МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту(декан факультету)	Завідувач кафедри
_____ *Сергій БЛАЖЕНКО*	_____ *Олександр ГАВВА*
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
«___» _____ 20__р.	«___» _____ 20__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
зі спеціальності *133 «галузеве машинобудування»*
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «*Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»*
на тему: *Модернізація заторного апарату типу ВКЗ ємністю* $50 м^3$ *із удосконаленням переміщуючого пристрою*

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4-2
_____Постоєв Валентин Олександрович_____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)
(підпис)

Керівник *Бабко Євген Миколайович* _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю)
(підпис)

Консультанти_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)
_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)
_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)
Рецензент _____*Микола Десик*____ _____
(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 - 20___р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого*

Кафедра *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*

Освітній ступінь *бакалавр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(код і назва)

Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олександр Гавва

“_____” _____2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Постоєва Валентина Олександровича
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація заторного апарата типу ВКЗ ємністю 50 м3 із удосконаленням перемішуючого пристрою*

керівник роботи Бабко Євген Миколайович *, доцент, к.т.н.*
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закл. вищої осв. від “14” *квітня* 2023 року № 233-кс

2. Строк подання здобувачем роботи *01 червня 2023 р.*

3. Вихідні дані до роботи *технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обгрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охрони праці, екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація*

5. Перелік графічного матеріалу
Загальний вигляд машини — 4 листи, техмаш

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування	*Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ*		

7. Дата видачі завдання 14 *квітня 2023 р.*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Анотація, зміст*	*26.04.23*	*Виконано*
2	*Вступ*	*27.04.23*	*Виконано*
3	*Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення*	*29.04.23*	*Виконано*
4	*Техніко – економічне, соціальне обгрунтуівння*	*02.05.23*	*Виконано*
5	*Характеристика вихідної сировини і продукту*	*03.05.23*	*Виконано*
6	*Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.*	*04.05.23*	*Виконано*
7	*Підбір конструкційних матеріалів*	*06.05.23*	*Виконано*
8	*Розрахункова частина*	*10.05.23*	*Виконано*
9	*Розрахунок технології виготовлення окремих деталей*	*12.05.23*	*Виконано*
10	*Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання*	*16.05.23*	*Виконано*
11	*Система управління*	*17.05.23*	*Виконано*
12	*Охорона праці*	*18.05.23*	*Виконано*
13	*Охорона довкілля*	*19.05.23*	*Виконано*
14	*Висновки*	*20.05.23*	*Виконано*
15	*Список використаної літератури*	*23.05.23*	*Виконано*
16	*Графічна частина: 5 аркушів*	*28.05.23*	*Виконано*
17	*Подача КР на кафедру*	*20.06.23*	*Виконано*

Здобувач _____ *Постоєв В.О.*
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ *Бабко Є.М.*
(підпис) (ім'я та прізвище)

Анотація

Темою даного дипломного проекту є „Модернізація заторного апарата із удосконаленням перемішуючого пристрою”. Модернізація заторного апарату першого варочного порядку полягає у зміні конструкції мішалки, завдяки чому забезпечується більш правильний з технологічної точки зору ламінарний рух в процесі перемішування. Також у відповідності з розрахованими параметрами підібран новий привод. В даному дипломному проекті наведено порівняльний аналіз існуючих аналогів обладнання, що модернізується. Проведено техніко-економічне обґрунтування розробки, а також, подається ряд розрахунків які уточнюють обрані параметри обладнання, а саме: технологічні, конструктивні та механічні. Розглянуто питання правил монтажу, ремонту, експлуатації та технічного обслуговування даного апарату. Дипломний проект складається з листів пояснювальної записки, у якій висвітлено основні питання змісту, та листів графічної частини

Ключові слова: перемішування, мішалка, сусло, заторний, матеріал, монтаж, ремонт.

Annotation

The topic of this diploma project is "Modernization of a mash tun with an improved agitator device." The modernization of the first-order mash tun involves changing the design of the agitator, which ensures a more technically correct laminar flow during the mixing process. Additionally, a new drive has been selected according to the calculated parameters. This diploma project presents a comparative analysis of existing analogs of the equipment being modernized. The technical and economic justification of the development is conducted, and a series of calculations are provided to refine the selected equipment parameters, including technological, structural, and mechanical aspects. The installation, repair, operation, and maintenance rules for this apparatus are also discussed. The diploma project consists of explanatory notes, which highlight the main content issues, and graphic illustrations.

Keywords: Mixing, agitator, wort, mash tun, material, installation, repair.

Зміст

Анотація
Вступ
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі;
2. Техніко-економічне обґрунтування;
   2.1. Соціальне обґрунтування;
3. Опис запропонованого технічного рішення;
   3.1. Будова та принцип роботи;
4. Розрахункова частина;
   4.1. Технологічний розрахунок;
   4.2. Конструктивний розрахунок;
   4.3. Механічні розрахунки;
5. Вибір конструкційних матеріалів;
6. Технологічний маршрут виготовлення деталі;
7. Вимоги щодо монтажу;
   7.1. Вимоги щодо ремонту;
   7.2. Вимоги щодо експлуатації;
8. Система управління, опис системи управління;
9. Заходи щодо охорони праці;
10. Заходи щодо охорони екології;
11. Висновки;
12. Список використаних літературних джерел;
13. Специфікація.

Вступ

У харчовій промисловості України, бродильна галузь займає важливе місце. Вона не лише є провідною галуззю, але також може похвалитися тривалою історією, що починається ще більше століття тому. Своїм асортиментом бродильна промисловість пропонує широку розмаїтість смаків та сортів пива. Цей популярний напій здобув популярність серед різних народів та поколінь, завдяки своїм унікальним характеристикам.

Виробництво пива – це складний процес, який потребує значних зусиль. Створення пивоварні вимагає організації всіх підрозділів та впровадження світового досвіду. Нові технологічні процеси та сучасне обладнання сприяють ефективному виробництву пива, зменшенню витрат матеріальних ресурсів та автоматизації робочих процесів.

На солодівнях і пивоварних заводах застосовуються нові технології та пристрої для оптимізації виробництва. Застосування нових методів замочування зерна, висушування солоду та використання циліндроконічних бродильних апаратів дозволяє швидше та ефективніше виготовляти пиво. Крім того, приділяється увага переробці відходів та екологічним аспектам виробництва.

Таким чином, бродильна промисловість України постійно вдосконалюється, впроваджуючи нові технології та покращуючи якість свого продукту. Вона залишається ключовою галуззю харчової промисловості, яка радує шанувальників пива своїми унікальними смаками та різноманіттям сортів.

На етапі приготування пива, першим важливим кроком є створення пивного сусла – складної полідисперсної системи, яка містить цукри та хмелеві речовини.

Основним завданням є перетворення нерозчинних компонентів солоду і замінників у розчинний екстракт шляхом ферментативних реакцій. Хміль також перетворюється у розчинну форму шляхом фізичних і хімічних процесів, що є відносно простим.

Процес приготування охмеленого сусла складається з трьох основних етапів. По–перше, затирання, під час якого екстрактивні речовини зернопродуктів переходять у розчин. По–друге, фільтрування оцукреного затору. І нарешті, охмелення сусла шляхом кип'ятіння з додаванням хмелю.

Затирання може виконуватися за двома способами: настоювальним (інфузійним) та відварювальним (декокційним). Настоювальний спосіб характеризується різким підвищенням температури до 75°С, після чого затор утримується протягом певного часу за цієї температури. Відварювальний спосіб передбачає підвищення температури шляхом кип'ятіння лише окремих частинок затору. У першому випадку, на затор діють ферменти при оптимальних умовах, а в другому – фізичні умови, включаючи високу температуру під час кипіння.

Для приготування пивного сусла використовуються основні апарати, такі як заторні апарати, фільтраційний апарат і сусловарильний апарат. Ці апарати пов'язані між собою трубопроводами у варильний агрегат – єдину систему. Кожен варильний агрегат має насоси для перекачування заторної маси, мутного сусла і гарячого охмеленого сусла. Також в ньому є хмелевідокремлювач (у випадку використання натурального хмелю), вірпуль та прилади для контролю та управління процесом приготування сусла.

В залежності від кількості апаратів, варильні агрегати можуть мати два, чотири або шість апаратів.

Заторні апарати призначені для змішування (затирання) подрібненого солоду з водою, а також для нагрівання і кип'ятіння заторної маси.

У зв'язку з переходом до сучасних методів виробництва та конкуренцією на ринку споживачів, стає важливим раціональне та ефективне використання енергоресурсів, зменшення витрат на виробництво і впровадження нової техніки. Модернізація старого обладнання також може бути важливим кроком, що дозволить його краще використовувати і відповідати сучасним вимогам.

1.Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Затирання є найважливішим процесом при виробництві сусла, оскільки воно сприяє перетворенню речовин і отриманню екстракту. Під час затирання помел солоду і вода змішуються, і компоненти солоду переходять в розчин, утворюючи речовини екстракту.

Більшість компонентів дробленого солоду не розчинні самі по собі і можуть перейти в пиво лише у вигляді розчинних речовин. Тому під час затирання необхідно перевести нерозчинні речовини помелу в розчинні. Всі речовини, які переходять в розчин, називаються екстрактом.

Розчинними речовинами є, наприклад, цукор, декстрин, мінеральні речовини і деякі білки. До нерозчинних речовин належать крохмаль, целюлоза, певні високомолекулярні білки і інші з'єднання, які залишаються у вигляді дробини після процесу фільтрування.

З економічних міркувань намагаються перевести більшість нерозчинних з'єднань в розчинні, щоб отримати якомога більше екстракту. Це вимірюється параметрами, такими як вихід варильного цеху і вміст екстракту в дробині.

Проте важливо не лише кількість екстракту, а й його якість. Наприклад, присутність деяких з'єднань, таких як дубильні речовини з оболонок, є небажаною, тоді як інші з'єднання, наприклад, цукри або продукти розщеплення білків, є необхідними.

Мета затирання полягає в розщепленні крохмалю на цукри і розчинний декстрин без залишку. При цьому утворюються інші екстрактні речовини. Основну кількість екстракту утворюється під час затирання завдяки дії ферментів, які оптимально функціонують за певних температурних умов.

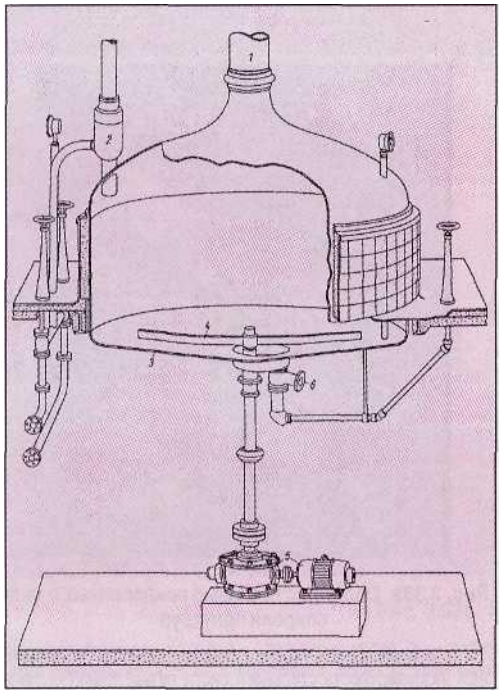
В процесі затирання варто звернути увагу на деякі параметри і забезпечити відповідні умови для досягнення якісного результату:

- Підтримка оптимальних температур дії ферментів і спостереження за максимальними температурами дії ферментів. Це означає, що треба забезпечити оптимальну температуру для роботи ферментів, яка може варіюватися залежно від конкретного процесу.
- Виключення шкідливого впливу кисню на якість пива. Кисень може впливати на окислення речовин, що може негативно вплинути на якість пива. Тому важливо запобігати доступу кисню до затираного сусла.
- Використання впливу величини pH на біохімічні перетворення й процеси. PH–середовище може впливати на роботу ферментів і хімічні процеси, тому варто враховувати і контролювати рівень pH під час затирання.
- Виключення виникнення дотичних напружень. Під час затирання важливо уникати виникнення напружень, які можуть впливати на структуру та якість сусла. Це може вимагати використання спеціальних технологій або обладнання для забезпечення рівномірного перемішування без утворення клубків.
- Короткий час початку затирання. Важливо розпочати процес затирання якомога швидше після кондиціонування солоду, щоб уникнути небажаної реакції і забезпечити оптимальні умови для роботи ферментів.
- Відсутність доступу кисню. Забезпечення відсутності контакту з повітрям під час затирання допомагає уникнути окислення і зберегти якість сусла.
- Використання деаерированої заторної води. Використання спеціально підготовленої заторної води, звільненої від кисню, також сприяє збереженню якості пива.

- Використання приводів мішалок із частотним регулюванням. Це дозволяє забезпечити рівномірне перемішування сусла і уникнути утворення клубків.
- Контроль за температурою під час нагрівання. При нагріванні сусла варто застосовувати максимальну потужність обігріву, а під час витримки пауз – половинну потужність обігріву.
- Використання заторного насоса з частотним регулюванням. Це дозволяє забезпечити відсутність контакту з повітрям під час переміщення сусла.
- Використання трубопроводів з плавними поворотами. Це сприяє рівномірному розподілу сусла і запобігає утворенню клубків.
- Високі температури початку затирання. Рекомендується починати затирання при температурах більше 60 °C для забезпечення ефективної роботи ферментів.

Принцип обігріву заторного апарата (рис.1.1) за допомогою спіральних напівтруб дозволяє поліпшити тепловіддачу на 20% порівняно зі стандартними подвійними паровими днищами. Це ефективне використання пари з надлишковим тиском дозволяє конденсувати її і передати теплову енергію через стінки апарата. Такий підхід забезпечує стабільну роботу системи обігріву без необхідності відкривати повітряний клапан для вирівнювання тиску.

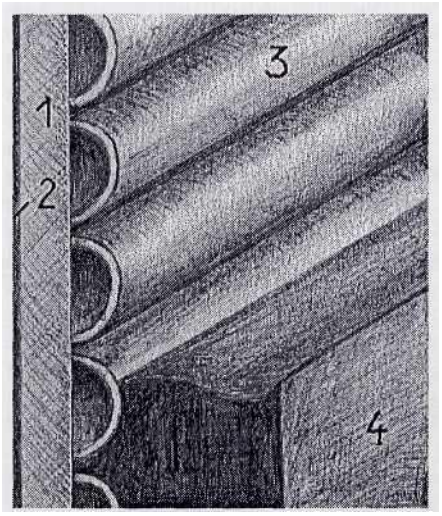
Також використання нержавіючої сталі збільшує поверхню нагрівання і дозволяє забезпечити оптимальний теплообмін. Порівняно з міддю, нержавіюча сталь є більш доступним матеріалом і дозволяє використовувати автоматичну мийку, що полегшує процес обслуговування апаратів.



(рис1.1) заторний чан (стара конструкція)

Ці технологічні вдосконалення сприяють більш ефективному і якісному процесу затирання варільних цехів, забезпечуючи оптимальний обігрів та контрольовану передачу тепла для формування сусла.

Зараз обігрів поверхні здійснюється через приварені до зовнішньої поверхні днища апарату і його обичайки напівтруб, розташованих у вигляді спирали (рис. 1.2), завдяки чому тепловіддача поліпшується приблизно на 20%.



(рис. 1.2.) Обігрів за допомогою приварених у вигляді спирали напівтруб: 1-Сталеве днище; 2-Продукт, що обігрівається; 3- напівтруби, що підводять обігрівальне середовище; 4 – ізоляція.

Особливе значення для затирання має оптимальний контакт між компонентами солоду та розчиненими у воді ферментами для забезпечення їх розщеплювальних функцій. З метою досягнення цього контакту на початку затирання використовують інтенсивне перемішування солодового помелу з водою.

Роль мішалки під час затирання є важливою. Виявлено, що необхідно зберігати помірну інтенсивність перемішування, проте з підвищенням числа обертів мішалки при наповненні ємності. Для плавної зміни числа обертів можна використовувати електродвигун з частотним регулюванням.

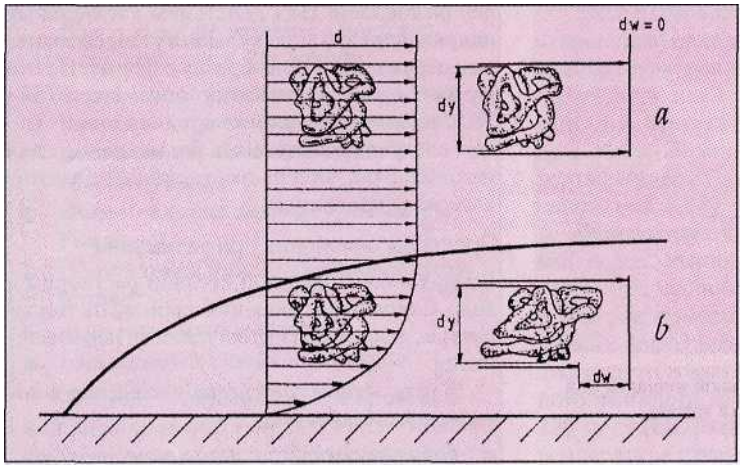
Під час затримання густого затору, мішалку слід вимикати на 5–10 хвилин, щоб нерозчинені частинки солоду осіли. Після зворотного перекачування отварки, мішалка повинна працювати ще 30 хвилин з середньою швидкістю.

Варто уникати надмірного інтенсивного перемішування, оскільки це може привести до примішування повітря і створення додаткових дотичних напруг. "Малі тіла" в заторі, суслі та пиві, які складаються з високомолекулярних з'єднань або складних структурних утворень, можуть зазнавати деформації через ці напруги та змінювати свою структуру або

втрачати її зовсім.

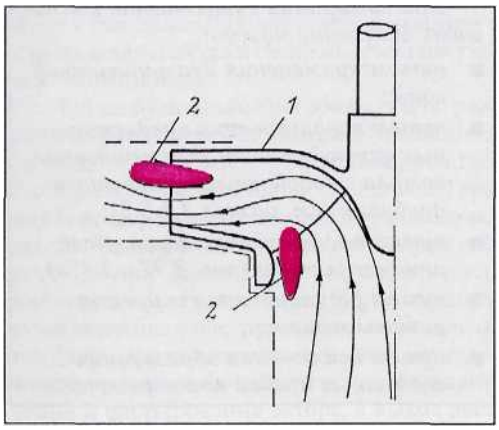
Важливо також уникати великих перепадів тиску, що виникають, наприклад, коли лопаті насоса або мішалки обертаються швидше, ніж рідина може слідкувати за ними.

Отже, оптимальне перемішування під час затирання полягає в досягненні контакту між компонентами, уникання надмірного перемішування та перепадів тиску, що можуть негативно вплинути на структуру компонентів. (рис. 1.3).



(Рис. 1.3.) Деформація малих тіл у прикордонному шарі: a – форма частки в стані спокою або повільного руху; b – деформація під дією дотичних напружень.

Якщо частка (a) рухається в перемішуваному заторі рівномірно, зберігаючи свою форму, то деформуючі частку (b) сили змінюються, особливо в турбулентних прикордонних шарах (мал. 1.4) на лопатях, у трубопроводах із крутими поворотами, на шорсткостях внутрішніх поверхонь трубопроводу, у вузьких зазорах об'ємних насосів і т.д..



(Рис. 1.4.) Виникнення дотичних напружень: 1 – лопать; 2 – турбулентні області.

Дотичні напруження виникають через швидкі рухи і розходження у швидкостях речовин. Ці сили спостерігаються у насосах, відцентрових сепараторах, трубопроводах та ємностях з турбулентним рухом.

Один з прикладів негативного впливу дотичних напружень на структуру та властивості речовини – це β–глюкан. Під дією дотичних напружень молекули β–глюкану розтягуються, що сприяє утворенню драглеу. Застосування більших дотичних напружень може призводити до утворення гелю β–глюкану, проте це також можна контролювати, забезпечуючи мінімальні кількості високомолекулярного β–глюкану.

Однак високий зміст гелю β–глюкану в пиві негативно впливає на його фільтрованість, тому бажано уникати утворення гелю. Утворення гелю залежить також від утворення спирту, тому гель β–глюкану утворюється пізніше.

Щоб зменшити вплив дотичних напружень, можна використовувати більші лопаті мішалки при меншій кількості обертів та нижчих колових швидкостях менше 1 м/с.

Важливо збалансувати роботу мішалки, уникати обмеженого за часом застосування з одночасним підвищенням різниці температур, оскільки це

може призвести до розшарування затору та негативно позначитись на переході компонентів солоду у розчин.

2.ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Під час проектування нової техніки, модернізації і механізації виробничих процесів, важливо обґрунтувати економічну доцільність обраної конструкції. Для цього проводиться критичний аналіз наявних конструкцій, включаючи вітчизняні та зарубіжні аналоги, їх переваги і недоліки, а також область застосування.

У контексті модернізації заторного апарату, основною техніко–економічною метою є вдосконалення перемішуючого органу (мішалки апарату). Це сприяє зниженню енерговитрат на нагрівання затору і покращує процес перемішування в усьому об'ємі заторної маси.

Ефективність модернізації апарату підтверджується покращенням економічних показників використання паливно–енергетичних ресурсів та підвищенням експлуатаційних якостей апарату.

Висновок цього аналізу підтверджує доцільність впровадження модернізації заторного апарату, оскільки це сприятиме поліпшенню умов його експлуатації, зниженню енерговитрат і одночасному підвищенню ефективності роботи.

2.1.Соціальне обґрунтування

Крім техніко–економічного аспекту, важливим елементом проектування та модернізації техніки є соціальне обґрунтування. Це означає врахування впливу технологічних змін на соціальні аспекти і задоволення потреб суспільства.

При розгляді заторного апарату це означає врахування таких факторів:

Охорона праці: Застосування нової техніки або модернізація існуючого устаткування можуть покращити умови праці, зменшити ризик травматизму, підвищити безпеку для операторів.

Робоче місце: Впровадження нової техніки може створити нові робочі місця або поліпшити існуючі, що сприятиме зайнятості та соціально–економічному розвитку.

Кваліфікація працівників: Впровадження нової техніки може вимагати підвищення кваліфікації працівників. Це може сприяти розвитку професійних навичок, підвищенню освіти та кар'єрному зростанню.

Соціальна взаємодія: Впровадження технологічних змін може впливати на взаємодію між працівниками, комунікацію та співпрацю в колективі. Необхідно враховувати соціальні аспекти для підтримки позитивної організаційної клімату.

Вплив на спільноту: Технологічні зміни можуть мати вплив на ширшу спільноту, наприклад, через зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, забезпечення екологічно чистих технологій або сприяння розвитку місцевих громад.

Соціальне обґрунтування враховує взаємозв'язок технічних рішень з потребами суспільства, добробутом працівників та розвитком спільноти в цілому. Це допомагає забезпечити більш збалансований та стало–орієнтований розвиток

3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту

З метою впровадження сучасних тенденцій у модернізації заторного апарату, запропонована зміна полягає у встановленні оптимальної гідравлічної форми мішалки замість старої. Це досягається шляхом виготовлення мішалки з вигнутих в різні боки пластин з отворами, що поліпшують процес перемішування заторної маси. Завдяки цим пластинам, заторна маса перемішується від центру до периферії заторного апарату. На периферії розташована парова сорочка, яка підігріває заторну масу, що сприяє її швидшому нагріванню та економічнішому використанню гріючої пари.

3.1. Будова та принцип роботи

Застосування пластин на мішалці дозволяє перемішувати заторну масу горизонтально, а не тільки вертикально, завдяки нагріванню заторної маси через парові сорочки. Заторний апарат має типовий вигляд, представляючи собою ємність циліндричної форми з конічним днищем. На нижній частині днища розташована парова сорочка для обігріву заторного апарату та нагрівання заторної маси до необхідної температури.

Також на циліндричній частині апарату присутня парова сорочка, яка служить для нагрівання заторної маси залежно від рівня заповнення заторного апарату. Парові сорочки заторного апарату мають фланці для підведення гріючої пари. Відпрацьовані та незконденсовані гази відводяться через спеціальні пристрої у атмосферу. Для видалення конденсату з парової сорочки використовуються спускні клапани, які забезпечують відведення конденсату до конденсатовідвідника, що розташований у нижній частині парової сорочки.

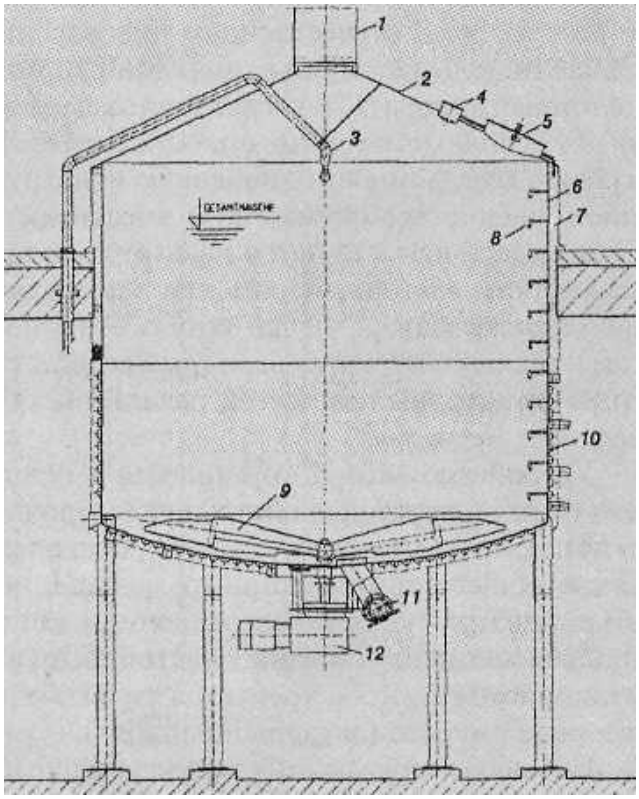


Рис. 3.1. Заторний апарат: 1 – витяжна труба; 2 – кришка; 3 – вузел миючої головки; 4 – внутрішнє освітлення; 5 – оглядовийвий та вхідний люк; 6 – обичайка; 7 – ізоляція; 8 – драбина; 9 – мішалка; 10 – сегментні труби зони обігріву; 11 – впуск і випуск затора; 12 – приводний мотор–редуктор.

Заторний апарат, який пропонується, має розширений опис конструкції. В нижній частині апарату розташований патрубок для спуску заторної маси і подальшого подавання її до фільтраційного апарату. Цей патрубок забезпечує повне випускання заторної маси без залишку. Вище сферичного днища знаходиться якірна мішалка, яка здійснює перемішування заторної маси. Її обертовий рух забезпечується електродвигуном через черв'ячний редуктор.

Заторний апарат закривається сферичною кришкою, яка має оглядовий люк. Цей люк дозволяє спостерігати за технологічним процесом та забезпечує доступ для обслуговування апарату. На верхній частині сферичної кришки розташована витяжна труба, в якій є патрубок для відведення

конденсату. Патрубок витяжної труби може бути закритий шиберною заслінкою.

Заторний апарат має циліндричний резервуар з сферичним днищем і сферичною кришкою. Під днищем і на нижній частині резервуара зварені парові сорочки. Гріюча пара подається до цих сорочок з котельні через парову гребінку. Парові сорочки мають фланці для підводу пари, а також пристрої для відведення повітря і конденсату. В нижній частині днища заторного апарату розташований розвантажувальний пристрій, який дозволяє спустити заторну масу для відварки в інший заторний апарат або випустити її при передачі в фільтраційний апарат.

Усередині апарата, над днищем, розташована лопатева мішалка, яка призначена для перемішування заторної маси. Привід мішалки здійснюється через черв'ячний редуктор від електродвигуна. На верхній частині заторного апарату розташована сферична кришка, на якій є оглядовий люк для спостереження та обслуговування апарату.

На парових сорочках розташовані пристрої для відведення повітря, які працюють таким чином: при поступанні пари повітря виходить через ці пристрої, що допомагає заповнити парову сорочку швидко. Проте, коли до пристроїв потрапляє гріюча пара, вони блокуються. На зовнішній стороні парових сорочок є паровий клапан, який підтримує тиск пари у сорочці на рівні 0,4 МПа. Якщо тиск зростає, підривний клапан відпускає надлишкову пару.

До верхнього патрубка апарата приварена вентиляційна труба, а всередині апарата розташована труба для чищення заторного апарату.

4.Розрахункова частина

4.1.Технологічний розрахунок.

Для даного заторного апарату при одному варінні використовуємо 10 т засипу. При практичних розрахунках приймають, що для однієї тони засипу беруть 5 м³ об'єму заторного апарату. Отже, склавши пропорцію можна розрахувати об'єм заторного апарату для необхідної кількості засипу.

Ємність заторного апарату:

$$V = 10 \cdot 5 = 50м^3$$

У конструктивних розрахунках приймається площа поверхні нагріву заторного апарату рівною 5 м² на 1 т засипу.

Площа поверхні нагріву:

$$S = 5 \cdot 10 = 50м^2$$

Визначимо кількість заторної маси, отриманої із 10 т засипу, приймаючи, що з 100 кг засипу для отримуємо 584,7 л заторної маси.

$$V_c = \frac{10000 \cdot 584,7}{100} = 58470л$$

Рівняння матеріального балансу:

$$\frac{M \cdot K_П}{100} = \frac{(M - W) \cdot K_К}{100},$$

де М — початкова кількість затору:

$$M = V \cdot \rho = 58470 \cdot 1081 = 63206,07 \text{ кг}$$

ρ=1081 кг/м³ — густина заторної маси;

Кп=9% — початкова концентрація сухих речовин у заторі;

КК=11% — кінцева концентрація сухих речовин у заторі.

W – кількість випареної води із заторної маси:

$$W = M \cdot (1 - \frac{K_П}{K_К}) = 63206,07 \cdot (1 - \frac{9}{11}) = 11492кг$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабко Е.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа	
Власник документа НУХТ	Розробник документа Пістоєв В.О.	Назва, додаткова назва **Вибір конструкційних матеріалів**	192003.КР.04.004.ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA / Аркуш

4.2 **Конструктивний розрахунок**

Розраховуємо напруження у заторному апараті згідно із вказаними навантаженнями, масу окремих частин апарата у даному розрахунку не беремо до уваги.

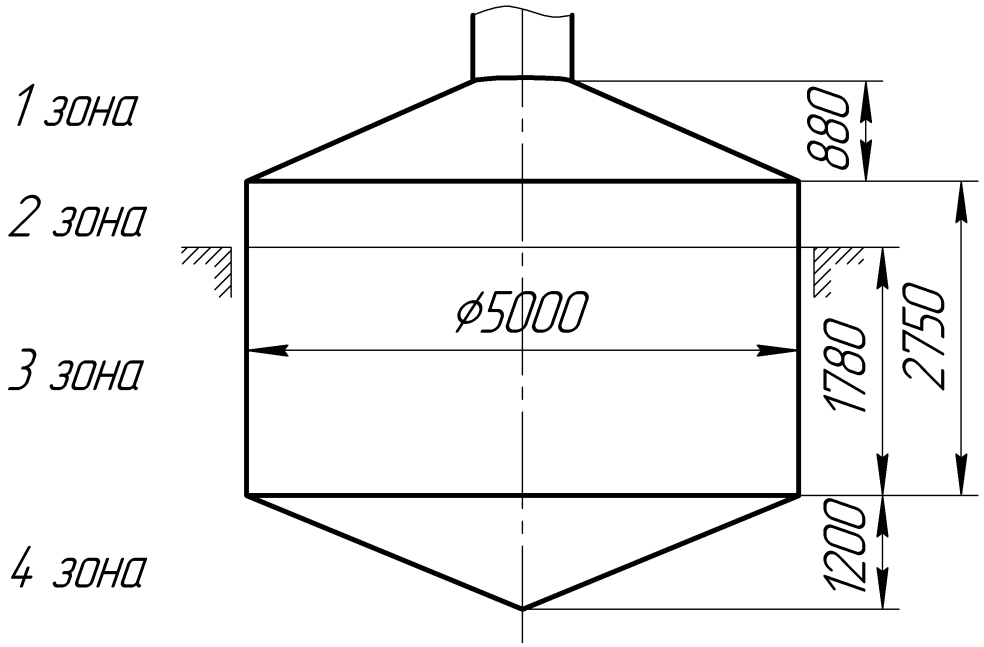


Рис.6.1 Схема заторного апарату

На схемі апарата виділяються його характерні зони, враховуючи однакове зовнішнє навантаження і геометричну форму. Основні зони апарата включають:

Зона I: Конічна кришка, яка піддається внутрішньому надлишковому тиску газу.

Зона II: Частина циліндричної оболонки апарата від місця з'єднання з конічною кришкою до рівня рідини. У цій зоні діє тільки внутрішній надлишковий тиск газу.

Зона III: Частина циліндричної оболонки апарата від рівня рідини до рівня опорного кріплення апарата. Ця зона навантажена як внутрішнім надлишковим тиском газу над рідиною, так і гідростатичним тиском самої рідини.

Зона IV: Конічне днище, яке піддається внутрішньому надлишковому тиску газу і вагою всієї рідини в апараті.

Для розрахунку головних напружень у цих зонах необхідно використовувати відповідні формули та умови навантаження.

Зазначимо, що розрахунок напружень є складним процесом, який вимагає використання спеціалізованих методик та математичних розрахунків. Рекомендується звернутися до фахівців зі статичного або механічного проектування для отримання точних результатів.

Колові напруження у даній зоні можуть бути визначені за рівнянням Лапласа:

$$\frac{\sigma_M}{\rho_M} + \frac{\sigma_K}{\rho_K} = \frac{R}{S}$$

Але, через те що в нашому випадку $\rho_M = \infty$, а $\rho_K = \frac{1}{2}D$ та $P=P_{над}$, рівняння набуде вигляду:

$$\sigma_K = \frac{P_{над} \cdot \frac{1}{2}D}{S_Ц}$$

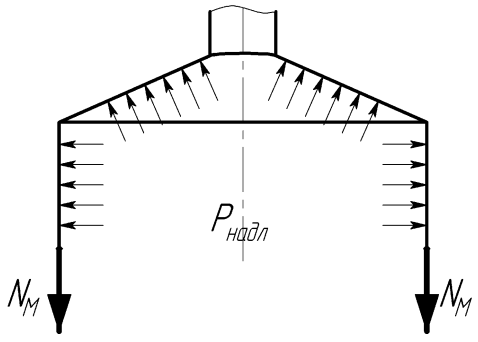
Звідси знайдемо, МПа:

$$\sigma_K = \frac{0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5}{S_Ц} = 0$$

Для визначення меридіональних напружень σ_M складемо рівняння рівноваги відсіченої зони в проекціях сил на вертикальну вісь: $P - N_M = 0,$

де P — сумарна зовнішня сила надлишкового тиску; N_M — сумарні внутрішні сили пружності.

$$\sigma_M = \frac{\cdot DP_{над}}{4S_Ц},$$



Обчислимо меридіональні напруження в зоні II, МПа:

$$\sigma_M = \frac{2{,}9 \cdot 0}{4S_Ц} = \frac{0}{S_Ц}.$$

Розрахунок напружень у зоні III.

Зона III включає ділянку циліндричної оболонки апарата, яка залишається незмінною за геометричною формою, але піддається змінним зовнішнім силам. Особливість навантаження на цю ділянку полягає в тому, що зовнішні сили діють по–різному в меридіональному та коловому перерізах.

У меридіональному перерізі зони III діють наступні зовнішні сили:

Внутрішній надлишковий газовий тиск.

Гідростатичний тиск рідини, що міститься вище рівня перерізу оболонки, де визначаються напруження.

Ці сили призводять до появи внутрішніх колових сил пружності, які змінюються залежно від зміни гідростатичного тиску рідини над перерізом.

Визначимо значення діючих сил.

Зовнішня сила внутрішнього надлишкового тиску:

$$P = SP_{над} = \frac{\cdot \pi D^2}{4} P_{над},$$

де S — геометрична площа перерізу.

Внутрішні меридіональні сили N визначаємо за діючим меридіональним напруженням σ_M:

$$N_M = \sigma_M \pi D S_Ц,$$

де πD – довжина перерізу циліндра; $S_Ц$ – товщина стінки циліндра.

Підставимо значення діючих сил в рівнянні рівноваги цієї зони і одержимо:

$$\frac{\cdot \pi D^2}{4} P_{над} - \sigma_M \pi D S_Ц = 0,$$

Звідси, розв'язуючи рівняння відносно σ_M, маємо:

$$\sigma_M = \frac{\cdot DP_{над}}{4S_Ц},$$

Обчислимо меридіональні напруження в зоні II, МПа:

$$\sigma_M = \frac{2{,}9 \cdot 0}{4S_Ц} = \frac{0}{S_Ц}.$$

Розрахунок напружень у зоні III.

Зона III включає ділянку циліндричної оболонки апарата, яка залишається незмінною за геометричною формою, але піддається змінним зовнішнім силам. Особливість навантаження на цю ділянку полягає в тому, що зовнішні сили діють по–різному в меридіональному та коловому перерізах.

У меридіональному перерізі зони III діють наступні зовнішні сили:

Внутрішній надлишковий газовий тиск.

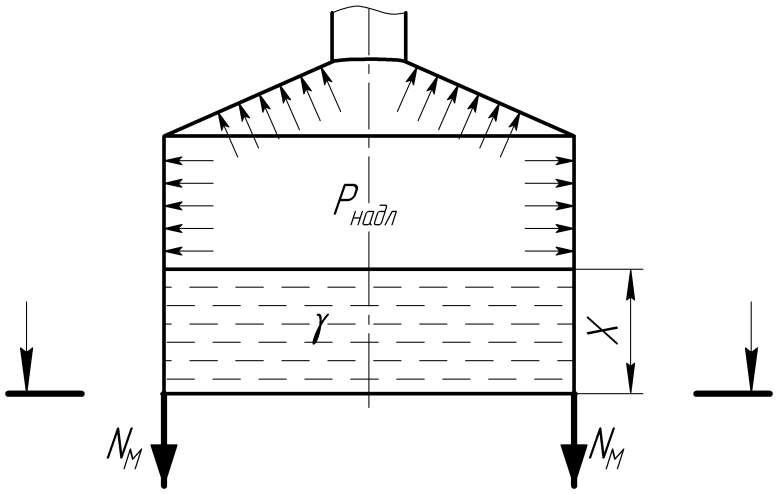
Гідростатичний тиск рідини, що міститься вище рівня перерізу оболонки, де визначаються напруження.

Ці сили призводять до появи внутрішніх колових сил пружності, які змінюються залежно від зміни гідростатичного тиску рідини над перерізом.

У коловому перерізі, який проводиться перпендикулярно до осі симетрії апарата, зовні оболонки діє тільки сила внутрішнього надлишкового газового тиску, яка намагається розірвати апарат вздовж осі і створює меридіональні напруження в коловому перерізі. Оскільки опора апарата знаходиться нижче розглядуваної зони, гідростатичний тиск рідини в апараті не створює осьової сили і не викликає таких напружень.

Очевидно, що колові напруження в цій зоні змінюються вздовж оболонки, оскільки одна з зовнішніх сил змінюється по осі. Меридіональні напруження залишаються постійними і мають таку ж величину, як меридіональні напруження в зоні II.

Схему зони, відсічену на рівні х. від рівня поверхні рідини, показано нижче.



Колові напруження в даній зоні на рівні перерізу можуть бути визначені виходячи із рівняння Лапласа, де потрібно взяти до уваги спільну дію газового тиску $P_{над}$ і гідростатичний тиск рідини, що дорівнює

$$P_p = x\gamma,$$

де х змінюється від рівня поверхні рідини до рівня кріплення опор на циліндричній частині (або до кінця циліндричної частини у разі закріплення апарата на ділянці конічного днища). Тоді колові напруження в перерізі будуть дорівнювати:

$$\sigma_{кол} = \frac{(P_{надл} + P_p)\cdot\frac{1}{2}D}{S_Ц} = \frac{(P_{надл} + x\gamma)\cdot\frac{1}{2}D}{S_Ц},$$

У даному разі значення х буде змінюватися у межах від $H_{рід}$ до $H_у$.

Максимального значення зовнішнє зусилля досягатиме на рівні кріплення опор, а саме:

$$P_H + P_P = P_H + (H_{рід} - H_y)\gamma = (0+35)\cdot 9810 = 60714{,}09(Па) = 0{,}061(МПа).$$

Розрахуємо необхідні параметри апарату:

$$H_K = \frac{D}{2tg\frac{\alpha}{2}} = \frac{5}{2\cdot 1{,}921} = 0{,}755(м).$$

$$V_K = \frac{1}{3}\cdot\frac{\pi D^2}{4}\cdot H_K = \frac{1}{3}\cdot\frac{3{,}14\cdot 5^2}{4}\cdot 1{,}455 = 3{,}262(м^3).$$

$$H_Ц = 0{,}5 + H_{рід} = 0{,}5 + 2 = 2{,}5(м).$$

$$H_у = k \cdot H_Ц = 0{,}4 \cdot 2{,}5 = 0{,}6(м).$$

За такого рівня зовнішніх зусиль колові напруження досягнуть значення:

$$\sigma_К = \frac{(P_Н + P_Р) \cdot \frac{1}{2} D}{S_Ц} = \frac{(0 + 0{,}061) \cdot \frac{1}{2} \cdot 5}{S_Ц} = \frac{0{,}23345}{S_Ц}(МПа).$$

Меридіональні напруження визначають виходячи з умови рівноваги відсіченої зони.

Складемо рівняння рівноваги діючих на відсічену зону сил у проекціях на вісь х—х:

$$P - N_М = 0,$$

яке є ідентичним умові рівноваги для зони II. Тому вираз для визначення

меридіанних напружень у зоні II буде справедливим і для визначення меридіанних напружень зоні III.

Обчислимо меридіанне напруження в зоні III, МПа:

$$\sigma_М = \frac{P_Н \cdot D}{4S_Ц} = \frac{0 \cdot 5}{4S_Ц} = \frac{0}{S_Ц}.$$

Розрахунок напружень у зоні IV.

Зона IV має особливість у впливі зовнішніх сил. Ми відрізаємо частину оболонки від зони IV діаметральним перерізом 3–3 на відстані х від рівня поверхні рідини. Верхню частину оболонки, що була відкинута, замінюємо силами пружності NM матеріалу оболонки, що залишилася.

Зона IV починається від (Нрід – Ну) (початок зони) і закінчується відповідно до визначеного рівня поверхні Нрід (кінець зони), який приймається в апараті.

Розглянемо зовнішні сили, що діють у даній зоні. У меридіональному перерізі, де виникають колові напруження, зовнішні сили включають

внутрішній надлишковий газовий тиск і гідростатичний тиск рідини, тобто ті самі сили, що й у зоні III.

У коловому перерізі, де діють меридіональні напруження, зовнішні сили включають внутрішній надлишковий газовий тиск і масу рідини, що міститься як над перерізом, так і під ним. Це означає масу всієї рідини, що міститься в апараті, яка разом з газовим тиском створює осьову силу розтягнення.

Порівнюючи зовнішнє навантаження двох точок оболонки, одна з яких належить до зони III, а інша – до зони IV, можна зробити висновок, що в перерізі між цими зонами відбувається різке зміщення меридіональних напружень. Це відповідає зміні зовнішнього навантаження на опору апарата від маси рідини, що міститься в ньому.

Колові напруження визначають за виразом , який є справедливим як для зони III, так і для зони IV:

$$\sigma_{кол} = \frac{(P_{надл} + P_p) \cdot \frac{1}{2} D}{S_Ц} = \frac{(P_{надл} + x\gamma) \cdot \frac{1}{2} D}{S_Ц},$$

де x змінюється від ($H_{рід} - H_у$) до $H_{рід}$.

Мінімальне значення колових напружень у перерізі при x=($H_{рід} - H_у$) повинно збігтись із їх максимальним значенням у зоні III.

Максимальне значення колових напружень у зоні IV буде в перерізі при x=$H_{рід}$ і дорівнюватиме, Па:

$$\sigma_K = \frac{\left(P_H + H_{рід} \cdot \gamma\right) \cdot \frac{1}{2} D}{S_Ц} = \frac{\left(0 + 1{,}78 \cdot 9810\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot 5}{S_Ц} = \frac{296476{,}7}{S_Ц}.$$

Для визначення меридіональних напружень складемо рівняння рівноваги відсіченої частини оболонки, для чого розглянемо всі зовнішні діючі сили. На відсічену частину діють:

- тиск газу, що міститься над рівнем рідини;
- гідростатичний тиск рідини, що міститься над рівнем перерізу;

• маса рідини, що міститься нижче рівня перерізу (масою матеріалу оболонки нехтуємо).

Внутрішніми діючими силами будуть тільки меридіональні сили пружності, величина яких визначається виразом :

$$N_M = \sigma_M \pi D S_Ц .$$

Визначимо зовнішні сили. Сила внутрішнього газового тиску дорівнює:

$$P_1 = P_{надл} \frac{\pi D^2}{4},$$

Сила гідростатичного тиску рідини, що міститься над перерізом,

$$P_2 = x\gamma \frac{\pi D^2}{4},$$

Маса рідини, що міститься нижче перерізу, створює сили:

• в циліндричній частині оболонки:

$$G_1 = (H_{рід} - x)\gamma \frac{\pi D^2}{4},$$

• в конічній частині оболонки:

$$G_2 = \frac{1}{12}\pi D^2 H_K \gamma,$$

Складемо рівняння рівноваги відсіченої частини оболонки:

$$N_M - (P_1 + P_2 + G_1 + G_2) = 0,$$

Підставимо вирази діючих сил із рівнянь у рівняння рівноваги:

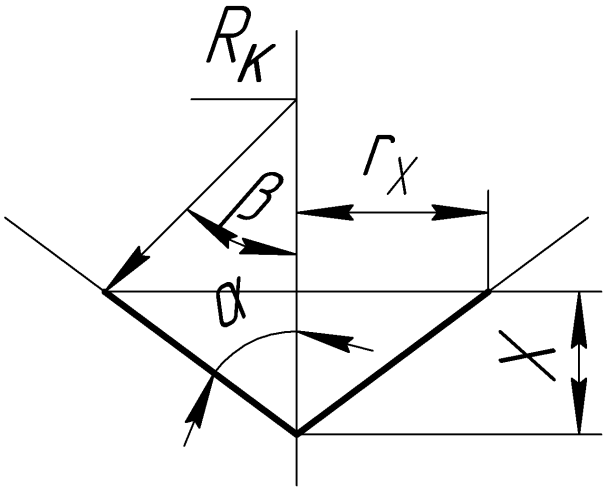
$$\sigma_M \pi D S_Ц - P_{надл} \frac{\pi D^2}{4} - x\gamma \frac{\pi D^2}{4} - (H_{рід} - x)\gamma \frac{\pi D^2}{4} - \frac{1}{12}\pi D^2 H_K \gamma) = 0,$$

звідки одержимо:

$$\sigma_M \pi D S_Ц + \frac{\pi D^2}{4}\gamma H_{рід} + \frac{1}{12}\pi D^2 H_K \gamma = 0,$$

Із виразу видно, що рівняння рівноваги не включає в себе змінної, яка визначає положення перерізу по висоті циліндричної обичайки. Отже, меридіональні напруження в зоні IV постійні і від положення перерізу не залежать.

Зазначимо, що третій член $\frac{\pi D^2}{4}\gamma H_{рід}$ виразу визначає силу, яку викликає маса всієї рідини, що міститься в циліндричній частині оболонки.



Із рівняння рівноваги визначимо меридіональні напруження в даній зоні:

$$\sigma_M = \frac{\frac{D}{4}\gamma H_{рід} + \frac{D}{12}\gamma H_{рід}}{S_Ц},$$

$$\sigma_M = \frac{\frac{5}{4}\cdot(0+9810\cdot 2{,}5) + \frac{5}{12}\cdot 2{,}5\cdot 9810}{S_Ц} = \frac{173484{,}5}{S_Ц}(Па).$$

Відсікаємо частину оболонки кільцевим перерізом на відстані x від вершини конуса і відкидаємо верхню частину оболонки. Визначимо геометричні параметри конуса у перерізі 4–4:

- радіус кола конуса у перерізі:

$$r_x = xtg\alpha = xtg\frac{120^\circ}{2} = 1{,}732x$$

$$R_K = \frac{r_X}{\cos\alpha} = \frac{xtg\alpha}{\cos\alpha}.$$

$$R_K = \frac{1{,}732x}{\cos 60^\circ} = 3{,}464x.$$

Зовнішні навантаження, що викликають у матеріалі стінки конічного днища кільцеві напруження, аналогічні навантаженням, що діють у зоні IV, такі:

- внутрішній надлишковий тиск газу P ;
- гідростатичний тиск рідини, який дорівнює:

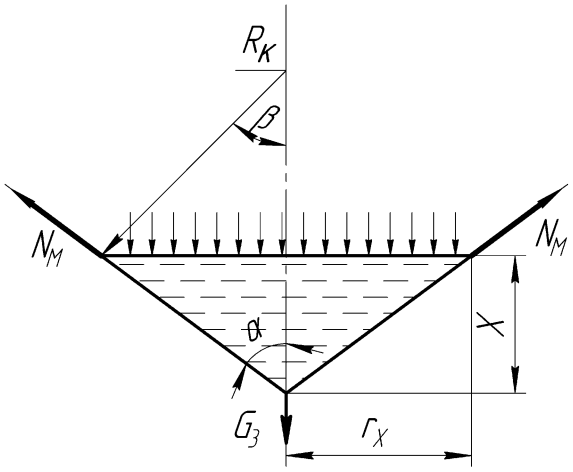
$$P_{рід} = (H_{рід} + H_K - x)\gamma,$$

Колові напруження знаходимо виходячи з рівняння Лапласа. Враховуючи, що $\rho_M = \infty$ і $\rho_K = R_k$ і що Р являє собою суму зовнішніх навантажень, записуємо:

$$\sigma_K = \frac{(P_{над} + P_{рід})R_K}{S_K}$$

Колові напруження досягають свого максимального значення в основі конуса при x=$H_к$:

$$\sigma_K = \frac{(P_{над} + H_{рід} \cdot \gamma) \cdot 3,464 \cdot 1.17}{S_K} = \frac{(0 + 1,75 \cdot 9810) \cdot 3,464 \cdot 1.17}{S_K} = \frac{69578}{S_K}(Па).$$



Для визначення меридіональних напружень розглянемо сили, що діють на відсічену кільцевим перерізом частину оболонки.

На відсічену частину оболонки діють такі зовнішні сили:

- сила надлишкового тиску газу Р над поверхнею рідини в апараті, що дорівнює:

$$P_{над}\pi r^2,$$

- сила гідростатичного тиску рідини, яка є в оболонці над рівнем перерізу:

$$\left[H_{рід} + (H_K - x)\right]\gamma\pi r^2,$$

Маса рідини, що міститься у відсіченій частині конуса, створює силу:

$$G_3 = \frac{1}{3}\pi r_X{}^2 x\gamma,$$

Внутрішніми силами, що діють па відсічену частину, є сили пружності матеріалу оболонки:

$$N_M = \sigma_M \cdot 2\pi r_X S_K,$$

Меридіональні напруження визначимо виходячи з рівняння рівноваги сил, що діють на відсічену частину. Складаємо рівняння рівноваги сил, що діють у проекціях на вертикальну вісь:

$$N_M \cos\alpha - P\pi r_X^2 - G_3 = 0,$$

Підставляючи значення сил, що діють, у рівняння рівноваги та розв'язуючи його відносно σ_M знайдемо меридіональні напруження у перерізі:

$$\sigma_M \cdot 2\pi r_X S_K \cdot \cos\alpha - P_{над}\pi r_X^2 - \left[H_{рід} + \left(H_K - x\right)\right]\gamma\pi r_X^2 - \frac{1}{3}\pi r_X{}^2 x\gamma = 0,$$

звідки:

$$\sigma_M = \frac{r_X\left[P_{над} + H_{рід}\cdot\gamma + \left(H_K - x\right)\gamma + \frac{1}{3}x\gamma\right]}{2S_K \cdot \cos\alpha},$$

Меридіональні напруження рівні нулю, коли х, а отже, і г дорівнюють нулю, тобто, у вершині конуса.

Максимального значення меридіональні напруження досягають у основі конуса, коли $x=H_к$:

$$\sigma_M = \frac{1{,}921 \cdot 0{,}755 \cdot \left(0 + 2{,}5 \cdot 9810 + \frac{0{,}755}{3} \cdot 9810\right)}{2S_K \cdot 0{,}462} = \frac{324816}{S_K}(Па).$$

Розрахуємо стінку апарату:

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \frac{[\sigma]_в}{n_в} \cdot 0{,}85 - P} = \frac{0{,}1 \cdot 5}{2 \cdot \frac{145}{12} \cdot 0{,}85 - 0{,}1} = 0{,}004(м) = 4(мм).$$

Розрахунок та конструювання опор апарату.

Вихідні параметри. Найбільша маса вертикального апарату (при гідрав –лічному випробуванні) складає 35000 кг. Апарат виконано з матеріалу 08Х17Т. Робоча температура в апараті не перевищує 200˚С.

Розраховуємо опори апарату за умови встановлення його на залізобетонному фундаменті.

Приймаємо $G_ф = 0{,}7 \cdot 10^6$ Па.

Поверхня опор дорівнює:

$$F \geq \frac{G_{\max}}{[\sigma_\phi]} = \frac{35000 \cdot 9{,}81}{(0.7 \cdot 10^6)} = 0{,}0336(м^2).$$

Приймаємо кількість опор n=6. Тоді навантаження на одну опру дорівнює:

$$G = \frac{35000 \cdot 9{,}81}{6} = 78500(H).$$

Опори будемо виготовлювати з матеріалу 08Х17Т, для якої при заданих умовах роботи апарата допустиме напруження на зминання можна прийняти рівним допустимому напруженню на розтяг, тобто 100 МПа.

Нехай кожна з опор буде виготовлена з одним ребром (т=1). Опорна площа однієї опори дорівнює 112 см^2. Приймаючи співвідношення вильоту опори до її ширини, то отримаємо a=100 мм, с=120 мм. Виліт опори A=110 мм.

Приймемо коефіцієнт k=0,3. Тоді товщина ребра дорівнює:

$$\delta = \frac{2{,}24 \cdot G}{(k \cdot m \cdot [\sigma_{зм}] \cdot A)} = \frac{2{,}24 \cdot 78500}{(0{,}3 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 10^6 \cdot 0{,}11)} = 0{,}0053(м) = 5{,}3(мм).$$

Знаходимо гнучкість ребра:

$$\lambda = \frac{l}{(0{,}289 \cdot \delta)} = \frac{0{,}25}{(0{,}289 \cdot 5{,}3 \cdot 10^{-3})} = 163.$$

Згідно графіку коефіцієнт $k_г$ буде меншим за прийнятий. Тому робимо розрахунок заново.

Приймаємо коефіцієнт k=0,28. Тоді товщина ребра:

$$\delta = \frac{2{,}24 \cdot G}{(k \cdot m \cdot [\sigma_{зм}] \cdot A)} = \frac{2{,}24 \cdot 78500}{(0{,}28 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 10^6 \cdot 0{,}11)} = 0{,}0057(м) = 5{,}7(мм),$$

а гнучкість ребра:

$$\lambda = \frac{l}{(0{,}289 \cdot \delta)} = \frac{0{,}25}{(0{,}289 \cdot 5{,}7 \cdot 10^{-3})} = 152.$$

Згідно графіку коефіцієнт $k_г$ більший ніж коефіцієнт k. Розрахунок закінчено.

Приймаємо товщину ребра δ=6 мм. Конструюємо опору.

Перевіряємо флангові шви на зріз з умови:

$$G/(0{,}7 \cdot h \cdot L) \le [\sigma_ш],$$

$$\frac{78500}{(0{,}7 \cdot 0{,}004 \cdot 2 \cdot 0{,}22)} = 6{,}4 \cdot 10^6\ Па \prec 80 \cdot 10^6\ Па.$$

Умова виконана.

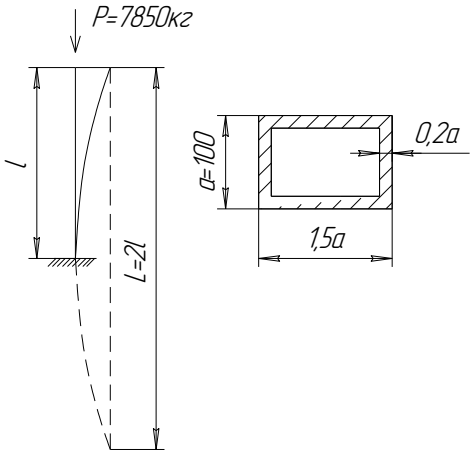


Рис.6.2 Схема згинання опори

4.3 Механічні розрахунки

Розраховуємо необхідну потужність електроприводу мішалки заторного апарату за умови ламінарного руху затору.

Для того щоб вплив дотичних напружень зробити можливо меншим, необхідно застосовувати більші лопати мішалки при можливо меншому числі оборотів й колових швидкостях менших 1 м/с.

Тоді

$$\upsilon_K = \omega \cdot r_M ,$$

$$\upsilon_K = \frac{2\pi \cdot n_{\max}}{60} \cdot r_M , [м/с]$$

Діаметр кола, яке описують лопаті мішалки, dm приймають рівним 0,75Da (Da – внутрішній діаметр апарата, м).

$$d_M = 0.75 \cdot D_A = 0.75 \cdot 4990 = 3,74 м,$$

Тоді макимальна частота обертання повинна бути:

$$n_{\max} = \frac{30 \cdot \upsilon_K}{\pi \cdot r_M}, [об/хв]$$

$$n_{\max} = \frac{30 \cdot \upsilon_K}{\pi \cdot r_M} = \frac{30 \cdot 1}{\pi \cdot 1,86} = 5,1 [об/хв]$$

Приймаємо частоту обертання мішалки 5 об/хв

Висота заторної маси у апараті Н=2 м, ширина лопаті мішалки b=0,26 м. Густина заторної маси ρ=1081 кг/м³.

Визначаємо необхідну потужність для перемішування рідини

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d^3$$

де KN – критерій потужності;

μ – динамічна в'язкість заторної маси, $Па \cdot с$;

n – частота обертання мішалки, об/с;

dm – діаметр мішалки, м.

Критерій потужності KN розраховують в залежності від відцентрового критерію Рейнольдса Re за графіками або за емпіричними формулами для кожного типу мішалок:

$$\mathrm{Re} = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho}{\mu}$$

В'язкість неоцукреної маси можна визначити як в'язкість, що складається із подрібненого солоду та води :

$$\mu = \mu_в \left(1 + 2{,}5 \cdot \frac{V_{сол}}{V_{заг}}\right) = 1{,}005 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 2{,}5 \cdot 0{,}33) = 1{,}83 \cdot 10^{-3} (Па \cdot с),$$

де $\frac{V_{сол}}{V_{заг}} = 0{,}33$ – відношення об'єму твердих частин солоду в заторній масі до її загального об'єму;

$\mu_в$ – в'язкість води, $Па \cdot с$ (при 20°С $\mu_в = 1{,}005 \cdot 10^{-3}\, Па \cdot с$).

$$\mathrm{Re} = \frac{5 \cdot 3{,}72^2 \cdot 1081}{60 \cdot 1{,}83 \cdot 10^{-3}} = 1{,}2 \cdot 10^6$$

Для модельної мішалки лопатевого типу встановлені визначені залежності між критеріями потужності KN та Рейнольдса:

співвідношення розмірів мішалок

$$\mathrm{Dm/dm} \approx \mathrm{Hm/dm} \approx 3$$

при $\mathrm{Re} \le 5 \cdot 10^6$ (ламінарний режим перемішування)

$$K_N = 230 \cdot \mathrm{Re}^{-1{,}67}$$

В нашому випадку режим перемішування турбулентний. Критерій потужності для модельної мішалки при турбулентному перемішуванні

$$K_N = 230 \cdot \mathrm{Re}^{-1{,}67} = 230 \cdot (1{,}2 \cdot 10^6)^{-1{,}67} = 0{,}402$$

Критерій потужності KN′ для розрахункової мішалки

$$K'_N = K_N \cdot f_D \cdot f_H \cdot f_B = 0{,}402 \cdot 0{,}440 \cdot 0{,}691 \cdot 0{,}691 \cdot 0{,}570 = 0{,}17$$

Необхідна потужність для перемішування заторної маси в апараті, (Вт):

$$N' = K'_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d_M^5 = 0{,}17 \cdot 1081 \cdot \left(\frac{5}{60}\right)^3 \cdot 3{,}72^5 = 2239 Вт$$

Приймаючи ККД привода рівним 0,75, знайдемо потужність електродвигуна (Вт):

$$N = \frac{N}{\eta} = \frac{2239}{0,75} = 2985Bm,$$

Обираємо конічний мотор–редуктор з фланцем фірми Sew Eurodrive з пустотілим вихідним валом.

SEW Catalog Program **Date: 26.10.2007**
Time: 11:06:05

Version: 4.21 / Cat.: KAT_1204_INT.MDB

Helical gear unit with AC Squirrel-cage motor

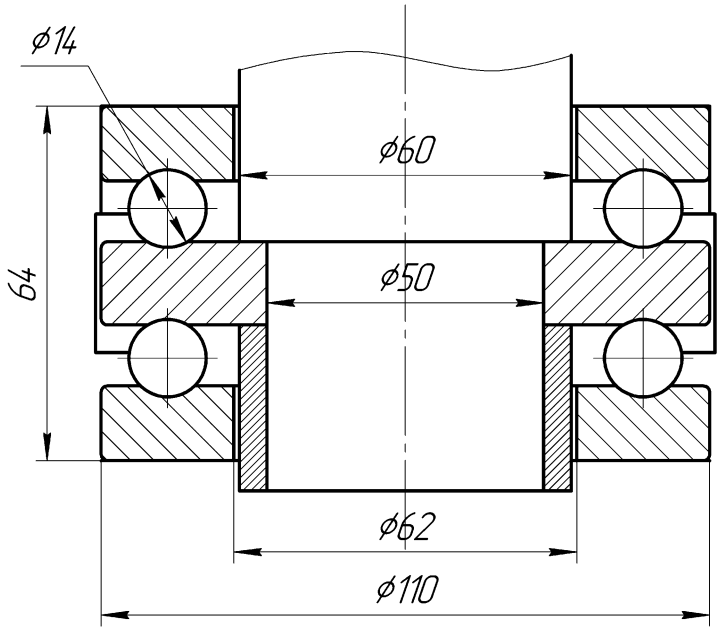
Catalog description		: RF107R77DV100L4			
Rated power	[kW]	: 3,0	Output torque	[Nm]	: 5470
Motor speed	[1/min]	: 1400			
Output speed	[1/min]	: 4,9	Reduction ratio		: 284
Service factor		: 0,80	Permiss. overhung load	[N]	: 0
Rated voltage	[V]	: 230/400	Frequency	[Hz]	: 50
Rated current	[A]	: 6,30	Cos (phi)		: 0,83
Wiring diagram		: DT13	Duty type		: S1-100%
Protection class		: IP54	Thermal classification		: B
Brake torque	[Nm]	: -	Brake voltage	[V]	: -
Brake control system		: -			
Mounting position		: M1	Terminal box position	[°]	: 0
Flange	[mm]	: 450	Shaft end	[mm]	: 70x140
Weight	[kg]	: 220			

6.3.2.Визначення реакцій в опорах і підбір підшипників.

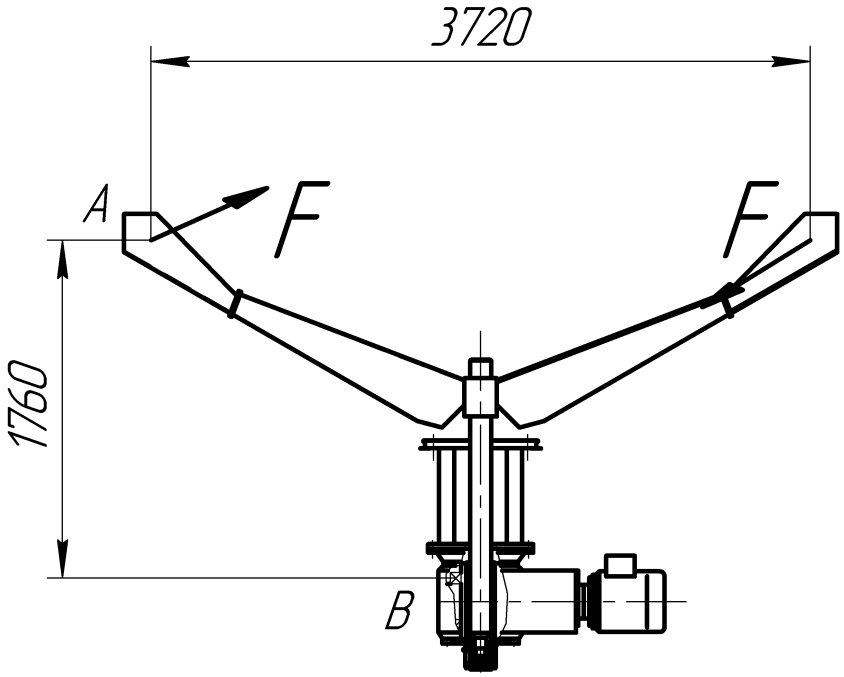
Вертикальна реакція:

$$G_{зат} = M \cdot g = 63206,07 \cdot 9,81 = 620051H$$

За вертикальним навантаженням обираємо упорний шарикопідшипник фірми SKF №88405 $C_o = 64.0кН$



Горизонтальну реакцію, що сприймається радіальними підшипниками редуктора, визначаємо з рівності нулю суми моментів усіх діючих сил відносно точки В:



$$\sum M_B = 0$$

$$R_Г = F$$

$$F = \frac{2T}{D}$$

$$T = \frac{N'_{необх.}}{\omega} = \frac{30N'_{необх.}}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 2239}{\pi \cdot 5} = 4276 H \cdot м$$

$$F = \frac{2 \cdot 4276}{3{,}72} = 2300 H$$

Отже, навантаження на підшипник редуктора незначне, а схема навантаження краща, бо не створюється статично невизначена система.

5.Вибір конструкційних матеріалів

У процесі проектування та виготовлення заторних апаратів, одним з ключових аспектів є правильний підбір конструкційних матеріалів. Враховуючи особливості роботи заторних апаратів, такі як висока температура, агресивні середовища, механічні навантаження та інші фактори, необхідно обрати матеріали, які будуть відповідати всім вимогам щодо міцності, стійкості до корозії, теплопровідності та інших властивостей.

Цей розділ присвячений детальному розгляду процесу підбору конструкційних матеріалів для заторних апаратів. Ми дослідимо різні категорії матеріалів, їх характеристики та особливості, а також розглянемо фактори, які впливають на вибір оптимального матеріалу для конкретного застосування.

У цьому розділі ми також розглянемо різні стандарти та нормативні вимоги, які слід враховувати при підборі матеріалів для заторних апаратів. Будуть розглянуті актуальні документи та рекомендації, що допоможуть забезпечити використання відповідних матеріалів згідно зі стандартами та нормами безпеки.

Мета цього розділу полягає в тому, щоб дати читачам розуміння процесу підбору конструкційних матеріалів для заторних апаратів, надати інформацію про різні матеріали, їх переваги та обмеження, а також надати рекомендації щодо оптимального вибору матеріалу для конкретних умов роботи.

Знання, отримані з цього розділу, допоможуть інженерам, проектувальникам та фахівцям з вибору матеріалів прийняти обґрунтовані рішення та забезпечити високу якість та надійність заторних апаратів.

У виробництві апаратів широке застосування знайшли нікельвмісні аустенітні стали, що регламентуються ДСТУ 5632–72. У ряді випадків доцільно використовувати труби з дешевшої високоякісної жаростійкої низковуглецевої (за стандартом ДСТУ 5632–72 <0,07, а реально <0,03) безникелевої хромистої ферритної сталі 08Х17Т, що за ДСТУ 5632–72 «застосовується як замінник сталей марок 12Х18Н9Т і 12Х18Н10Т», у тому числі і для зварних конструкцій.

Наявність титану і знижений вміст вуглецю, а також мікролегування алюмінієм і азотом у сталі 08Х17Т забезпечують високі прочностні і пластичні властивості порівняно з нікельвмісними марками, а також забезпечують більшу стабільність структури (включаючи зварні з'єднання) при нагріванні. Труби з цієї сталі можна використовувати для транспортування води, повітря, газів, хімічно активних і харчових рідин з певними обмеженнями. Вони також відповідають високим вимогам щодо ударостійкості і можуть витримувати високі пікові температури (до 900 °С) і безперервно експлуатуватися при температурах щонайменше до 700 °С без інтенсивного утворення окалини.

Крім того, відсутність сильного деформаційного зміцнення під час механічної обробки, характерного для аустенітних сталей, дозволяє відносно легко проводити різання і шліфування труб без застосування твердосплавного і швидкорізального інструменту. Сталь 08Х17Т добре зварюється будь–якими способами, а низький вміст вуглецю у поєднанні з високим вмістом хрому (до 19%) забезпечує високу корозійну стійкість труб і зварних з'єднань апаратів. Висока теплопровідність і низький коефіцієнт термічного розширення порівняно з нікельвмісними сталями визначають переваги використання сталі 08Х17Т.

Ця сталь володіє вищою теплопровідністю порівняно з аустенітними нікельвмісними сталями, що робить її популярним використанням у теплообмінних контурах. Її низький коефіцієнт температурного розширення

також забезпечує стабільність довжини труб при коливаннях температури, що сприяє цілісності конструкції і запобігає витокам з гідравлічних з'єднань.

Сталь 08Х17Т також відзначається стійкістю до корозії в різних середовищах, включаючи хлорвмісні та сірковмісні середовища. Її опір хлоридному розтріскуванню при навантаженні є значно вищим, ніж у нікельвмісних аустенітних сталях. Це робить сталь 08Х17Т перспективною для використання в трубопроводах під високим тиском.

Також важливо відзначити, що сталь 08Х17Т відповідає санітарно–епідеміологічним правилам і нормативам, що робить її відмінним вибором для обладнання в харчовій та переробній промисловості.

Загалом, сталь 08Х17Т має свої переваги і може бути використана в різних галузях завдяки своїм властивостям. Проте, завжди рекомендується звертатися до актуальних нормативних документів та консультуватися з фахівцями для вибору найбільш підходящого матеріалу залежно від конкретних умов і вимог вашого проекту.

6.Технологічний маршрут виготовлення деталі (зірочка).

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
1	**2**	**3**
10 10.1	**Заготівельна** Виготовити заготовку литтям зі сталі 45ГЛ	**Лиття по витоплювальних моделях**
20 20.1 20.2 20.3 20.4 20.5 20.6	**Токарна** Установити, закріпити і зняти деталь(УЗЗ) Точити торець Точити поверхню Ø65 Розточити поверхню Ø20Н7 начорно Розточити поверхню Ø20Н7 напівчисто Розвернути поверхню Ø20Н7 остаточно Точити скруглення	**Токарно-гвинторізний 16К20** 3-кулачковий патрон Різець упорний правий , Т15К6 Різець прохідний правий, α=8º, φ = 90˚, Т15К6, ШЦ1 Різець розточний, Т15К6, ШЦ1 Розвертка Ø20Н7, Р6М5, пробка Ø18Н7 Різець фасонний, Т15К6
30 30.1 30.2 30.3 30.4 30.5	**Токарна** УЗЗ Точити торець в розмір 30 Точити торець в розмір 11 Точити поверхню Ø32d8 начорно Точити поверхню Ø32d8 начисто Точити скруглення	**Токарно-гвинторізний 16К20** Оправка цангова Різець упорний правий, Т15К6 Різець прохідний правий, α=8º, φ = 90˚, Т15К6, ШЦ1 Різець фасонний, Т15К6
40 40.1 40.2	**Свердлильна** УЗЗ Свердлити отвір Ø6 Нарізати різьбу М6-7Н	**Свердлильний 2А125** Кондуктор,оправка,упор,лещата Свердло Ø5, Р6М5, пробка Ø6 Мітчик М6-7Н , Р6М5
60 60.1	**Зубофрезерна** УЗЗ Нарізати зубці зірочки, z = 14, методом обходу по контуру	**Зубофрезерний** Оправка Фреза черв'ячна, Р6М5, ШЦ1
50 50.1	**Протяжна** УЗЗ Протягнути шпоночний паз 5N9	**Вертикально – протяжний верстат 7Б71** Оправка,упор,о Протяжка 5N9

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабко Е.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа	
Власник документа НУХТ	Розробник документа Пастов В.О.	Назва, додаткова назва **Вимоги щодо монтажу**	192003.КР.04.006.ПЗ	
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін. / Дата видання / Мова UA / Аркуш	

Розрахунок припусків

Розрахунок загального припуску литої заготовки проведемо по найточнішому розміру Ø35H7.

Припуск на розвертання

$$2Z_{3min} = 2\left(R_{z2} + Д_2 + \sqrt{T_{пр2}^2 + \varepsilon_{y3}^2}\right),$$

де R_{z2}, $Д_2$, $T_{пр2}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при напівчистовому точінні;

ε_{y3} – похибка установлення при розвертанні.

За таблицею 11[1, с.30] вибираємо для лиття по витоплювальних моделях R_{z2}=10 мкм, $Д_2$=20 мкм. При установленні деталі в патрон $T_{пр2}$=100 мкм і ε_{y3}=100 мкм.

Тоді маємо

$$2Z_{3min} = 2\left(10 + 20 + \sqrt{100^2 + 100^2}\right) = 343 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3max} = 2Z_{2min} + T_2 - T_3,$$

де T_2 – допуск розміру при напівчистовому точінні, T_2=IT10=100 мкм

T_3 – допуск при розвертанні, T_3=IT7=25 мкм

$$2Z_{3max} = 343 + 100 - 25 = 418 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3max} + 2Z_{3min}}{2} = \frac{418 + 343}{2} = 381 \text{ мкм}$$

Припуск на напівчистове точіння

$$2Z_{2min} = 2\left(R_{z1} + Д_1 + \sqrt{T_{пр1}^2 + \varepsilon_{y2}^2}\right),$$

де R_{z1}, $Д_1$, $T_{пр1}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

ε_{y2} – похибка установлення при чистовому точінні.

За таблицею 11[1, с.30] вибираємо для лиття по виплавлюваних моделях R_{z1}=25 мкм, $Д_1$=25 мкм. При установленні деталі в патрон $T_{пр1}$=100 мкм і ε_{y2}=100 мкм.

Тоді маємо

$$2Z_{2min} = 2\left(25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2}\right) = 383 \text{ мкм}$$

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

де T_1 – допуск розміру при чорновому точінні, T_1=IT12=250 мкм

$$2Z_{2max} = 383 + 250 - 100 = 533 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2max}+2Z_{2min}}{2} = \frac{533+383}{2} = 458 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1min} = 2\left(R_{z0} + Д_0 + \sqrt{T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2}\right),$$

де R_{z0}, $Д_0$, $T_{пр0}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка лиття;

ε_{y2} – похибка установлення при чорновому точінні.

За таблицею 9[1, с.30] вибираємо для лиття по виплавлюваних моделях R_{z0}=30 мкм, $Д_1$=100 мкм.

Просторову похибку при литті маємо $T_{пр0}$=IT13= 390 мкм

При установленні деталі в патрон ε_{y1}=100 мкм.

$$2Z_{1min} = 2\left(30 + 100 + \sqrt{390^2 + 100^2}\right) = 1065 \text{ мкм}$$

Тоді загальний припуск

$$2Z_{сум} = \sum 2Zi_{ном} = 381 + 458 + 1065 = 1904 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{сум}$=2 мм.

Маса деталі

$$M_{дет} = V_д \cdot \rho = 0{,}000115395 \cdot 7800 = 0{,}9 \text{ кг}$$

Маса заготовки

$$M_{заг} = V_з \cdot \rho = 0{,}000142556 \cdot 7800 = 1{,}11 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$К_м = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{0{,}9}{1{,}11} = 0{,}81$$

30. Токарна.

Перехід 30.1. Точити торець в розмір 30.

Глибина різання в даному випадку $t = 1$ мм

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16х25 при обробленні заготовки зі сталі діаметром до 60 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0,5–0,9 мм/об.

Приймаємо s=0,8 мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця Т=60 хв.

Тоді маємо $V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 58,74$ м/хв.

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_з} = \frac{1000 \cdot 58,74}{3,14 \cdot 57} = 328 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_в$=315 об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_д = \frac{\pi d_з n_в}{1000} = \frac{3,14 \cdot 57 \cdot 315}{1000} = 56,38 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{O1} = \frac{L}{S \cdot n_в}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, l=28,5 мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, l_1=2 мм;

l_2 – величина врізання інструменту, l_2=2 мм;

l_3 – величина перебігу різця, l_3=2 мм.

$$L = 28,5 + 2 + 2 + 2 = 34,5 \text{ мм}$$

$$t_{O1} = \frac{34,5}{0,8 \cdot 315} = 0,14 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \cdots + t_n$$

t_1 – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця на розмір при автоматичній подачі, t_1=0,05 хв;

t_2 – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, так як заміна не проводиться, то t_2=0;

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

$t_{Д1} = 0{,}05$ хв

Перехід 30.2. Точити торець в розмір 7,5.

Глибина різання в даному випадку $t = 1$ мм

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16х25 при обробленні заготовки зі сталі діаметром до 100 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0,6–1,2 мм/об.

Приймаємо s=0,8 мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця T=60 хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 58{,}74 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_з} = \frac{1000 \cdot 58{,}74}{3{,}14 \cdot 97} = 193 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_в$=200 об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_д = \frac{\pi d_з n_в}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 97 \cdot 200}{1000} = 60{,}9 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_в}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l=20 мм; l_1=2 мм; l_2=0; l_3=0.

$$L = 20 + 2 = 22 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{22}{0{,}8 \cdot 200} = 0{,}14 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д2} = 0{,}05 + 0{,}05 = 0{,}1 \text{ хв}$$

Перехід 30.3. Точити поверхню Ø32d8 начорно.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 1{,}065 + 0{,}25 = 1{,}315 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються 0,5–0,9 мм/об.

Приймаємо s=0,8 мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{120}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця Т=60 хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{120}{60^{0,2} \cdot 1{,}315^{0,15} \cdot 0{,}8^{0,45}} = 56{,}5 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_з} = \frac{1000 \cdot 56{,}5}{3{,}14 \cdot 57} = 316 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_в$=315 об/хв.

.Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_д = \frac{\pi d_з n_в}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 57 \cdot 315}{1000} = 56{,}38 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{S \cdot n_в}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l=34 мм; l_1=2 мм; l_2=0; l_3=0.

$$L = 34 + 2 = 36 \text{ мм}$$

$$t_{03} = \frac{36}{0{,}8 \cdot 315} = 0{,}14 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$t_{Д3} = 0,05 + 0,05 + 0,6 = 0,7$ хв

Перехід 30.4. Точити поверхню Ø32d8 начисто.

Глибина різання в даному випадку

$t = 0,685$ мм

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,1–0,2 мм/об.

Приймаємо s=0,1 мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{230}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}}$$

Приймаємо стійкість різця T=60 хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{230}{60^{0,3} \cdot 0,685^{0,1} \cdot 0,1^{0,25}} = 129,6 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_з} = \frac{1000 \cdot 129,6}{3,14 \cdot 55,685} = 741,2 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_в$=800 об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_д = \frac{\pi d_з n_в}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55,685 \cdot 800}{1000} = 139,88 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{O4} = \frac{L}{S \cdot n_в}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l=34 мм; l_1=2 мм; l_2=0; l_3=0.

$L = 34 + 2 = 36$ мм

$$t_{O4} = \frac{36}{0,1 \cdot 800} = 0,45 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$t_{Д4} = 0,05 + 0,1 = 0,15$ хв

Перехід 30.5. Точити скруглення.

При точінні округлення фасонним різцем на поверхні діаметром до 100 мм оперативний час на перехід $T_{оп5}$=0,6 хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення деталі

$$T_O = \sum t_{Oi} = 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,45 = 0,87 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_Д = t_y + \sum t_{Дi},$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у цанговій оправці t_y=0,18 хв.

$$T_Д = 0,18 + 0,05 + 0,1 + 0,7 + 0,15 = 1,18 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_O + T_Д + T_{оп} = 0,87 + 1,18 + 0,6 = 2,65 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об}$=2% $T_{оп}$ і час на відпочинок і природні потреби $T_{пп}$=4% $T_{оп}$.

$$T_{шт} = 2,65 + (0,02 + 0,04) \cdot 2,65 = 2,81 \text{ хв}$$

Підготовчо–завершальний час $T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів $T_{пз1}$=10 хв, час на налагодження оброблення в оправці $T_{пз2}$=8 хв.

$$T_{пз} = 10 + 8 = 18 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_к = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 2,81 + \frac{18}{200} = 2,9 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_к} = \frac{60}{2,9} = 20 \text{ деталей/год}$$

40. Свердлильна.

Перехід 40.1. Свердлити отвір Ø6.

Припуск на оброблення під час свердління становить половину діаметра свердла $d_{св}$, тобто

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

Вибираємо подачу. Для сталей при свердленні отворів Ø6 рекомендуються подачі 0,13–0,17 мм/об.

Приймаємо згідно паспортних даних s=0,14 мм/об.

Для визначення швидкості різання вибираємо залежність

$$V = \frac{5d_{св}^{0,4}}{T^{0,2}S^{0,7}}$$

Беремо стійкість свердла T=25 хв.

Тоді

$$V = \frac{5 \cdot 6^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} = 24,2 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_{св}} = \frac{1000 \cdot 24,2}{3,14 \cdot 6} = 963 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_в$=1000 об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_д = \frac{\pi d_{св} n_в}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1000}{1000} = 25,12 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_в}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – глибина свердлення, l=5 мм;

l_1 – величина на підведення свердла, l_1=2 мм;

l_2+l_3 – додаток на врізання і перебіг свердла, $l_2 + l_3$=5 мм.

$$L = 5 + 2 + 5 = 12 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{12}{0,14 \cdot 1000} = 0,08 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід з $t_Δ$=0,06 хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_О = t_О = 0{,}08 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_Д = t_у + t_Δ$$

$t_у$ – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, $t_у$=0,34хв

Тоді

$$T_Д = 0{,}34 + 0{,}06 = 0{,}4 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_О + T_Д = 0{,}08 + 0{,}4 = 0{,}12 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об}$=1,5% $T_{оп}$ і час на відпочинок і природні потреби $T_{пп}$=6% $T_{оп}$.

$$T_{шт} = 0{,}12 + (0{,}015 + 0{,}06) \cdot 0{,}84 = 0{,}26 \text{ хв}$$

Підготовчо–завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів $T_{пз1}$=10 хв, час на налагодження установки деталі у пристрої вручну $T_{пз2}$=5 хв.

$$T_{пз} = 10 + 5 = 15 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_к = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 0{,}26 + \frac{15}{200} = 0{,}34 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_к} = \frac{60}{0{,}34} = 176 \text{ деталь/год}$$

Розрахунок величини допуску, що забезпечується кондуктором.

Для розробленого типу кондуктора формула для визначення розрахунку величини допуску наступна:

$$\pm y_{L\text{вир}} \geq F y'_{L\text{конд}} \pm K\frac{D_{\text{вн}} - D_{\text{см}}}{2} \pm K\frac{d_{\text{вн}} - d_{\text{св}}}{2} \pm m\varepsilon_{\text{рб}} \pm P(d_{\text{вн}} - d_{\text{св}})\frac{h+b}{l}$$

F – коефіцієнт, що враховує ймовірну межу відхилення координат центрів отворів у кондукторі, для нормальної точності кондуктора F=0,8;

у′ – величина крайнього відхилення розмірів кондуктора, для кондукторів нормальної точності у′=±0,05 мм;

К – коефіцієнт, що враховує найбільш імовірну межу зазорів у спряженнях і найбільш імовірне зміщення, для нормальної точності кондукторів К=0,5;

$D_{\text{вн}}$ – найбільший діаметр отвору під робочу втулку, в даному випадку $D_{\text{вн}}$=13Н7=13,018 мм;

$D_{\text{см}}$ – найменший зовнішній діаметр робочої втулки, $D_{\text{вн}}$=13р6

$d_{\text{вн}}$ – найбільший діаметр отвору робочої втулки, $d_{\text{вн}}$=8G7=8,020 мм;

$d_{\text{св}}$ – найменший діаметр свердла, $d_{\text{св}}$=8 мм;

m – коефіцієнт, що враховує найбільш імовірну величину ексцентриситета змінної втулки, m=0,4;

$\varepsilon_{\text{рб}}$ – ексцентриситет робочої втулки, не повинен перевищувати 0,005–0,01 мм, приймемо $\varepsilon_{\text{рб}}$=0,005 мм;

Р – коефіцієнт, що враховує найбільш імовірну величину перекосу свердла, для кондукторів нормальної точності Р=0,35;

h – відстань між торцем втулки та заготовкою, h=9 мм;

b – глибина свердлення, b=5 мм;

l – довжина направляючого отвору робочої втулки, l=20 мм.

$\pm y_{L\text{вир}}$ приймаємо виходячи з допуску, вказаного на кресленні, IT12/2, для даного розміру 15 маємо 180/2=90 мкм.

Підставляємо всі величини у формулу і маємо

$$\pm 0{,}09 \geq \pm 0{,}8 \cdot 0{,}05 \pm 0{,}5\frac{13{,}018-13{,}018}{2} \pm 0{,}5\frac{8{,}020-8}{2} \pm 0{,}4 \cdot 0{,}005 \pm 0{,}35(8{,}020-8)\frac{9+55}{20} = \pm 0{,}069$$

мм

$$\pm 0{,}09 > \pm 0{,}069$$

Отже, обчислена величина допуску обробки в кондукторі задовольняє величину допуску на розташування отвору.

7.ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ

Монтаж технологічного обладнання, конструкцій та трубопроводів є важливим етапом виробництва, який може бути виконаний різними методами залежно від послідовності робіт та організації виробництва. У цьому розділі розглянемо два основних методи монтажу - поточно-суміщений та послідовний, а також різні організаційні підходи до виконання механомонтажних робіт.

Поточно-суміщений метод монтажу. Поточно-суміщений метод є найбільш прогресивним та економічним підходом до монтажу. Його використання передбачає детальне планування та графік виконання робіт, які узгоджуються з усіма монтажними організаціями та замовником. Основна ідея цього методу полягає в тому, що монтажні роботи виконуються послідовно та одночасно на різних ділянках площадки. При цьому здійснюється підготовка фундаментів, монтаж площадок для обладнання, піднімання та установка важких деталей, монтаж трубопроводів та ізоляційних систем.

Ефективність поточно-суміщеного методу досягається завдяки декільком факторам. По-перше, укрупнення обладнання та конструкцій перед монтажем дозволяє здійснювати їх збирання на виробничих базах або спеціальних площадках. По-друге, використання вантажопідйомних машин та механізмів забезпечує автоматизацію та прискорення процесу підйому та установки важких деталей. По-третє, цей метод дозволяє зменшити витрати на підготовку монтажних проємів, виготовлення індивідуальних такелажних засобів та інші додаткові витрати. Крім того, він сприяє підвищенню продуктивності праці монтажників та скороченню тривалості будівництва або реконструкції об'єктів.

Поточно-суміщений. Цей метод є найбільш прогресивним та економічним. Він передбачає строгу послідовність виконання монтажних робіт згідно з графіком, який затверджується всіма монтажними організаціями та замовником. Монтажні роботи проводяться у такій послідовності: підготовка фундаментів та площадок, піднімання та встановлення обладнання, монтаж трубопроводів та ізоляційних матеріалів. Головна перевага цього методу полягає в скороченні термінів монтажу завдяки чіткому плануванню та координації робіт.

Інший метод - послідовний - застосовується, коли монтажне обладнання може бути встановлене тільки у вже побудованих будівлях або при незначному обсязі монтажних робіт. Цей метод передбачає послідовне виконання робіт згідно з технічними вимогами.

Також, використовуються комплектно-блочний, крупноблочний, поточно-вузловий та безпідкладний методи монтажу. Кожен з цих методів має свої особливості та використовується залежно від умов та вимог проекту. Наприклад, комплектно-блочний метод передбачає доставку обладнання у вигляді готових комплектів блоків на монтажну площадку, що сприяє прискоренню процесу монтажу. Крупноблочний метод використовує крупні комплектні блоки або укрупнені збірки обладнання для швидкого монтажу. Поточно-вузловий метод застосовується, коли обладнання надходить з низьким ступенем заводської готовності, а безпідкладний метод передбачає використання спеціальних пристроїв та установочних гайок для монтажу без підкладок.

Комплексний підхід до вибору методу монтажу дозволяє забезпечити ефективність, якість та швидкість виконання робіт. Застосування прогресивних методів, таких як швидкісний монтаж, також дозволяє скоротити тривалість монтажу обладнання та знизити витрати на цей процес.

Заторний апарат вимагає певних кроків під час монтажу. Ось детальніші етапи технології монтажу заторного апарату:

Транспортування: Заторний апарат перевозять зі складу до місця монтажу. Це може бути здійснено за допомогою залізничного транспорту, річкових шляхів або спеціального транспорту на підприємстві.

Розпакування та розконсервація: Після доставки апарат розпаковують і знімають захисне покриття. Вузли та деталі також звільняються від покриття.

Укрупнююча збірка: Заторний апарат збирають, додаючи оглядовий люк, мішалку з приводом та контрольно-вимірювальну арматуру.

Такелажні роботи: Для переміщення заторного апарату використовують підйомний кран. Це дозволяє розмістити апарат у потрібному вертикальному або горизонтальному положенні.

Розміточні роботи: Виконують розмітку апарата за технічними кресленнями. Використовуються рулетки, метри, відвіси, кутники та інші інструменти для вирівнювання і розміщення апарата.

Кріплення на фундаменті: Апарат закріплюють на фундаменті за допомогою фундаментних (анкерних) болтів.

Наладка: Підключають трубопроводи та інші допоміжні засоби до апарату відповідно до вимог і налаштовують їх.

Випробування холостою ходою та під навантаженням: Після монтажу проводять випробування апарату без навантаження протягом певного періоду часу, а потім під навантаженням, щоб переконатися, що він працює належним чином.

Запуск в роботу: Після успішного завершення всіх випробувань апарат запускають у роботу і включають його в основний технологічний процес.

Важливо виконувати всі ці етапи монтажу заторного апарату з дотриманням вимог і стандартів безпеки та якості. Дотримання правильної технології монтажу допоможе забезпечити ефективну та надійну роботу заторного апарату.

7.1Вимоги щодо ремонту

У разі виникнення несправностей у заторному апараті або після тривалої експлуатації, необхідно провести його ремонт. Ремонт включає комплекс заходів, спрямованих на відновлення працездатності обладнання до рівня надійної експлуатації. Перед початком ремонтних робіт необхідно провести організаційно-технічну та матеріально-технічну підготовку.

Головний механік підприємства через свої служби, такі як бюро планування профілактичних оглядів і ремонтів (ППР), конструкторське бюро та інші, повинен забезпечити наступне: розроблення річних та місячних планів-графіків профілактичних оглядів і ремонтів; облік і паспортизацію всього обладнання, присвоєння кожній машині (агрегату) інвентарного номеру та заведення формуляра; облік технологічного стану обладнання у виробничих цехах і заповнення змінним персоналом журналу прийому-здачі змін; наявність кваліфікованого персоналу для керівництва загальним або середнім та капітальним ремонтом; наявність технічних вказівок на капітальний та середній ремонт з комплектом ремонтних креслень, а також каталогу деталей та складальних одиниць; наявність норм витрат запасних деталей і матеріалів.

Річний план-графік ремонту складається на кожну одиницю обладнання на основі даних обліку роботи, які відображені у формулярі машини, структури і тривалості міжремонтного циклу та відпрацьованого часу з моменту останнього планового ремонту обладнання. Після затвердження річного плану-графіка складають уточнені графіки на кожен місяць, які встановлюють рівномірне завантаження ремонтного персоналу і призначають відповідальних за проведення ремонтних робіт у встановлені терміни.

Процес ремонту заторного апарату включає наступні основні операції: очищення і миття обладнання; розбірку машини (агрегату) на вузли та деталі; очищення та миття вузлів і деталей; дефектацію та сортування деталей;

відновлення або заміну зношених деталей; балансування роторів; збірку машини (агрегату); індивідуальні випробування та передачу в наладку.

Перед початком ремонту заторного апарату необхідно ретельно його очистити від залишків продукту, змащення та інших забруднень. Поверхні, які контактують з продуктами, очищуються за допомогою щіток, йоржів, миються гарячими розчинами кальційованої або каустичної соди, гарячою водою та оброблюються парою. При очищенні картерів обладнання використовують гаряче масло, гас та гарячу воду. Проте виробничих цехах не рекомендується використовувати гас з метою усунення браку продукції, що виготовляється на машинах та апаратах, що знаходяться неподалік від обладнання, яке підлягає ремонту.

Перед розбиранням заторного апарату необхідно вивчити особливості його конструкції та розробити порядок розбирання. При цьому слід з'ясувати призначення та взаємодію окремих вузлів та деталей. Перш за все знімаються ті деталі та збірні одиниці, які перешкоджають подальшому розбиранню. Складні за конструкцією обладнання розбираються у такому порядку: спочатку на групи складальних одиниць, потім групи розбираються на окремі збірні одиниці, а збірні одиниці - на окремі деталі. При збиранні деталей слід дотримуватися тієї самої послідовності, в якій вони були зняті з машини.

Збирання деталей проводиться в порядку, протилежному розбиранню. При цьому керуються допусками, зазначеними в інструкціях заводу-виробника, технічних умовах на виготовлення, комплектування та поставку обладнання.

Після завершення ремонту заторного апарату проводять випробування та передають його в наладку для подальшої перевірки та налагодження. Ремонтне обладнання повинне бути готове до надійної експлуатації після проведення всіх необхідних робіт.

Таким чином, проведення ремонту заторного апарату вимагає планування, організаційно-технічної підготовки, уважності при розбиранні та

збиранні, а також дотримання вимог щодо чистоти і якості виконання робіт. Регулярний ремонт допоможе підтримувати обладнання у працездатному стані та забезпечити його надійну роботу протягом тривалого часу.

Проведення ремонту обладнання передбачає певну послідовність дій, щоб забезпечити ефективність і безпеку процесу. Розглянемо цей процес детальніше та доповнимо інформацію.

Основні можливі несправності та заходи для їх усунення: Крім зазначених раніше проблем заторного апарату, можуть виникати інші несправності, такі як перегрівання, витік робочої речовини або нестабільність обертання мішалки. Для їх усунення можуть застосовуватися методи, такі як заміна пошкоджених деталей, відновлення поверхонь, регулювання системи охолодження тощо. Важливо провести діагностику несправностей та виявити їх причини, щоб прийняти відповідні заходи.

Застосовувані пристрої, інструменти, матеріали: Під час ремонту заторного апарату використовуються різноманітні пристрої та інструменти. Наприклад, для зварювання можуть використовуватися електрозварювальні апарати, а для розбирання та збирання деталей - спеціальні ключі, гайковерти, молотки тощо. Також потрібні матеріали, такі як запасні деталі, змащувальні матеріали, герметики та інші компоненти, необхідні для виконання ремонтних робіт.

7.2Вимоги щодо експлуатації

Здача в експлуатацію після ремонту: Після завершення ремонту заторного апарату проводять перевірку та тестування, щоб переконатися в його готовності до експлуатації. Попереднє прийняття виконує комісія, яка складається з представників механічного цеху, ремонтної бригади та наладчика. Вони проводять огляд та випробування заторного апарату, переконуючись, що він працездатний. Остаточне прийняття відбувається після випробування апарату під навантаженням в реальних виробничих умовах. Після цього оформлюється акт прийому-здачі обладнання, який затверджує головний інженер підприємства.

Експлуатація заторного апарату включає наступні етапи:

Підготовка обладнання до запуску: Перед запуском заторного апарату необхідно перевірити ряд параметрів та забезпечити належну підготовку. Це включає очищення апарату від забруднень, перевірку правильності збирання, підключення трубопроводів та наявність необхідних матеріалів. Також важливо переконатися в належному закритті оглядових люків та відсутності сторонніх предметів.

Запуск обладнання: Запуск заторного апарату включає послідовне ввімкнення подачі робочої речовини, активування системи охолодження та запуск мішалки. Це допомагає досягти оптимального режиму роботи та підготувати апарат до основного процесу.

Управління обладнанням: Під час роботи заторного апарату необхідно забезпечувати його правильне управління. Це включає контроль показників, вимірювання та налагодження режиму роботи за допомогою контрольно-вимірювальних приладів та систем автоматизації.

Зупинка обладнання: Зупинка заторного апарату проводиться після завершення процесу або у разі потреби в ремонтних роботах. Це включає вимкнення мішалки, спуск затору та охолодження апарату.

Загальною метою проведення ремонту та експлуатації заторного апарату є забезпечення безперебійної та ефективної роботи обладнання, що в свою чергу сприяє високоякісному виробництву та досягненню поставлених цілей.

8. Система управління

Вступ:

Система управління заторним апаратом відіграє важливу роль у забезпеченні його ефективної роботи та безпеки виробничого процесу. Керуючий блок включає в себе різноманітні елементи, що дозволяють операторам керувати та контролювати роботу апарату. В даному тексті будуть розглянуті основні компоненти системи управління заторним апаратом та послідовність дій, необхідних для його експлуатації.

Блок управління заторним апаратом, зображений на рисунку 10.1, складається з таких основних елементів:

Загальний вимикач: цей елемент відповідає за загальне включення або виключення заторного апарату. Перед включенням апарату необхідно перевірити положення загального вимикача і переконатися, що він знаходиться у ввімкненому стані.

Кнопка включення: ця кнопка використовується для запуску заторного апарату. Після перевірки положення загального вимикача, необхідно натиснути кнопку включення, щоб розпочати роботу апарату.

Вказівники швидкості роботи пневмоциліндрів: ці вказівники використовуються для контролю і регулювання швидкості роботи пневмоциліндрів у заторному апараті. За допомогою цих вказівників можна налаштувати оптимальну швидкість роботи апарату залежно від потреб.

Кнопка виключення: ця кнопка призначена для зупинки роботи заторного апарату. У разі потреби відключити апарат, необхідно натиснути кнопку виключення, що призведе до припинення його роботи.

Кнопка зупинки у фазі: ця кнопка використовується для негайної зупинки заторного апарату у випадку аварійних ситуацій або несправностей. При натисканні на кнопку зупинки у фазі, апарат негайно зупиняється для уникнення подальших проблем.

Цифровий дисплей: цей елемент відображає інформацію про стан заторного апарату. В разі виявлення несправностей або аварійної ситуації, на цифровому дисплеї може з'явитися повідомлення "Викл. машини", супроводжуване активуванням аварійного сигналу.

Послідовність дій для управління заторним апаратом наступна:

Перед включенням апарату необхідно переконатися, що всі кожухи безпеки машини закриті, а загальний вимикач знаходиться в положенні "Увімкнено".

Після цього треба подати стиснене повітря до пневмоциліндрів, що забезпечує правильну роботу апарату.

Запускаємо заторний апарат, натискаючи кнопку включення.

Залежно від потреби, можна регулювати швидкість роботи пневмоциліндрів за допомогою вказівників швидкості.

Для зупинки роботи апарату необхідно натиснути кнопку виключення.

У випадку виникнення несправностей або аварійної ситуації, на цифровому дисплеї з'явиться повідомлення "Викл. машини", одночасно з активуванням аварійного сигналу. Для негайної зупинки апарату слід натиснути кнопку зупинки у фазі.

Висновки:

Ефективне управління заторним апаратом є ключовим аспектом забезпечення його безперебійної та ефективної роботи. Важливо правильно налаштувати та контролювати роботу апарату, враховуючи безпекові аспекти та вимоги виробничого процесу. Елементи системи управління, такі як загальний вимикач, кнопки включення та виключення, вказівники швидкості та цифровий дисплей, допомагають операторам контролювати роботу заторного апарату. Правильна послідовність дій, як описано в тексті, дозволяє ефективно керувати запуском, роботою та зупинкою апарату, а також реагувати на можливі несправності та аварійні ситуації.

Загалом, система управління заторним апаратом є важливим компонентом виробничого процесу, який допомагає забезпечити ефективність, безпеку та надійність роботи обладнання.

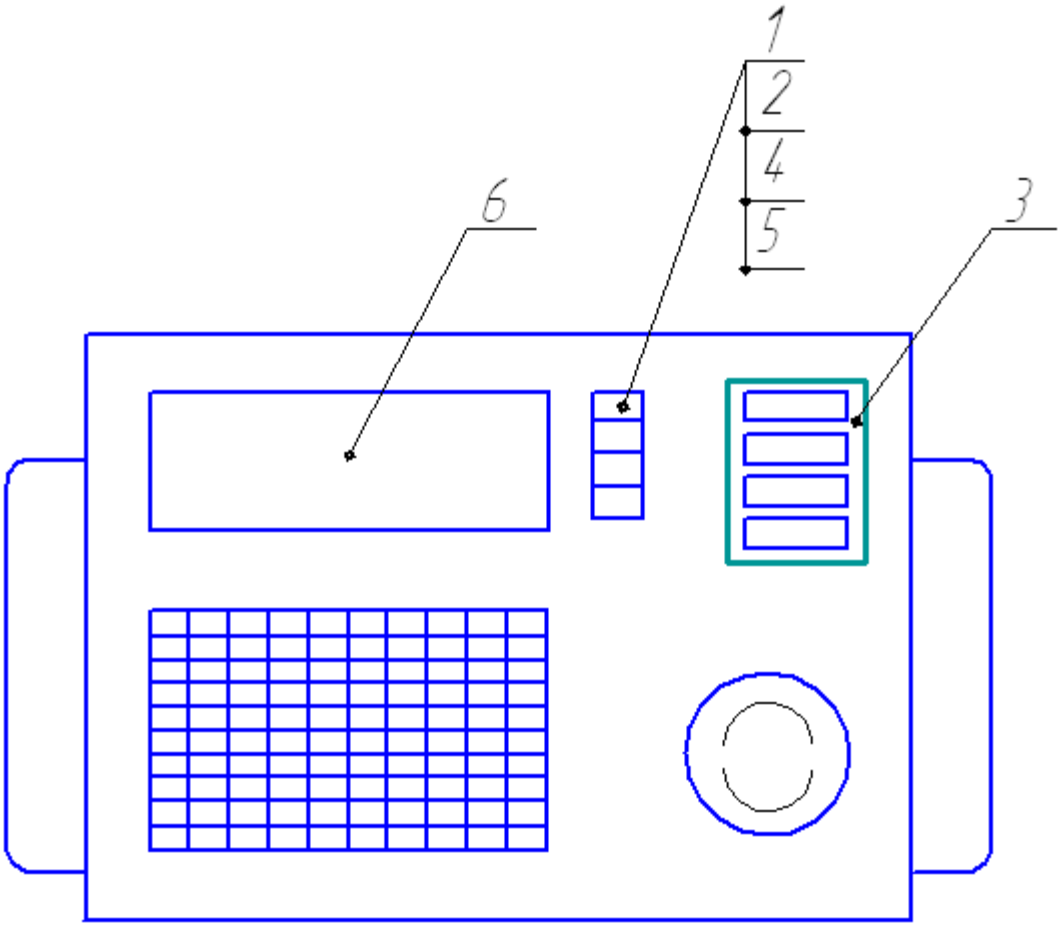


Рис.10.1 Схема блоку управління машиною : 1- загальний вимикач; 2- кнопка включення; 3- вказівники швидкості пневмоциліндрів; 4- кнопка виключення;5-кнопка зупинки у фазі;6- цифровий дисплей.

9.Заходи щодо охорони праці

Закон України про охорону праці є основною правовою нормою, що регулює усі аспекти забезпечення безпеки та здоров'я працівників в Україні. Прийнятий Верховною Радою 22 листопада 2002 року, цей закон відіграє ключову роль у створенні законодавчої бази для охорони праці в країні.

Закон "Про охорону праці" у поєднанні з "Кодексом законів про працю України" утворюють основу, на якій ґрунтується система охорони праці в Україні. Однак, вони не є єдиними правовими актами, що регулюють цю сферу. Разом із ними існують державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти, які розширюють положення основного закону. Ці акти включають в себе стандарти, правила, норми, положення, статути, інструкції та інші документи, що мають юридичну силу і є обов'язковими для всіх установ і працівників України.

Така система законодавчих актів забезпечує визначення стандартів та вимог щодо організації безпечних та здорових умов праці. Вона сприяє впровадженню процедур контролю, наданню необхідної інформації та навчанню працівників з питань охорони праці. Законодавча база охорони праці в Україні гарантує виконання норм і правил усіма сторонами, що забезпечує здоров'я, безпеку та благополуччя працівників у країні.

Фінансування заходів з охорони праці

Фінансування заходів з охорони праці є важливим аспектом забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Для цього створюється спеціальний фонд, який забезпечує фінансування відповідних заходів. Фонд охорони праці формується з різних джерел.

По-перше, до фонду внески складаються з відрахувань у розмірі 0,5% від прибутку. Це означає, що підприємства та організації вносять частку свого прибутку до фонду для фінансування заходів з охорони праці.

По-друге, штрафи за порушення правил з охорони праці також направляються до фонду охорони праці. Це стимулює підприємства дотримуватися вимог безпеки та забезпечувати належні умови праці, оскільки порушення правил призводить до фінансових санкцій.

По-третє, фонд охорони праці може отримувати спонсорську допомогу від різних організацій та компаній, які підтримують ініціативи з покращення умов праці та забезпечення безпеки працівників.

Отримані кошти з фонду охорони праці використовуються виключно на проведення заходів, спрямованих на створення безпечних і здорових умов праці. Кошториси витрат затверджуються власниками фондів, і контроль за їх використанням здійснюється спеціалізованими службами, такими як Держнаглядохоронпраці і відділи охорони праці регіональних держадміністрацій. Це гарантує ефективне та раціональне використання коштів фонду для покращення умов праці та забезпечення безпеки працівників.

Інструктажі

Інструктажі є важливою складовою процесу забезпечення безпеки праці на підприємствах пивобезалкогольної галузі. Ці інструктажі розподіляються на кілька видів залежно від конкретної ситуації та потреб:

Вступний інструктаж проводиться інспектором з охорони праці під час прийому на роботу нового працівника. Цей інструктаж має на меті ознайомлення працівника з основними правилами техніки безпеки на підприємстві.

Інструктаж на робочому місці проводиться керівником перед початком роботи. Його метою є ознайомлення працівника з конкретними безпечними процедурами та правилами, які пов'язані з його робочим місцем.

Періодичний інструктаж проводиться начальником відділу (дільниці, цеху) не рідше одного разу на півроку. Цей інструктаж має на меті повторне нагадування працівникам про правила безпеки та перевірку їх знань.

Позаплановий інструктаж проводиться у випадку нещасного випадку, зміни процесу або технологічного обладнання. Це дозволяє оперативно нагадати працівникам про нові правила та процедури безпеки, які пов'язані зі змінами.

Цільовий інструктаж проводиться перед поставленням перед працівником нового робочого завдання. Його метою є ознайомлення працівника з конкретними правилами та вимогами, пов'язаними з цим завданням.

Усі працівники, незалежно від форми власності підприємства, зобов'язані проходити курси навчання з техніки безпеки. Крім того, інженерно-технічний персонал регулярно проходить перепідготовку в інститутах підвищення кваліфікації кожні три роки. Такі заходи сприяють забезпеченню високого рівня безпеки праці та відповідають державній політиці України щодо захисту працюючих громадян. Для цього приймаються нові законодавчі та нормативні акти про охорону праці, створюються державні виконавчі структури, що забезпечують ефективне виконання цих актів. Застосування Закону "Про охорону праці" від Верховної Ради України вносить значні зміни у методи організації та контролю за охороною праці в усіх сферах народного господарства. Основними принципами державної політики в галузі охорони праці є координація діяльності державних органів, установ, організацій, громадських об'єднань, власників та працівників для прийняття рішень з охорони праці, гігієни та

безпеки праці на місцевому та державному рівнях шляхом співробітництва і проведення консультацій.

Аналіз виробничого травматизму

Аналіз виробничого травматизму вимагає використання різноманітних методів, які доповнюють один одного для отримання повної карти ситуації. Серед найпоширеніших методів можна виділити статистичний, монографічний, економічний, ергономічний та психофізіологічний підходи.

Основними напрямками у протидії виробничому травматизму є:

Підготовка кваліфікованих фахівців з питань охорони праці та пожежної безпеки, а також підвищення рівня знань з охорони праці серед всіх інженерно-технічних працівників усіх рівнів.

Забезпечення всіх працівників підприємства діючими нормативними документами з охорони праці та пожежної безпеки, а також здійснення трьохступеневого контролю за їх дотриманням.

Збереження обладнання, машин, установок, будівель та споруд у належному стані відповідно до вимог нормативних документів і уникнення експлуатації несправного або невідповідного стандартам обладнання.

Посилення якості навчання та інструктажу з питань техніки безпеки для всіх працівників, а також запобігання роботі непроінструктованих працівників.

Забезпечення працівників ефективними засобами захисту, відповідно до особливостей виробничих процесів.

Впровадження цих напрямків допоможе зменшити виробничий травматизм і створить безпечне та здорове робоче середовище для всіх працівників.

Мікроклімат

Варильне відділення, де встановлений заторний апарат, відноситься до категорії приміщень з високим рівнем теплового випромінювання (понад 23

Дж/м³·с). Норми мікроклімату, такі як температура, відносна вологість та швидкість руху повітря, установлюються з урахуванням надлишків тепла, що виділяється в приміщенні, в залежності від сезону та характеру робіт з енерговитратами.

У варильному відділенні під час технологічних процесів виникає виділення газів, парів та зайвого тепла, що негативно впливає на самопочуття та здоров'я працівників. Для виявлення шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці необхідно проаналізувати роботу обладнання, що використовується у варильному відділенні пивзаводу.

Метеорологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами, як температура, відносна вологість, рух повітря та теплове випромінювання. У варильному відділенні важливо враховувати такі параметри:

Під час приготування солоду у повітрі може присутній зерновий пил, а в холодильних установках холодокомпресорного цеху може бути аміак, який є сильною отруйною речовиною. Тому необхідно забезпечити працівників необхідними засобами захисту від шкідливих речовин.

Під час роботи апаратів у варильному відділенні повітря в робочій зоні не повинно забруднюватися парою від мийних та дезінфікуючих засобів, оскільки мийні та дезінфікуючі роботи обмежені лише внутрішнім очищенням та обробкою апаратів, які герметично закриваються.

Запиленість у варильному відділенні пивзаводу не нормується, оскільки відсутнє обладнання, що виділяє пил.

Дотримання цих факторів допоможе забезпечити безпечні та здорові умови праці для працівників у варильному відділенні.

Параметри	Холодний період року	Теплий період року
Оптимальна температура	18...20 ºС	21...23 ºС

Допустима температура	17...23 ºС	27...30 ºС
Відносна вологість повітря	40...60% але не більше 75%	40...60% але не більше 75%
Швидкість руху повітря	0,2...0,3 м/с	не більше 0,2 м/с

Освітленість

Освітленість на пивзаводі, зокрема у варильному відділенні, може бути природною, штучною або сумісною, залежно від виду джерела світла, яке використовується. У варильному відділенні пивзаводу застосовуються всі три види освітлення. Варильне відділення складається з двох поверхів, при цьому на другому поверсі, де розташовано пультові, використовується природне освітлення протягом дня та штучне освітлення вночі. На першому поверсі, у підварочному відділенні, використовується сумісне освітлення.

Нормована освітленість на робочому місці при штучному освітленні (з використанням газорозрядних ламп) залежно від середньої точності зорової роботи становитиме наступне: при комбінованому освітленні - 400 лк, при загальному освітленні - 200 лк. У побутових приміщеннях нормована освітленість становить 75 лк. Внутрішні частини апаратів освітлюються за допомогою світильників, а напруга лампочок у світильниках не перевищує 36 В.

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Аварійне освітлення використовує лампи накалювання, які розташовані у вибухопилезахисних ковпаках та живляться від допоміжного генератора або акумуляторних батарей з автоматичним відключенням при відхиленні мережної напруги. Мінімальна освітленість, яку повинно забезпечувати аварійне освітлення, становить 5 лк.

Евакуаційне освітлення передбачено для безпечної евакуації людей з приміщень у небезпечних зонах або на шляху евакуації з території заводу. Це освітлення забезпечує освітленість на рівні 0,2 лк. Крім того, на території заводу передбачено охоронне освітлення, яке використовується у нічний час.

Випромінювання

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

Вентиляція.

Вентиляція цеху забезпечується припливно-витяжною системою, яка поєднує механічне та природне збурення повітря. З метою контролювання вологості та тепла в цеху, передбачена місцева вентиляційна система. Для ефективного видалення та розподілу повітря використовуються отвори повітроводів, що обладнані металевими сітками.

Вентиляція виробничих приміщень та герметизація обладнання забезпечують створення в зоні перебування працюючих оптимального повітряного середовища, яке відповідає санітарним нормам. У виробничих приміщеннях використовуються припливно-витяжна механічна та природна вентиляція, які призначені для видалення надлишків тепла, вологи та шкідливих виділень від обладнання та механізмів.

При розрахунку вентиляції для варильного відділення використовуються такі параметри: об'єм виробничого приміщення V = 12000 м³, площа тепловіддаючої поверхні F = 450 м², температура нагрітої поверхні t = 50 °С, нормально допустима температура повітря в приміщенні = 20 °С, маса нагрітої продукції М = 24000 кг, питома теплоємкість нагрітої маси См = 0,19 Вт·с/кг·град, фактична температура маси = 64 °С, коефіцієнт, що враховує нерівномірність остигання маси β = 1,4, загальна встановлена потужність електродвигунів Рк = 75 кВт, ККД електродвигунів = 0,58, температура повітря, що поступає, = 15 °С.У виробничому приміщенні є три витоки тепловиділення:

а) тепловіддаюча поверхня;

б) нагріта маса (поверхня);

в) тепло від двигунів.

Кількість нагрітого повітря, яке необхідне для вилучення із приміщення за формулою:

$$L = \frac{3{,}6 \cdot Q}{c \cdot \gamma (t_н - t_п)}; \text{ м}^3/\text{год}, \quad (9.1)$$

де Q – кількість надлишкового тепла (Вт); c – питома теплоємкість повітря, c=1 кДж/кг·К; $t_н$ – температура вилучаємого повітря, °С; $t_п$ – температура припливного повітря, °С; γ – щільність повітря при даній температурі при нормальних умовах, γ=1,2 кг/м³.

3. Визначаємо кількість надлишкового тепла:

а) від тепловіддаючої поверхні

$$Q_1 = F(t_п - t_н)(\alpha_к + \alpha_л), \text{ Вт} \quad (9.2)$$

де $\alpha_к$ – коефіцієнт тепловіддачі конвенцією, Вт/м²·К; αл – коефіцієнт тепловіддачі, променевимірювання, Вт/м²·К.

Загальний коефіцієнт тепловіддачі визначається за формулою:

$$\alpha = (9{,}3 + 0{,}06 \cdot t_п) \cdot 1{,}16 = (9{,}3 + 0{,}06 \cdot 45) \cdot 1{,}16 = 13{,}0 \ \text{(Вт/м}^2\text{·К)} \quad (9.3)$$

$$Q_1 = 13{,}0 \cdot 450(50 - 20) = 175500 \quad \text{(Вт)} \quad (9.4)$$

б) Визначаємо кількість виділеного тепла від маси нагрітої продукції, яка визначається за формулою:

$$Q_2 = \frac{M \cdot C_M (t_M - t_H)}{\beta}; \text{ Вт} \quad (9.5)$$

де M – маса нагрітої продукції, кг; CM – питома теплоємність нагрітої маси, Вт·с/кг·год; t_M – температура маси по фактичному заміру, °С; t_H – температура в приміщенні, °С; β – нерівномірність застигання маси, β=1,4

$$Q_2 = \frac{24000 \cdot 0{,}19(64 - 20)}{1{,}4} = 143314 \ \text{(Вт)}$$

в) Визначаємо кількість видаляємого (вилученого) тепла від працюючих електродвигунів за формулою:

$$Q_3 = P_K \cdot 1000(1 - \eta) \quad (9.6)$$

де *РК* – загальна встановлена потужність електродвигунів, кВт; η – ККД електродвигунів, η=0,58

тоді

$$Q_3 = 75 \cdot 1000(1 - 0{,}58) = 31500 \ \text{(Вт)}$$

Знаходимо загальну кількість вилучаємого надлишкового тепла

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 175500 + 143314 + 31500 = 350314 \ \text{(Вт)} \qquad (9.7)$$

4. Визначаємо кількість нагрітого повітря, яке необхідно вилучити:

$$L = \frac{3{,}6 \cdot 350314}{1 \cdot 1{,}24(20 - 15)} = 203408 \ \text{(м³/год)}$$

5. Визначаємо кратність повітрообміну:

$$N = \frac{L}{V_n} = \frac{203408}{12000} = 16{,}9 \ \text{(год}^{-1}\text{)}, \text{(об/год)}. \qquad (9.8)$$

Із наведеного розрахунку можна зробити такі висновки: для даного приміщення, в якому знаходиться заторний апарат, необхідна кратність повітрообміну – 17 разів за годину.

Електробезпека

Електробезпека є важливим аспектом, оскільки існують різні небезпечні і шкідливі фактори, пов'язані з електричними колами. Наприклад, підвищене значення напруги в електричних колах може призвести до замикання через тіло людини. Також варто враховувати підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних випромінювань і напруженість електричного та магнітного полів.

Електричне обладнання може становити значну небезпеку для людей, особливо оскільки електрична напруга не відчувається органами почуття на відміну від тепла, світла, рухомих предметів, запаху та інших шкідливих виробничих факторів. Реакція людини на струм проявляється тільки після безпосереднього контакту з елементами обладнання, що перебувають під напругою.

Наприклад, варильне відділення, де встановлений заторний апарат, відноситься до зон підвищеної небезпеки згідно з класифікацією ПУЕ. Це пов'язано з можливістю одночасного доторкання до заземлених конструкцій, що працюють під напругою, у разі пошкодження ізоляції або непрофесійних дій працівника.

Для забезпечення електробезпеки рекомендується використовувати наступні заходи:

Заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електричного обладнання.

Використання подвійної ізоляції для кабелів живлення електродвигунів. Система автоматизації, світильники підсвічування шкал приладів контролю та керування, а також оглядові світильники малої напруги (до 12 В) повинні мати подвійну ізоляцію.

Використання системи захисного відключення електричного струму живлення в разі замикання на корпус електродвигунів приводу або їх перевантаження.

Встановлення заземлення та аварійного відключення на всіх електромашинах.

Використання електричного освітлення з напругою 127/220 В та обов'язкове встановлення світильників загального освітлення на висоті не менше 5 метрів.

Закриття всіх електричних щитів живлення захисними коробками і розміщення діелектричних ковдр під щитами.

Встановлення відповідних знаків безпеки в приміщенні відділення.

Виконання ремонту та профілактичного огляду апарату тільки при відключеному електричному живленні.

Дотримання цих заходів допоможе забезпечити безпеку під час роботи з електричним обладнанням та знизити ризик виникнення небажаних подій.

Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання.

Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання є надзвичайно важливою, враховуючи розміри та складність машини. Виробник передбачив в конструкції всі заходи для забезпечення надійної роботи обладнання. Проте, для запобігання нещасним випадкам необхідно дотримуватися наступних положень:

Робота з апаратом повинна здійснюватися лише працівниками, які досягли 18-річного віку, з метою забезпечення безпеки.

Переконайтесь, що всі блокування належним чином настроєні для забезпечення безпеки роботи.

Ремонт механічного приводу та огляд з'єднань трубопроводів можуть проводитися лише після вимкнення та спорожнення апарату з метою забезпечення безпеки робіт.

Заборонено знімати кришки труб, щоб уникнути опіків.

Під час роботи всередині машини необхідно постійно блокувати і зупиняти дозуючі насоси та подачу концентрованого миючого засобу для забезпечення безпеки.

Ретельно контролюйте електрообладнання машини, щоб уникнути ризику ураження електричним струмом та вживайте відповідних заходів для його усунення.

Дотримання цих вказівок допоможе забезпечити безпеку під час обслуговування обладнання та зменшити ризик виникнення небажаних ситуацій.

Забезпечення санітарно–побутовими приміщеннями

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями є важливою складовою на підприємствах харчової промисловості. Згідно з чинними будівельними нормами і правилами, передбачаються загальні побутові приміщення та пристрої. Вони розташовуються таким чином, щоб працівники, які користуються цими приміщеннями, не проходили через приміщення з шкідливими виділеннями, якщо вони не працюють в цих зонах.

На пивзаводі передбачені наступні побутові приміщення: роздягальні, душові, убиральні, їдальні, кімнати для паління та медичний пункт. Приміщення міського харчування та медичний пункт розташовані в місцях, які мають найменший вплив виробничих шкідливих факторів. Убиральні розташовані на відстані 80 метрів від найбільш віддаленого робочого місця. Розміри відкритих душових кабін складають 0,9×0,9 метра, а їх кількість не перевищує 30. Кімнати для паління розташовані поряд з убиральнями і мають загальну площу 42 квадратних метри. Адміністрація заводу забезпечує безперервну роботу всіх побутових приміщень та підтримує їх у робочому стані, чистоті та порядку.

Пожежна безпека

Пожежна безпека є надзвичайно важливим аспектом у варильному відділенні, яке відноситься до категорії Д у зв'язку з ризиком вибухопожежі. Будівля, в якій знаходиться цей відділ, повинна мати ступінь вогнестійкості не нижче другого, відповідно до промислових будівельних норм.

Варильне відділення обладнується автоматичною пожежною сигналізацією та повинно мати перші засоби пожежегасіння. Серед них можна зазначити вогнегасники, пожежний інвентар, такий як покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняні тканини або повсті, ящики з піском, пожежні відра та совкові лопати. Також до першого засобу пожежегасіння відносяться різноманітні пожежні інструменти, такі як гаки, ломи, сокири і т.д.

У випадку виникнення пожежі або інших непередбачуваних ситуацій у цеху повинно бути принаймні два шляхи для евакуації людей. Важливо, щоб ці шляхи не перетинали приміщення, де розташовані виробництва, що відносяться до категорій А або Б з погляду вибухопожежевої небезпеки. В деяких випадках можна використовувати вікно з пожежною драбиною або сходами, що ведуть на зовнішнє подвір'я, як один зі шляхів евакуації, якщо така потреба виникне.

Розрахунок води на пожежегасіння визначаємо по формулі:

$$Q = \frac{З \cdot 3600 \cdot n}{1000},\ [м^3]; \tag{9.9}$$

де *З* – тривалість тушіння пожежі, (год); *n* – витрата води на пожежегасіння, (л/сек.).

$$n = n_{вн} + М_{зовн}; \tag{9.10}$$

де $n_{вн}$ – витрата води на внутрішнє пожежегасіння ($n_{вн}$=5л/с); $М_{зовн}$ – витрата води на зовнішнє пожежегасіння ($М_{зовн}$=10л/с);

$$Q = \frac{З \cdot 3600 \cdot (5+10)}{1000} = 162\,[м^3];$$

Пропозиції по покращенню умов праці

Перш за все, важливо забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування, що допоможе уникнути можливості отримання травм та забезпечить безпечні умови праці. Крім того, для покращення якості повітря в робочих приміщеннях, рекомендується встановити ефективну вентиляційну систему, яка забезпечить постійний подачу свіжого повітря.

Утримання обладнання у справному стані є ще одним важливим аспектом у покращенні умов праці. Регулярне технічне обслуговування та вчасні ремонтні роботи допоможуть запобігти травмам та небезпечним ситуаціям на робочому місці.

У цеху розливу, де присутні приводні станції, насоси, трубопроводи та електродвигуни, може спостерігатися значний рівень шуму. Для зниження шумового фону до припустимого рівня, пропоную використовувати різноманітні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Наприклад, протишумні вкладиші з матеріалу ФПП-Ш, які мають еластичну структуру та забезпечують комфорт при використанні. Крім того, можна використовувати беруші для захисту від високочастотного шуму з рівнем захисту до 100 дБ. Також, протишумні заглушки, які накладаються на обладнання, та

протишумні навушники ПШ-ОО можуть бути ефективними засобами для зменшення шуму на робочому місці.

Враховуючи зручність використання, рекомендую використовувати протишумні вкладиші замість навушників, оскільки вони мають еластичну структуру і забезпечують більший комфорт для працівників. Це дозволить знизити втому та дискомфорт, пов'язані з тривалим носінням навушників.

Запровадження цих пропозицій сприятиме покращенню умов праці, забезпечить безпеку та комфорт працівників, а також допоможе запобігти можливим травмам та небезпечним ситуаціям на робочому місці.

Висновки

Заторний апарат є потенційно небезпечним устаткуванням, яке вимагає дотримання високих стандартів охорони праці.

При роботі з заторним апаратом необхідно забезпечити належну інструктажу та навчання працівників щодо безпечної експлуатації, процедур безпеки та усунення можливих аварійних ситуацій.

Важливим аспектом охорони праці при роботі з заторним апаратом є правильне використання особистого захисту. Працівники повинні мати на собі захисні костюми, окуляри, рукавиці та інші необхідні засоби захисту.

Заторний апарат повинен бути регулярно перевіряний на наявність пошкоджень або несправностей, а також піддаватися запланованому технічному обслуговуванню та ремонту.

Робоче місце біля заторного апарата повинно бути належно організоване та забезпечене достатнім простором для безпечної роботи. Також важливо встановити вентиляційну систему для забезпечення свіжого повітря та контролю рівня шуму.

У разі аварійних ситуацій або нестандартних подій, необхідно мати чіткий план евакуації та забезпечити наявність необхідного обладнання для швидкого та безпечного виходу працівників з небезпечної зони.

Адміністрація підприємства повинна відповідати за забезпечення безпеки та охорони праці при роботі з заторним апаратом, забезпечуючи дотримання вимог техніки безпеки та відповідних нормативних актів.

Врахування цих висновків допоможе забезпечити безпеку та здоров'я працівників при роботі з заторним апаратом і знизити ризик виникнення нещасних випадків та травм.

10.Заходи щодо охорони екології

При зверненні уваги на екологічний стан на території України, особлива увага приділяється контролю за викидами підприємств у навколишнє середовище з метою забезпечення його охорони.

На підприємстві відпрацьовані технічні води піддаються очищенню за допомогою реогенного методу, який включає використання хлорної води та гідрохлориду натрію. Тільки після проходження цього процесу стічні води відводяться до міської каналізаційної системи.

Встановлені гранично допустимі показники якості стічних вод на підприємстві "Оболонь" є наступними: рівень pH (кислотно-лужний показник) має знаходитися у діапазоні від 7,9 до 9,0, концентрація хімічного кисню (ХПК) не повинна перевищувати 800 мг/л, нафтопродукти мають бути присутні у концентрації від 0,3 до 0,7 мг/л, а рівень підвішених речовин не повинен перевищувати 216 мг/л.

Виконання встановлених нормативів та викладених вимог щодо якості стічних вод сприяє збереженню навколишнього середовища та покращенню екологічної ситуації.

Характеристика викидів та скидів пивоварного виробництва

Сировина на підприємство доставляється автотранспортом і подається в силоси за допомогою пневмотранспортера. Процес перекачки сировини супроводжується викидом зернового пилу в атмосферу. Після цього, за допомогою норії та шнека, сировина переноситься з силосів до варочного цеху, де вона проходить очищення, відважування, подрібнення і потрапляє в заторні чани. Під час очищення зерна через систему аспірації та газоочищення (циклони) в атмосферу викидається пил зерна. Однак, через те, що подрібнене зерно змішується з водою у заторних чанах, викиди зернового пилу в атмосферу зменшуються. Крім того, під час затирання в трубу викидається пара.

Готова маса проходить фільтрацію в фільтрувальному чані і перекачується в сусловарочний котел, де додають хміль і фасований цукор. Після варіння сусла йде на добродіювання та подальшу фільтрацію. Під час процесу варіння також відбувається викид пари в атмосферу.

Для очищення чанів та їх дезінфекції використовується розчин каустичної соди, який розчиняється у воді та нагрівається. Під час цього процесу в атмосферу викидається луг у формі гідроксиду натрію.

Готове пиво після охолодження направляється до цеху розливу. Перед наливанням пива у пляшки, вони проходять процес миття у пляшкомийній машині з використанням розчину NaOH. Протягом цього процесу в атмосферу викидається гідроксид натрію.

Після наливання та закриття пива, воно транспортується до складів готової продукції за допомогою автонавантажувачів, які працюють на зрідженому газі. У процесі цього транспортування в атмосферу через дахові вентилятори викидається оксид вуглецю та діоксид азоту.

У стічні води на заводі можуть потрапляти різні типи забруднень:

- внаслідок основного виробництва на підготовчих і заключних етапах технологічних процесів виготовлення пива;
- під час періодичного промивання та дезінфекції проточних ємностей та дріжджеварильних апаратів;
- під час використання розчинів каустичної та кальцинованої соди для промивки та дезінфекції;
- в результаті скиду дріжджової браги та сусла;
- через надходження в каналізацію фільтрату після фільтрів;
- внаслідок промивання чанів після розливу пива та санітарного прибирання приміщень;
- через діяльність допоміжних підрозділів, таких як котельня (регенерація фільтрів і продувка котлів), пральня, їдальня, механічний цех,

гараж.В аміачній компресорній разом з аварійною і постійно діючою вентиляцією знаходяться і газовловлювач, яки фіксує всі аміачні з’єднання.

Сировина, яка використовується для виробництва безалкогольних напоїв, не є джерелом значного забруднення навколишнього середовища, і на заводі вона зберігається у зашареному виді.

Під час складування допоміжних матеріалів, таких як каустична сода, застосовуються закриті посудини, що запобігає викиду парів у атмосферу. Стічні води з заводу скидаються у міську каналізацію. Процес перед викидом включає нейтралізацію води, забрудненої лугом, за допомогою сірчаної кислоти, щоб забезпечити pH рівень в межах 6-8. Цю процедуру здійснюють у басейнах нейтралізації.

Під час експлуатації розвантажувача пляшок з ящиків може статися випадковий викид мастила. Рекомендується встановити відвідний отвір неподалік від машини, що обладнаний вловлювачем мастила, щоб уникнути небажаних викидів у навколишнє середовище.

Висновки

У виробництві пива на пивоварному заводі враховується екологічний аспект, існують заходи для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Застосовуються технології очищення стічних вод, що дозволяють дотримуватися гранично допустимих показників викидів у міську каналізацію. Це включає використання реогенного способу очищення технічних вод і системи аспірації та газоочистки для утримання зернового пилу.

Під час процесу виробництва та розливу пива в атмосферу можуть виділятися речовини, такі як пара, оксид вуглецю та діоксид азоту. Рекомендується встановлювати відповідне обладнання, яке забезпечує контроль і зменшення викидів цих речовин.

Застосування каустичної соди для чищення та дезінфекції чанів вимагає контролю та запобігання викидам лугу в атмосферу. Запровадження закритих посудин та відповідних процедур може забезпечити ефективну обробку та утилізацію каустичної соди.

Рекомендується встановлювати відвідні отвори з вловлювачами мастила поблизу машин, що мають можливість випадкового викиду мастила, з метою уникнення забруднення навколишнього середовища.

Пивоварний завод повинен регулярно контролювати свою екологічну діяльність, спостерігати за дотриманням норм та встановленими процедурами, а також вдосконалювати технологічні процеси для забезпечення більш екологічно чистого виробництва.

Застосування екологічних стандартів та інноваційних рішень може допомогти пивоварним заводам зменшити їхній вплив на довкілля та сприяти сталому розвитку.

Загальною метою екологічних заходів на пивоварному заводі є забезпечення ефективного виробництва пива, зниження викидів та використання природних ресурсів з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

11.ВИСНОВКИ

Під час виконання даного дипломного проекту, було проведено ряд розрахунків та надано матеріал з обґрунтуванням щодо модернізації заторного апарату.

З аналізу, який міститься в пояснювальній записці, видно, що існує значна різноманітність конструкцій апаратів даного типу. Це дає можливість вибрати апарат, який найкраще підходить саме для даного підприємства, враховуючи його потужність та вимоги до конструкції, практичності та безпеки для персоналу.

В результаті проведених розрахунків слід відмітити, що запропонований проект модернізації заторного апарату є раціональним з таких параметрів:

В процесі перемішування заторної маси досягається покращення за рахунок зміни конструкції мішалки апарата.

Витрати на нагрівання заторної маси зменшуються.

З урахуванням техніко-економічних розрахунків стає очевидним, що впровадження даного проекту є доцільним. Пропоновані зміни сприятимуть покращенню ефективності роботи заторного апарату, економії ресурсів та підвищенню безпеки виробничого процесу.

Список використаних літературних джерел

1. Балашов В.Е. Практикум по расчету технологического оборудования для производства пива и безалкогольных напитков. – М.: Агропромиздат, 1988 – 191с.
2. Вовченко О.С., Костюк В.К., Цишевський В.Г. Конспект лекцій з дисципліни „Основи менеджменту, маркетингу та підприємницької діяльності”. – К.: УДУХТ, 2001 – 100с.
3. Гальперин Д.М., Миловидов Г.В. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1990 – 399с.
4. Колотуша П.В. Технологія виробництва пива. Навчальний посібник. – К.:1995 – 152с.
5. Никитин В.С., Бурашников Ю.М. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1991 – 350с.
6. Попов В.И. Примеры расчетов по курсу технологического оборудования предприятий бродильной промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1969 – 152с.
7. Попов В.И. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1972 – 592с.
8. Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв.
9. Комаревський Б. Д. «Автоматические приборы, регуляторы, вычислительна техника».: Справочное пособие – Л.: Машиностроение, 1976 – 488 с.;
10. В.И. Анурьев „Справочник конструктора-машиностроителя” том 1., — М:„Машиностроение”,1982., 729 с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабко Е.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа	
Власник документа НУХТ	Розробник документа Постозв В.О.	Назва, додаткова назва **Список використаних літературних джерел**	192003.КР.04.000.ПЗ	
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін. / Дата видання / Мова UA / Аркуш	

11. В.И. Анурьев „Справочник конструктора-машиностроителя” том 2., — М:„Машиностроение” 1982., 584 с.

12. В.И. Анурьев „Справочник конструктора-машиностроителя” том 3., — М:„Машиностроение” 1982., 559 с.

13. М.П.Александров „Подъёмно-транспортные машины”— М.:„Высшая школа”., 1985., 519 с

14. А.Е.Кононюк, В.А.Басанько „Справочник конструктора оборудования пищевых производств”— М:„Высшая школа”., 1984., 458 с.

15. Р.И.Гжиров „Краткий справочник конструктора”— Л. „Машиностроение” 1983, 463 с.

16. В.К.Супрунчук, Э.В.Островский „Конструкционные материалы и покрытия в продовольственном машиностроении” — М:„Машиностроение”,1984, 327 с.

17. Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств./Под ред. В.А.Соколова. – М.:Легкая и пищевая промышленность, 1983 г. – 396 с.

18. Промышленные приборы, средства автоматизации. Справочник. / Под ред. В.В.Черемкова. – Л.: - Машиностроение, 1987 г. – 487 с.

19. Павлов К.Ф., Романов П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1981. – 450с.

20. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971. –784с.

21. Промышленные тепломассообменные процессы и установки: Учебник для вузов. Под редакцией А.М. Бакластова: – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 348с.

22. Швец И.Т., Голубинский В.И., Алабовский А.Н. Теплотехника. – К.: "Вища школа", 1976. – 288с.

23. Кузнецов А.А. , Кагерманов С.М., Судаков Е.И.Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. –Л.:«Химия»,1974 г.

24. Устойчивость оболочек. Григолюк Э. И., Кабанов В. В., Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1978, 360 стр.

25. Идельчик И. Е.Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.; Машиностроение, 1992.— 672 с: ил.

26. Абовский Н. П., Андреев Н. П., Деруга А. П., Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1978. —288 с.

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				Документація		
А1			192003.КР.04.000.ПЗ	Вид загальний		
				Складальні одиниці		
		1	192003.КР.04.000.ПЗ	Витяжна система	1	
		2	192003.КР.04.000.ПЗ	Кришка	1	
		3	192003.КР.04.000.ПЗ	Вузел миючої головки	1	
		4	192003.КР.04.000.ПЗ	Внутрішнє освітлення	1	
		5	192003.КР.04.000.ПЗ	Люк вхідний	1	
		6	192003.КР.04.000.ПЗ	Корпус	1	
		7	192003.КР.04.000.ПЗ	Ізоляція	1	
		8	192003.КР.04.000.ПЗ	Мішалка	1	
		9	192003.КР.04.000.ПЗ	Патрубок підводу і відводу	1	
				затора		
		10	192003.КР.04.000.ПЗ	Привод	1	

					192003.КР.04.000.ПЗ		
Зм	Аркуш	№ документу	Підпис	Дата			
Розробив		Постоєв В.О.			Заторний апарат	Літера	Лист 1 / Листів 1
Перевірив							
						НУХТ О-Х-4-2	
Н. контр.							
Затвердив							

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				Документація		
А1			192003.КР.04.000.ПЗ	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	192003.КР.04.000.ПЗ	Корпус	1	
		2	192003.КР.04.000.ПЗ	Прижим	1	
		3	192003.КР.04.000.ПЗ	Збірник конденсату	1	
		4	192003.КР.04.000.ПЗ	Корпус підшипника	1	
				Деталі		
		5	192003.КР.04.000.ПЗ	Втулка	1	
		6	192003.КР.04.000.ПЗ	Втулка	1	
		7	192003.КР.04.000.ПЗ	Шайба	1	

				Стандартні вироби			
				Болти по ГОСТ 7708–70			
		14		*М10–6g×20.58.016*	*24*		
		15		*М12–6g×40.58.016*	*4*		
		16		*М16–6g×60.58.016*	*4*		
		17		*М20–6g×60.58.016*	*4*		

					083544.ДП.32.10.100
Зм	*Аркуш*	*№ документу*	*Підпис*	*Дата*	
Розробив					*Привод*
Перевірив					
Н. контр.					
Затвердив					

Літера	*Лист*	*Листів*
	1	*2*

НУХТ О–Х–4–2

Формат	*Зона*	*Позиція*	*Позначення*	*Назва*	*Кількість*	*Примітка*

192003.КР.04.000.ПЗ

Інд. змін. *Дата видання* *Мова* **UA** *Аркуш*

				Гайки по ГОСТ 5927-70			
		20		М10.6.016	4		
		21		М12.6.016	4		
		22		М16.6.016	4		
		23		М10.6.016	4		
		24		ГвинтМ4×12			
				ГОСТ 1483-84	4		
				Сальники по ГОСТ8752-79			
		26		1-55×65-1/2	3		
		27		Кільце 45	1		
				ГОСТ 13942-80			
				Шайби по ГОСТ 6402-70			
		28		10.65г.016	24		
		29		12.65г.016	4		
		30		16.65г.016	4		
		31		20.65г.016	4		

		33		Підшипник 7812	1		
				ГОСТ 7284-70			
				Покупні вироби			
		35		Мотор-редуктор			
				RF107R77DV100L4	1		

					192003.КР.04.000.ПЗ	Лист
Зм.	Аркуш	№ докумен.	Підпис	Дата		2

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого*

Кафедра *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*

Освітній ступінь *бакалавр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(код і назва)

Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олександр Гавва

“_____” _____2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Постоєва Валентина Олександровича
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація заторного апарата типу ВКЗ ємністю 50 м3 із удосконаленням перемішуючого пристрою*

керівник роботи Бабко Євген Миколайович *, доцент, к.т.н.*
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закл. вищої осв. від “14” *квітня* 2023 року № 233-кс

2. Строк подання здобувачем роботи *01 червня 2023 р.*

3. Вихідні дані до роботи *технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обгрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охрони праці, екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація*

5. Перелік графічного матеріалу
Загальний вигляд машини — 4 листи, техмаш

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування	*Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ*		

7. Дата видачі завдання 14 *квітня 2023 р.*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Анотація, зміст*	*26.04.23*	*Виконано*
2	*Вступ*	*27.04.23*	*Виконано*
3	*Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення*	*29.04.23*	*Виконано*
4	*Техніко – економічне, соціальне обгрунтуівння*	*02.05.23*	*Виконано*
5	*Характеристика вихідної сировини і продукту*	*03.05.23*	*Виконано*
6	*Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.*	*04.05.23*	*Виконано*
7	*Підбір конструкційних матеріалів*	*06.05.23*	*Виконано*
8	*Розрахункова частина*	*10.05.23*	*Виконано*
9	*Розрахунок технології виготовлення окремих деталей*	*12.05.23*	*Виконано*
10	*Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання*	*16.05.23*	*Виконано*
11	*Система управління*	*17.05.23*	*Виконано*
12	*Охорона праці*	*18.05.23*	*Виконано*
13	*Охорона довкілля*	*19.05.23*	*Виконано*
14	*Висновки*	*20.05.23*	*Виконано*
15	*Список використаної літератури*	*23.05.23*	*Виконано*
16	*Графічна частина: 5 аркушів*	*28.05.23*	*Виконано*
17	*Подача КР на кафедру*	*20.06.23*	*Виконано*

Здобувач _____ *Постоєв В.О.*
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ *Бабко Є.М.*
(підпис) (ім'я та прізвище)