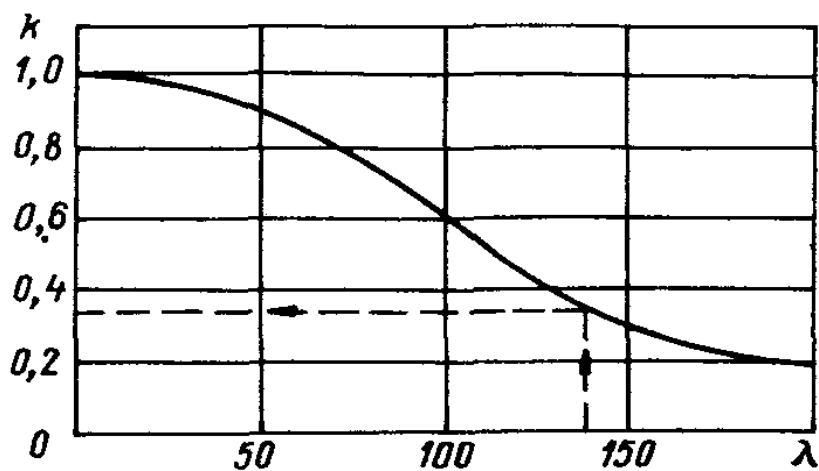


Рисунок 4.5 - Графік залежності коефіцієнта гнучкості від гнучкості ребра опори

Нехай кожна опора буде виготовлена з одним ребром. Приймаючи відношення вильоту опори до її ширини $a:c=0.9$, отримаємо $a=580$ мм; $c=640$ мм. Виліт опори $A=600$ мм.

Приймемо коефіцієнт $k=0.25$. Тоді товщина ребра рівна:

$$\delta = \frac{2.24G}{km[\sigma_{сж}]A} = \frac{2,24 \times 112077}{0,25 \times 1 \times 100 \cdot 10^6 \times 0,6} = 0,02 \text{ мм.}$$

k – коефіцієнт, що залежить від гнучкості ребра за його гіпотенузою;

m – число ребер в кожній опорі;

$[\sigma_{сж}]$ – допустима напруга при стисненні, Па;

A – виліт опори, м.

Гнучкість ребер:

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{l}{0.289\delta} = \frac{3,34}{0,289 \times 0,02} = 577$$

δ – товщина ребра, м.

За графіком (рисунок 4.5) коефіцієнт буде більшим за прийнятий.

Розрахунок закінчено.

Приймаємо товщину ребра $\delta=20$ мм.

Перевіряємо флангові шви на зріз: $\frac{G}{0.7hL} \leq [\sigma_w]$ Па.

h – розмір катета зварного шва, м;

L – загальна довжина шва, м;

$[\sigma_w]$ – допустиме напруження матеріалу шва (80 МПа).

$$\frac{117720}{0,7 \times 0,004 \times 0,52} = 22,4 \cdot 10^6 \text{ Па} < 80 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Умову виконано.

4.4. Технологія машинобудування

Спочатку обладнання транспортується зі складу до місця встановлення. Варильні модулі транспортуються до місця встановлення залізничним або автомобільним транспортом.

Для транспортування використовуються спеціальні тягачі з причепами, а також проводяться заходи з навантаження, розвантаження, кріплення та маршрутизації. Транспортування на об'єкті також здійснюється за допомогою спеціальних транспортних засобів.

Далі - розпакування та розконсервація. Обладнання розпаковується, знімаються захисні покриття та зачищаються покриття з вузлів і деталей обладнання.

З'єднуються основні вузли, підключаються трубопроводи та контрольно-вимірювальні прилади.

Такелажні роботи. Переміщення обладнання здійснюється за допомогою крана (вертикального і горизонтального), або, якщо габарити невеликі, для переміщення обладнання використовується спеціальний візок.

Для правильної орієнтації обладнання проводяться розмічальні роботи згідно з робочими кресленнями технічної частини проекту.

В якості технічних засобів для розмічальних робіт використовуються сталеві рулетки, монтажні метри, вертикальні лінійки, вертикальні кутники, кутники і струни.

Основними розмічальними операціями є паралельне переміщення головних осей обладнання, розмітка осей, перпендикулярних одна до одної та вертикальне переміщення осей на різні поверхи будівлі.

Встановлення обладнання в проектне положення Обладнання встановлюється в призначеному для цього місці.

Вирівнювання в горизонтальному або вертикальному положенні.

Перемістіть обладнання в просторі, щоб забезпечити правильну орієнтацію на місці встановлення.

Встановлення на фундамент Встановіть стійку для обладнання на фундамент і закріпіть її на фундаменті за допомогою фундаментних (анкерних) болтів.

Встановіть оглядовий майданчик для інтеграції обладнання. Встановіть сходинки та поручні.

Приєднати до агрегату трубопроводи та інші допоміжні засоби і обладнання.

Провести випробування на холостому ході та під навантаженням. Переконавшись, що установка змонтована, електродвигун з мішалкою та редукторами встановлені правильно, проведіть годинний тест на холостому ході.

До роботи з пристроєм допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання і здатні надійно виконувати свої обов'язки.

Особам у стані алкогольного, наркотичного або іншого сп'яніння забороняється обслуговувати прилад, а також проводити профілактичні та ремонтні роботи.

Некваліфіковані особи не повинні регулювати або модифікувати елементи управління, контрольні пристрої тощо.

Носіть індивідуальний захисний одяг та засоби індивідуального захисту, особливо під час робіт з очищення, монтажу, технічного обслуговування та ремонту.

Якщо під час ремонтних робіт необхідно тимчасово відключити електроживлення, то тільки на мінімально необхідний період.

Трубопроводи подачі пари та гарячої води можуть бути дуже гарячими (до 165°C).

Не торкайтеся неізольованих трубопроводів або частин машини без відповідних захисних рукавичок.

Необхідно також дотримуватися правил техніки безпеки компанії.

Під час ремонтних робіт:

- У разі несправності машини, вимикач ремонтного відключення, захисний вимикач двигуна, а також панель керування повинні бути позначені попереджувальними знаками;
- Ремонт машини повинен виконуватися тільки кваліфікованим персоналом;
- Перед виконанням будь-яких робіт на електрообладнанні завжди відключайте його від електромережі.

Під час відключення від електромережі дотримуйтесь наступних правил безпеки:

- Вимкніть джерело живлення;
- Заблокуйте джерело живлення так, щоб його не можна було ввімкнути;
- Переконайтеся у відсутності напруги;
- Використовуйте тільки справне і призначене для цієї мети обладнання.

Ремонт пневматичних або гідравлічних компонентів дозволяється проводити тільки після зняття тиску з машини.

Після ремонту машину не можна експлуатувати. Також необхідно правильно поводитися з такими речовинами та предметами:

- Масла і жири та їх упаковка (наприклад, аерозольні балончики, мастила);
- Миючі засоби, розчинники та холодоагенти;
- Акумуляторні батареї, телевізійні екрани, неонові лампи тощо;
- Пластмаси;
- Радіоактивні елементи з контрольного обладнання, наприклад, для моніторингу рівня рідини та вимірювання залишків лугу.

Перед початком роботи відповідальна особа повинна перевірити машину на наявність очевидних несправностей і знати, як вимкнути її в аварійній ситуації.

У разі виникнення несправності, яка загрожує безпеці роботи, машину необхідно вимкнути.

Перед увімкненням машини:

- Всі компоненти (деталі) повинні бути правильно встановлені і закріплені;
- Переконайтеся, що всередині машини немає сторонніх предметів (наприклад, ганчір'я, інструментів тощо);
- Оператор повинен переконатися, що поруч з машиною не працюють інші особи, особливо під час роботи в ручному режимі. Під час роботи зверніть увагу на будь-які незвичні шуми, знайдіть причину шуму та усуньте несправність.

Під час технічного обслуговування:

- Не чистіть (не промивайте) електричні компоненти водою або іншими рідкими середовищами;
- Обережно поведіться з агресивними миючими засобами, кислотами та лугами і дотримуйтеся інструкцій виробника миючого засобу;
- Переконайтеся, що на поручнях і риштуваннях немає мастила, жиру або інших речовин, які можуть спричинити ковзання;
- Звертайте увагу на дефекти виконавчих механізмів, такі як зламані рукоятки затискачів, вимикачі та ключі, і своєчасно замінійте їх новими;
- Не відкривайте кришку (люк) під час роботи машини;
- Засувки на агрегаті можна відкривати тільки тоді, коли агрегат не знаходиться під тиском;
- Використовуйте для виробництва тільки сировину і допоміжні матеріали, зазначені в документації.

4.5. Правила створення, та технічного сервісу модернізованого обладнання

Залежно від послідовності виконання монтажних робіт способи монтажу технологічного обладнання, споруд і трубопроводів поділяються на поточний і послідовний, а в залежності від організації механізованих монтажних робіт - на комплектно-блочний, великоблочний, поточно-вузловий і безопорний.

Потоковий комбінований спосіб. Цей метод виробництва є найбільш прогресивним і економічно вигідним, вимагає ґрунтовної інженерної та економічної підготовки і сприяє скороченню термінів монтажу.

Монтажні роботи виконуються строго за графіком, узгодженим з усіма монтажними організаціями, що беруть участь в монтажі, і з замовником, що забезпечує поставку обладнання і матеріалів в узгоджені терміни.

Роботи виконуються в такій послідовності: підготовка фундаментів, залізобетонних і металевих риштувань для монтажу обладнання; підйом і установка важкого обладнання та внутрішньоцехових трубопроводів в проектні положення до укладання плит перекриття; утеплення до монтажу обладнання; монтаж внутрішньоцехової каналізації до укладання гідроізоляції підлоги (вологі приміщення).

Ефективність поточно-комбінованих методів монтажу обладнання і комунікацій досягається за рахунок: комплектації обладнання, металоконструкцій і трубопроводів до їх монтажу на виробничих майданчиках або на об'єкті при укрупненому монтажі; підвищення рівня механізації та використання вантажопідйомних машин і механізмів; використання монтажних портів, виносних майданчиків, дистанційних монтажних портів, дистанційних платформ, економія витрат на виготовлення індивідуальних вантажопідйомних засобів, підвищення продуктивності праці монтажників і зниження витрат на виконання машинних монтажних робіт,

скорочення тривалості машинних монтажних робіт, скорочення часу, необхідного для виконання монтажу.

Недоліком цього способу є додаткові витрати на захист встановленого обладнання від пошкоджень при проведенні загальнобудівельних та інших робіт.

Послідовний метод. Застосовується в тих випадках, коли технічні умови дозволяють встановлювати обладнання тільки в задалегідь побудованих будівлях або на майданчику, а також при невеликих обсягах монтажних робіт (технічне переозброєння підприємства).

Повноблочний метод будівництва. Монтаж обладнання і трубопроводів цим методом пов'язаний з максимально можливим перенесенням робіт з монтажного майданчика в умовах промислового виробництва.

В результаті консолідоване обладнання доставляється на об'єкт у вигляді комплектного блочного об'єкта.

До складу цього блоку обладнання входять допоміжні та обслуговуючі споруди, технологічні трубопроводи, електричні системи та елементи системи автоматизації в межах групи машин (агрегатів).

Метод великих блоків. Цей метод забезпечує мінімальні терміни монтажу, оскільки виробник доставляє обладнання на місце установки у вигляді великих комплектних блоків або укрупнених вузлів до початку монтажу обладнання та комунікацій.

Метод поточно-вузлового монтажу. Цей метод використовується для монтажу обладнання, що поставляється з низьким ступенем заводської підготовки.

Основним принципом цього методу є безперервне і рівномірне виконання робіт, що забезпечується наступними організаційно-технічними засобами: поділом процесу монтажу на складові процеси і завдання; створенням виробничого ритму; розподілом праці між робітниками; поєднанням у часі і просторі процесів комплектації і монтажу.

Безпідкладковий метод. Метод складання обладнання без використання опорних плит, за допомогою притискних пристроїв, регулювальних пластин, спеціальних пристосувань і спеціально розроблених установочних гвинтів, вбудованих в основу верстата.

Успішне застосування прогресивного та економічно ефективного набору методів монтажу обладнання та комунікацій називається "швидким монтажем". Використання збірних виробничих ліній і швидке складання установок дозволило скоротити стандартний час на монтаж обладнання на 20-25%.

Устаткування, що поставляється виробниками в зібраному вигляді, не вимагає монтажних робіт при установці.

Монтаж технологічного обладнання в основному включає транспортування до місця установки, такелажні роботи в зоні установки, розпакування, складування, установку на фундаменти, опорні металоконструкції, залізобетонні перекриття або чисті підлоги, вивірення в горизонтальній і вертикальній площинах, закріплення фундаментними (анкерними) болтами, випробування на холостому ходу.

Технологія монтажу обладнання, що поставляється окремими блоками, вузлами і агрегатами, включає наступні роботи: транспортування зі складу до місця монтажу; розпакування і розконсервація; складання, такелаж і маркування; установка обладнання в проектне положення; вивірка в горизонтальному або вертикальному положенні; перевірка вузлів і деталей.

Перевірка на паралельність, вертикальність і співвісність, кріплення до фундаменту, регулювання, випробування на холостому ходу і під навантаженням, введення в експлуатацію.

Розглянемо більш детально технологію монтажу сепараторів хмелю:

1) Транспортування зі складу до місця встановлення. Для транспортування цього обладнання до місця встановлення використовується або залізничний транспорт, або річковий (якщо є канал зв'язку). При

завантаженні сепараторів хмелю використовуються спеціальні тягачі-тягачі для завантаження, розвантаження, кріплення та транспортування обладнання. Для внутрішньомайданчикових перевезень також використовується спеціальний автотранспорт.

2) Розпакування та розконсервація. Розпакуйте обладнання, зніміть захисне покриття з обладнання та витягніть вузли та деталі обладнання з покриття.

3) Збірка муфт. Шнеки з приводами, пневматичні дроселі, регулююча та вимірювальна арматура з'єднуються з машиною.

4) Переміщення обладнання. Хмелевідокремлювач переміщується краном (вертикально і горизонтально).

5) Маркувальні роботи. Для правильної орієнтації обладнання проводяться розмічальні роботи згідно з робочими кресленнями технічної частини проекту. Технічні інструменти, що використовуються для розмічальних робіт, включають сталеві рулетки, монтажні метри, вертикальні лінії, вертикальні кутники, кутоміри і струни. Спеціальні інструменти включають геодезичні прилади, лазерне обладнання, гідростатичні рівні та універсальне обладнання для розмітки осей. Основними операціями розмітки є паралельне переміщення головних осей обладнання, розмітка осей, перпендикулярних одна до одної та вертикальне переміщення осей на різні поверхи будівлі.

6) Встановлення обладнання в проектне положення. Хмелевідокремлювач встановлюється у відведене для нього місце.

7) Горизонтальне і вертикальне вирівнювання. Перемістіть обладнання в просторі, щоб переконатися, що сепаратор хмелю правильно розташований на місці установки.

8) Перевірте паралельність, вертикальність і вирівнювання компонентів і деталей. Точність установки перевіряється за допомогою спеціального обладнання та пристроїв.

9) Закріплення на фундаменті. Стійка для обладнання встановлюється на фундамент і кріпиться до фундаменту чотирма фундаментними (анкерними) болтами М16.

10) Регулювання. До обладнання підключаються трубопроводи або інші допоміжні засоби чи пристрої.

11) Випробування на холостому ході та під навантаженням. Після перевірки правильності встановлення обладнання, електродвигуна з мішалкою та редукторів, проведіть випробування на холостому ході протягом 1 години.

12) Введення в експлуатацію. Сепаратор хмелю вводиться в експлуатацію після завершення всіх монтажних робіт і випробувань на холостому ході, а також після підписання акта введення в експлуатацію представником обслуговуючого персоналу.

У разі виходу обладнання з ладу або після тривалого періоду експлуатації необхідно провести ремонт.

Ремонт - це комплекс заходів, спрямованих на відновлення надійної роботи обладнання.

Перед початком ремонтних робіт проводиться організаційна, технічна та матеріально-технічна підготовка.

Головний механік підприємства через свою службу (бюро технічного обслуговування, конструкторське бюро тощо) повинен забезпечити: складання річних і місячних планів і графіків профілактичних оглядів і ремонтів; облік і паспортизацію всього обладнання шляхом присвоєння кожній машині (агрегату) інвентарного номера і складання "формулярів" машин (агрегатів); облік технічного стану обладнання у виробничому цеху шляхом заповнення змінних журналів змінним персоналом, наявність керівного персоналу (для проведення капітальних або середніх і великих ремонтів).

Річний графік ремонту складається для кожної одиниці обладнання на основі даних обліку робіт, відображених на "формулярі" машини, складу і тривалості міжремонтного циклу, а також часу, відпрацьованого з моменту останнього планового ремонту цієї одиниці обладнання.

На основі затвердженого графіка складається уточнений графік на кожен місяць. Місячний графік встановлює рівномірне навантаження на ремонтний персонал і призначає особу, відповідальну за своєчасне виконання ремонтних робіт.

Процес ремонту в основному включає такі завдання: очищення та миття обладнання; розбирання машини (агрегату) на вузли та деталі; очищення та миття вузлів та деталей; дефектація та сортування деталей; ремонт або заміна зношених деталей; балансування роторів; повторне збирання машини (агрегату); індивідуальне тестування та введення в експлуатацію. введення в експлуатацію.

Перед початком ремонту обладнання ретельно очищається від залишків продукту, мастила та інших забруднень. Поверхні, що контактують з продуктом, очищають щітками і шорсткостями, а також промивають гарячим розчином кальцинованої або каустичної соди, гарячою водою і паром. Картери обладнання очищають гарячим маслом і гарячою водою.

У виробничих цехах забороняється застосування гасу з різким запахом для усунення дефектів виробів, виготовлених на верстатах і обладнанні, розташованих поруч з обладнанням, що ремонтується.

Перед розбиранням обладнання необхідно визначити конструктивні особливості машини і скласти порядок розбирання. Необхідно визначити призначення і взаємодію окремих вузлів і деталей. Спочатку слід зняти всі деталі або вузли, які перешкоджають розбиранню. Обладнання складної конструкції необхідно розбирати в такому порядку: спочатку розбирати на групи вузлів, потім на окремі вузли, потім на деталі. Деталі слід збирати в тому порядку, в якому вони були зняті з машини.

Збирання деталей здійснюється в порядку, зворотному порядку розбирання. Виготовлення, складання і постачання повинні здійснюватися відповідно до допусків, зазначених в інструкціях і технічних специфікаціях виробника.

Ремонт обладнання проводиться в наступному порядку: можливі основні несправності та способи їх усунення; обладнання, інструменти та матеріали, що використовуються; введення в експлуатацію після ремонту:

- Можливі основні несправності та способи їх усунення. Можливими несправностями хмелевідокремлювача є негерметичність обладнання в місцях зварних швів, вентилів, кранів, кріплень запірної арматури та на обертовій частині валу мішалки. Такі дефекти можна усунути шляхом заміни ущільнювального пристрою або відновлення старого;
- Обладнання, інструменти та матеріали, що використовуються. Електродугове зварювання здійснюється за допомогою електрозварювального обладнання (автоматів). Оскільки сепаратори хмелю в основному виготовляються з нержавіючої сталі, для електрозварювання використовуються електроди постійного струму. Також використовується допоміжне обладнання та матеріали, необхідні для ремонту;
- Введення в експлуатацію після ремонту. Після ремонту сепаратор хмелю буде експлуатуватися в два етапи: попередній і остаточний. Попереднє введення машини в експлуатацію після ремонту здійснює комісія, до складу якої входять механіки цеху, представники ремонтної бригади, яка проводила ремонт, і наладчики, які підтримують машину в робочому стані, перевіряючи і випробовуючи її на холостому ході. Нарешті, ця ж комісія приймає машину після її випробування під навантаженням у виробничих умовах. Приймання машини з

ремонту оформляється актом приймання обладнання, який затверджується головним інженером підприємства.

Експлуатація машини повинна здійснюватися в наступному порядку: підготовка машини до пуску, пуск машини, управління машиною, зупинка машини:

1) Підготовка обладнання до запуску. Перевіряють чистоту обладнання, правильність складання, з'єднання трубопроводів, положення регулюючого і керуючого органу, запірною пристрою, герметичність з'єднань контрольно-вимірювальної арматури з обладнанням, наявність сировини, її якість, відсутність сторонніх предметів в обладнанні та закриття оглядових люків;

2) Запуск обладнання. Запуск обладнання здійснюється шляхом запуску подачі хмелевої помольної суміші і включення шнека;

3) Контроль роботи обладнання. Оптимальний режим досягається за допомогою контрольно-вимірювальних приладів обладнання та показань приладів автоматизації процесу;

4) Зупинка обладнання. Сепаратор хмелю зупиняється шляхом вимкнення подачі, вимкнення шнека та очищення обладнання.

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

Під час роботи хмелевідокремлювача контролюється витрата промивної води, хмелевого сусла і хмелевої дробини, температура сусла на вході і виході з пристрою, температура гарячої води і тиск, що створюється під час транспортування хмелевої дробини.

Таблиця 5.1. 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

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Документ затверджено</i>			221870КР.11.000 ПЗ			
			<i>Інд. зміни</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>	

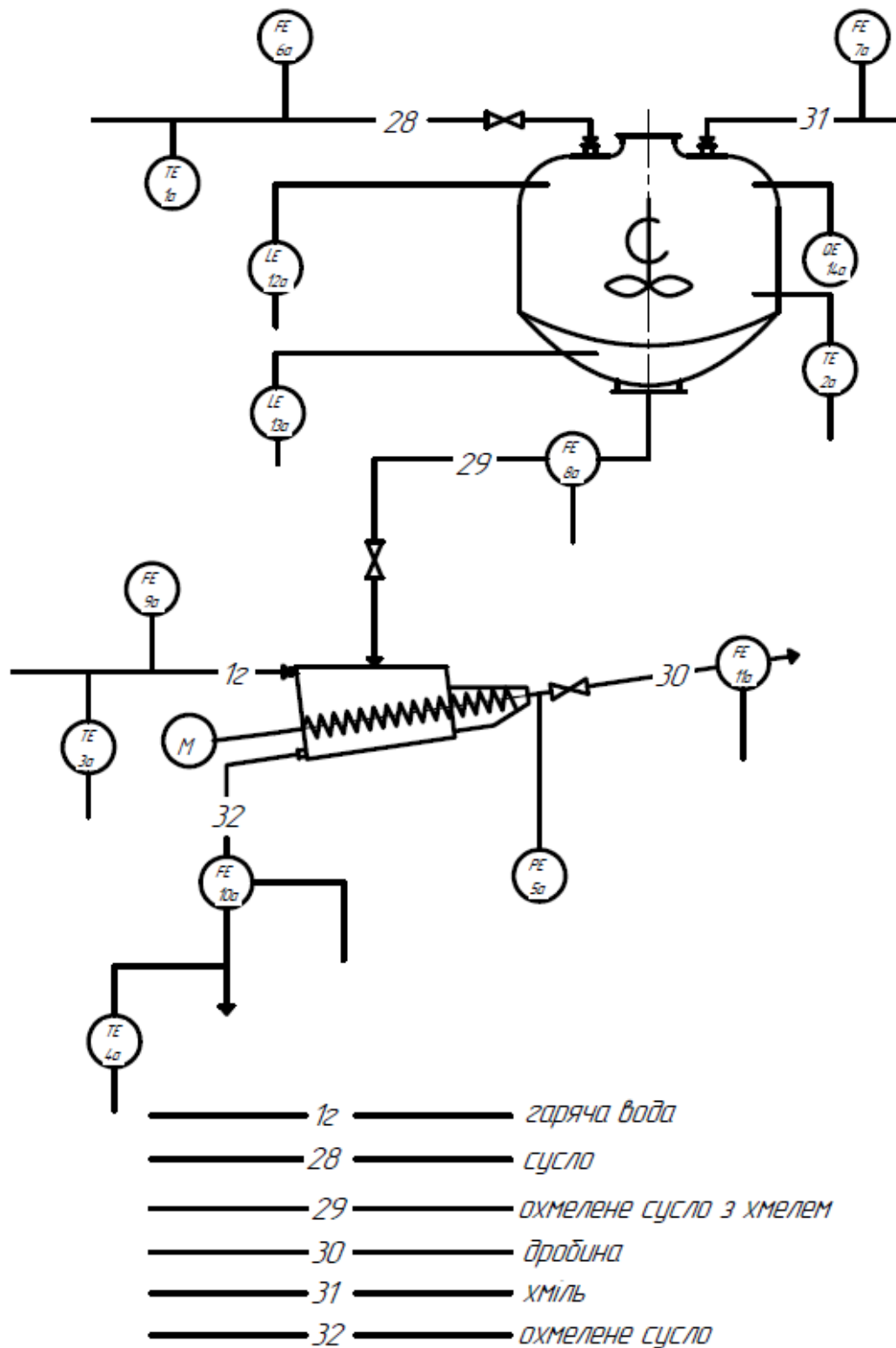


Рис. 5.2 Схема автоматизації процесу охмелення сусла та відділення ХМЕЛЮ

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Контроль найважливіших операцій у виробництві пива поширюється на всі технічні операції. Якість операцій підготовки, сортування та тестування сировини контролюється за допомогою сенсорного або лабораторного аналізу один-два рази на годину.

На операціях миття контролюється якість води та втрати сировини через мийну воду.

Якість миття сировини контролюється органічним і лабораторним аналізом (замочуванням) два-три рази на годину. Мікробіологічний аналіз також проводиться вибірково один раз на зміну.

Під час механічної обробки (наприклад, очищення солоду від залишків бобових паростків, пилу, дроблення волокон, затирання) регулярно, один-два рази на годину, перевіряють відсутність небажаних механічних домішок в оброблюваному матеріалі.

Також контролюється ступінь подрібнення і різання, а також однорідність подрібненої сировини.

У пивоварному цеху пивоварні в результаті технічних процесів в робочу зону виділяються гази, пари і надлишкове тепло, які негативно впливають на здоров'я і самопочуття працівників.

Щоб виявити наявність шкідливих і небезпечних виробничих факторів, необхідно проаналізувати роботу обладнання, встановленого на пивоварні.

В повітря виділяється зерновий пил, а в холодильних агрегатах холодних компресорних установок міститься аміак - високотоксична речовина. Тому працівники повинні бути забезпечені засобами захисту від токсичних речовин.

Мікроклімат.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Посилання на записку</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>			221870КР.11.000 ПЗ			
НУХТ	<i>Документ затверджено</i>	<i>Інд. змін</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>		

Людська діяльність виділяє тепло в навколишнє середовище. Кількість цього тепла залежить від характеру роботи.

Для нормального самопочуття необхідно забезпечити постійне відведення тепла, що випромінюється тілом. Тепло відводиться з поверхні людського тіла конвекцією, випаровуванням води, випромінюванням і повітрям, що видихається людиною.

Нормальне теплове самопочуття людини на роботі досягається при певному поєднанні параметрів повітря: температури, швидкості руху і відносної вологості. Значення цих параметрів, які гарантують найкраще самопочуття і найкращу працездатність людини, вважаються критеріями оптимального мікроклімату. Будь-яке відхилення цих параметрів повітряного середовища від оптимальних норм створює несприятливі кліматичні умови, що призводить до погіршення самопочуття, передчасної втоми і зниження працездатності.

Температура повітря впливає на інтенсивність тепловіддачі, а різниця між ними є рушійною силою процесу теплообміну. Чим більша різниця, тим інтенсивніше організм людини віддає тепло в навколишнє середовище.

Швидкість руху повітря також має значний вплив на передачу тепла тіла в навколишнє середовище. Як фактор, що підвищує охолоджувальну здатність, збільшення швидкості руху повітря збільшує тепловіддачу тіла.

Це відбувається тому, що вищий парціальний тиск водяної пари в повітрі зменшує випаровування води з поверхні шкіри, що призводить до підвищення температури тіла і погіршення стану здоров'я (головний біль, дезорієнтація, тепловий удар).

Надмірна сухість повітря (відносна вологість нижче 30%) також негативно впливає на організм людини.

Загазованість.

Під час операцій з очищення та дезінфекції проводиться тільки внутрішня обробка закритого обладнання, тому не можна допускати

потрапляння парів миючих та дезінфікуючих засобів у повітря робочої зони під час роботи обладнання.

Запиленість.

Пил у пивоварному секторі не нормується, оскільки відсутнє обладнання, що утворює пил (пил збільшується під час сухого солодження в солодовні, але в даний час рідко використовується).

Шум.

Вплив шуму на людину залежить від ряду факторів, включаючи характер шуму, тривалість впливу та індивідуальні особливості (фізичний і психічний стан) людини. Шкідливий вплив шуму в основному впливає на органи слуху і проявляється у трьох формах: слухова втома, шумове ушкодження та професійна втрата слуху.

Шум негативно впливає на фізіологічні процеси, по-перше, викликаючи звуження капілярів, підвищення кров'яного тиску, серцево-судинні розлади і підвищення рівня глюкози в крові, по-друге, викликаючи спазм кишечника, скорочення шлунка і зниження шлункової і слинної секреції, виразки і гастрит.

Шум діє безпосередньо на кору головного мозку.

Тому при експлуатації обладнання для сепарації хмелю (електродвигуни приводу мішалки, електродвигуни насосів) необхідно використовувати засоби індивідуального та колективного захисту. До засобів індивідуального захисту від шуму відносяться шумопоглинаючі навушники, шумопоглинаючі вкладиші, шумопоглинаючі каски і шоломи, шумопоглинаючі костюми.

Вібрація.

Вібрація може бути небезпечною для здоров'я людини. Вібрації можна розділити на загальні та локальні.

Загальні вібрації з частотами, близькими до власних частот людського тіла і органів, є найбільш небезпечними і можуть викликати механічні пошкодження і навіть розрив органів.

Систематичний вплив загальної вібрації може викликати вібраційну хворобу - стійку зміну фізіології організму, викликану загальним впливом вібрації на нервову систему людини, що проявляється у вигляді головного болю, запаморочення і проблем з серцем.

Локальна вібрація викликає звуження судин, що призводить до порушення кровопостачання, впливає на нервову систему, м'язи і кісткову тканину, викликає подразнення шкіри, затвердіння сухожиль і м'язів і збільшення відкладення солей в суглобах.

Вібраційна хвороба (вібраційна хвороба) - це професійне захворювання, яке можна ефективно лікувати лише на ранніх стадіях. У дуже важких випадках відбуваються незворотні зміни в організмі людини, що призводять до фізичної інвалідності, тому для зниження ризику виникнення цього захворювання необхідно встановлювати обладнання для зниження вібрацій, що виникають при перекачуванні води, шліфуванні та обробці заторів в технічному процесі.

Освітлення.

Залежно від типу використовуваного джерела світла, освітлення може бути природним, штучним або комбінованим. На пивоварні використовуються всі три типи освітлення. На другому поверсі, де знаходиться пульт управління, вдень використовується природне світло, а вночі - штучне. На підвальному поверсі використовується комбіноване освітлення.

Рівень освітленості в цеху становить 150 люкс, що не менше норми освітлення в 100 люкс. Внутрішня частина машин освітлюється лампами. Напруга ламп світильників не перевищує 36 В.

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Евакуаційне освітлення встановлюється для забезпечення безпечної евакуації людей в небезпечних для руху транспорту зонах або на шляхах евакуації з підприємств. Таке освітлення забезпечує освітленість 0,2 лк. Для цього використовуються світильники аварійного освітлення. У нічний час на території заводу встановлюється охоронне освітлення.

Випромінювання.

У пивоварному цеху пивзаводу наявне лише теплове випромінювання, яке враховується при нормуванні мікроклімату.

Санітарні умови

Відповідно до чинних будівельних норм і правил, підприємства харчової промисловості зобов'язані передбачати загальні санітарно-побутові приміщення і споруди. Санітарно-побутові приміщення влаштовуються таким чином, щоб працівники, які ними користуються, не проходили через приміщення зі шкідливими виділеннями, якщо вони не працюють у цих приміщеннях. До побутових приміщень на пивоварних заводах належать роздягальні, душові, туалети, їдальні, кімнати для паління та медпункти.

Їдальня та медпункт розташовані в місцях з найменшим впливом виробничих ризиків. Туалети розташовані на відстані 80 метрів від найвіддаленіших робочих місць. Відкриті душові кабінки мають розмір 0,9 x 0,9 м і не перевищують 30 штук. Кімната для паління примикає до вбиральні та має загальну площу 42 м². Безперебійну роботу всіх побутових приміщень та підтримання їх у робочому стані, чистоті та порядку гарантує адміністрація заводу.

Електробезпека

Небезпечними та шкідливими факторами є підвищена напруга в електричних ланцюгах, напруга, яка може бути замкнена через тіло людини, підвищений рівень статичної електрики, електромагнітне випромінювання та підвищена напруженість електричних і магнітних полів.

Електрообладнання, зокрема, становить значну потенційну небезпеку для людини, оскільки, на відміну від тепла, світла, рухомих предметів, запахів та інших шкідливих і небезпечних виробничих факторів, органи чуття не можуть виявити електричну напругу на відстані.

Тому, коли люди піддаються впливу електрики, їхні захисні реакції спрацьовують лише після безпосереднього контакту з частинами обладнання, що перебувають під напругою. Згідно з класифікацією ПУЕ, приміщення пивоварні, де встановлені сепаратори хмелю, відносяться до зони підвищеної небезпеки (фактор небезпеки: можливість одночасного дотику до заземлених конструкцій, що перебувають під напругою, у разі пошкодження ізоляції або непрофесійної поведінки працівників).

Засоби електрозахисту.

1) заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електрообладнання;

2) подвійна ізоляція кабелів живлення електродвигунів. Блоки живлення систем автоматизації, лампи підсвічування шкал на контрольно-вимірювальних приладах, низьковольтні (не більше 12 В) оглядові лампи;

3) повинна використовуватися система захисного відключення струму живлення в разі короткого замикання в корпусі приводного електродвигуна або в разі перевантаження;

4) всі електричні машини повинні бути обладнані заземленням та аварійною зупинкою;

5) електричне освітлення повинне живитися напругою 127/220 В, а світильники загального освітлення повинні бути встановлені на висоті не менше 5 м;

6) усі силові щити повинні бути закриті захисною коробкою. Під щитами має бути встановлене діелектричне покриття (або підставка);

7) у приміщеннях відділень повинні бути встановлені знаки безпеки;

8) ремонт і профілактичні огляди обладнання повинні проводитися тільки при відключеному електроживленні.

Пожежна безпека

Варильні відділення відносяться до категорії Д за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Ступінь вогнестійкості виробничих будівель повинна бути не нижче категорії 2.

У цьому секторі повинні бути встановлені автоматичні системи сигналізації та передбачені первинні засоби пожежогасіння.

До них відносяться вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючої ізоляційної тканини, грубої вовняної тканини або повсті, ящики з піском, пожежні відра, лопати) та протипожежний інвентар (гаки, лом, сокири тощо).

Передбачте щонайменше два шляхи для евакуації з робочого місця на випадок пожежі або іншої надзвичайної ситуації. Ці шляхи не повинні перетинати приміщення, де розташовані виробничі потужності категорій А і Б. За необхідності одним із шляхів евакуації може бути вікно з пожежною драбиною або сходи, що ведуть на зовнішній двір.

7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Маркетинг є інструментом досягнення підприємницьких цілей в умовах розвиненої ринкової економіки. Якщо метою підприємництва є збільшення прибутку, то метою маркетингу є збільшення кількості клієнтів, підвищення конкурентоспроможності товару та активне просування його на ринку.

Для ефективного впровадження даного продукту необхідна реклама в засобах масової інформації, а також запуск демо-версії програмного продукту та його реклама в мережі Інтернет.

Основними джерелами економії для організацій, що використовують це програмне забезпечення, є:

1. інтелектуалізація існуючих проектів;
2. оптимізація пошуку інформації
3. скорочення часу обробки наявної інформації;

Стратегія розвитку проекту

Програмний продукт призначений для розповсюдження на території України та країн СНД. Після розробки системи, покращення її якості та врахування результатів продажів, ринок збуту може бути розширений. Звичайно, це можливо завдяки оптимальній ціні, якості та грамотній рекламній і маркетинговій програмі.

Опитування складається з:

1. інформування потенційних покупців про існування продукту;
2. інформування про функціонування системи;
3. надати докази задовільної якості;
4. гарантувати якість та функціонування програмного продукту;
5. переконати їх у тому, що продукт кращий та економічно ефективніший за інші.

<i>Відповідальна організація</i>	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> <i>Посилання на записку</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>			221870КР.11.000 ПЗ			
НУХТ	<i>Документ затверджено</i>	<i>Інд. змін</i>	<i>Дата виходу</i>	<i>Мова ПІА</i>	<i>Аркуш</i>		<i>ш</i>



Рис. 7.1 Бахром Каландаров, засновник компанії Schulz

Компанія Schulz - виробник пивоварного обладнання №1 в Україні, провела редизайн бренду. Засновник компанії Бахром Каландаров розповів порталу Mind, які цілі переслідує компанія, оновлюючи корпоративний стиль, і чому важливо формувати регіональні традиції пивоваріння та культуру споживання хмільного напою.



Рис.7.2 Пивоварня SCHULZ-1000, Фінляндія, м. Мянсяля Brewery
Kiiski

За підсумками 2018 року вони планували збільшити кількість реалізованих проєктів з виробництва пивоварного обладнання на 30% порівняно з 2017 роком - до 48. У 2017 році виробили обладнання на 76% більше, ніж у 2016 році. 37 суттєвих реалізованих проєктів у 2017 році проти 21 проєкту в 2016 році. Цього року планували зберегти позитивну динаміку і вийти на показник плюс 30%.



Рис.7.3 Міні-пивоварні

Майже 60% продукції компанії випускається на експорт. Вона реалізується в країнах СНД, ЄС, Азії та Північної Америки. Частка Schulz на українському ринку пивоварного обладнання становить 70%.



Рис.7.4 Додаткове обладнання

Для виходу компанії SCHULZ на європейський ринок вони пройшли сертифікацію обладнання відповідно до європейських стандартів. Це була досить амбітна мета. Щоб отримати цей сертифікат, вони змушені були провести модернізацію виробництва. На сьогоднішній день вони поставили продукцію в шість країн ЄС.

Крім європейської якості, пропонують всім клієнтам сервісне обслуговування. Уявіть, у табірному відділенні знаходиться пиво. Зламалася "холодилка", температура починає підвищуватися. Максимум два дні, на те, щоб не втратити продукт. Тому оперативність, мобільність і наявність сервісної служби - незаперечна конкурентна перевага на ринку. Їм вдалося побудувати стабільну позицію на ринку саме завдяки сервісу. Замовник може в будь-який момент звернутися до них, отримати технічну консультацію, виїзд фахівця на місце, ремонт.



Рис.7.5 Пивоварня «Schulz» у Канаді

Якість - це перший показник, на який орієнтується Споживач при виборі обладнання. Вони придбали контрольний прилад - вимірювач шорсткості, щоб робити обладнання відповідно до європейських стандартів,

він називається профілометр. З його допомогою контролюють кожен шов і доводять шорсткість поверхні до прийнятих стандартів.

Також у них є верстат із ротаційної витяжки. Дуже ексклюзивне обладнання, далеко не в кожного виробника воно є. На цьому верстаті вони по матриці розкочують метал і надають йому необхідної форми. Навіщо це потрібно? Для ємнісного обладнання, що працює під тиском, не дозволяється зварювання металу під кутом, його потрібно робити тільки встик, тому, якщо приварюємо днище, вигин має бути правильної форми, і зварювання стик у стик, вертикально. На сьогодні це виробництво повністю укомплектоване всім необхідним обладнанням.

Метою редизайну бренду є відображення нової філософії компанії - формувати регіональні традиції пивоваріння та культуру споживання пива через індивідуальні рішення для пивоварів.

Незважаючи на те, що пивоварне обладнання, яке вони створюють, добре відоме у світі, є необхідність у трансформації бренду, щоб стати ближчим і зрозумілішим клієнтам.

У різних регіонах світу сформувалися власні традиції споживання хмільного напою. Тому варто зосередитись на наданні індивідуальних рішень клієнтам, орієнтуючись на їхній запит, і робити це варто краще за інших, використовуючи ключові компетенції - 16-річний досвід, кваліфікований персонал, - потужний інтелектуальний ресурс та індивідуальний підхід.

Мікро-пивоварні залишатимуться прибутковими на українському ринку крафтового пива. Собівартість півлітрового келиха пива при виробництві на міні-пивоварні становить 10 гривень, а роздрібна ціна - мінімум 40 гривень.

За середньої продуктивності міні-пивоварні 500-1000 літрів на день дохід може сягати 40 тисяч гривень на добу. Такі цифри говорять про швидку окупність інвестицій у бізнес - у середньому близько півтора року.

Переваги мініпивоварень перед великими пивними заводами, чия продукція поширюється через масмаркети, очевидна - це особисте знайомство з броварником та відкритість для споживачів, тобто практично будь-яка людина має право потрапити на виробництво й особисто пересвідчитися в якості пива. Такі взаємодовірчі відносини "пивовар-споживач" не можуть не підкуповувати, і можна бути впевненим, що майбутнє пивної індустрії - за малими пивоварнями.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано сучасний стан пивоварної галузі України та модернізовано конструкцію шнеку для збільшення продуктивності.

Був проведений вибір робочих параметрів процесу, здійснено розрахунки хмелевіддільного апарату, вирішено такі проблеми як монтаж, експлуатація та ремонту обладнання, особливості охорони праці при використанні сепаратора для хмелю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойчук Л Д., Соломенно Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. — Суми: Університетська книга, 2003. — 284 с.
2. 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.
3. Геврик Є О. Охорона праці. - К.: Ельга; Ніка-Центр, 2003. - 280 с.
4. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання виробництв: підруч. / О. О. Чепелюк, О. А. Єщенко, Ю. Ю. Доломакін. — К.: НУХТ, 2017. — 311с.
5. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: Підручник. — Київ: «Фірма «Інкос», 2004. — 426 с.
6. Економіка підприємства: підручник / [під ред. Й.М. Петрович]. — Львів: Новий Світ — 2000, 2004. — 680 с.
7. Закалов О.В. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник / Закалов О.В., Ворощук В.Я.-Тернопіль:ТНТУ,2011 .-344 с.
8. Меледіна Т.В. Сировина та допоміжні матеріали у пивоварінні/ Т.В.Меледіна. - СПб.: Професія, 2003. - 304 с.
9. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту із дисципліни «Розрахунок та конструювання машин» для здобувачів вищої освіти спеціальності 133 Галузеве машинобудування, ступеня вищої освіти бакалавр. Попов С. Полтава: ПДАУ, 2022. 39 с.
10. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по технологічному обладнанню галузі [Електронний ресурс] : для студентів бакалаврів спец. 133 “Галузеве машинобудування” ден. та заоч. форм навчання / О. В. Алексахин, Г. А. Гончарук, О. Д. Кара ;

відп. за вип. О. І. Гапонюк ; Каф. технологічного обладнання зернових виробництв (ТОЗВ). — Одеса : ОНАХТ, 2022. — Електрон. текст. дані: 30 с.

11. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
12. 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.
13. 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.
14. Основи охорони праці: підручник для студ. вищ. закл. освіти харч. пром.- сті / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець [та ін.] // Під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка – К.: Основа, 2000. – 416 с.
15. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник для студентів ВНЗ / Мирончук В. Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 648с.
16. Оптимізація технології приготування пива шляхом вдосконалення процесу приготування пивного сусла / З.М. Романова, В.М. Зубченко, М.О. Романов, О.С. Гушленко. Ukrainian Food Journal. 2013. № 2. С. 7-9
17. Технологія солоду та пива [Текст] : Підруч. / В. А. Домарецький. — К. : Урожай, 1999. — 544 с.
18. Федоренко, Б.М. Пивоварна інженерія: технологічне обладнання галузі/Б.М.Федоренко. - СПб.:Професія, 2009. - 1000 с.

19. Федоренко, Б. Н. Варильний цех ХХІ століття: фільтрування затора [Текст] / Б. Н. Федоренко // Пиво та напої. – 2009. – N 1. – С. 20-23.
20. Федоренко Б.М. Пивоварна інженерія: Технологічне обладнанняобтрясли/Б.М. Федоренко. - С-Пб.: Професія, 2009. - 1000 с.
21. Юдицький С.А. Цільове моделювання організаційних систем /С.А. Юдицький // Прилади та системи управління . - 1999. - № 12. - С. 62-66.
22. Чепелюк, О. М. Комбінований сушварильний апарат / О. М. Чепелюк, С. О. Удодов, В. М. Таран // Харчова і переробна промисловість. — 2009. — 2-3 (354). — С. 27-29.
23. Ялпачик В. Ф., Ломейко О. П., Циб В. Г., Ялпачик Ф. Ю., Самойчук К. О., Олексієнко В. О., Шпиганович Т. О. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник: Практикум. – Мелітополь, 2014.
24. Feng Huang, Jie Zheng, J. M. Baleynaud, Jun Lu (2017), Heat recovery potentials and technologies in industrial zones, Journal of the Energy Institute, Vol. 90, Is. 6, pp. 951— 961, DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743967115304487>.
25. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - К.: Tsentr Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p.