

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра хімічної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

Кваліфікаційна робота бакалавра
зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг
обладнання хімічних виробництв"

Тема роботи: Дріждже-бродильне відділення у виробництві спирту із меляси. Розробити бродильний апарат

Виконав:
студент групи ХМдн – 84чк
Доброхліб Владислав Русланович

підпис

Залікова книжка

№ _____

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

Керівник:
ст. викладач

з оцінкою _____ Корнієнко Віктор Миколайович

" ____ " _____ 20__ р.

підпис, дата

Підпис голови
(заступника голови) комісії

СУМИ 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра хімічної інженерії

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних
виробництв"

Курс 4 Група ХМдн – 84чк Семестр 8

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Доброхлібу Владиславу Руслановичу

1 Тема роботи: Дріждже-бродильне відділення у виробництві спирту із меляси. Розробити бродильний апарат.

2 Вихідні дані: Розробити бродильний апарат для отримання спиртової бражки. Початковою концентрацією сухих речовин- 10%мас. , початкова температура холодильного агента - -5°C, сушла-14°C.

3 Перелік обов'язкового графічного матеріалу (аркуші А1):

1. Технологічна схема відділення – 1,0 арк.
2. Складальне креслення – 1,0 арк.
3. Креслення складальних одиниць – 2.0 арк.

4 Рекомендована література: 1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми : СумДУ, 2019. – 32 с.; 2. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи / Под общ. ред. В. Н. Соколова. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 384 с.

5 Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

Етапи та розділи проектування	ТИЖНІ				
	1	2,3	4,5	6,7	8
1 Вступна частина	x				
2 Технологічна частина		xx			
3 Проектно-конструкторська частина			xx		
4 Розробка креслень				xx	
5 Оформлення записки					x
6 Захист роботи					x

6 Дата видачі завдання

жовтень 2021 р.

Керівник

ст. викл. Корнієнко В.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис технологічної схеми дріждже –бродильного відділення	7
1.2 Теоретичні основи процесу	9
1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструкційних матеріалів	14
72 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ І АПАРАТА	17
2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу	17
2.2 Конструктивні розрахунки	21
2.3 Гідравлічний опір апарата	22
2.4 Вибір допоміжного обладнання	24
3 РОЗРАХУНКИ АПАРАТА НА МІЦНІСТЬ	31
3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки	31
3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання	35
3.2 Розрахунок опори апарата	45
4 МОНТАЖ ТА РЕМОНТ АПАРАТА	48
4.1 Монтаж розробленого апарата	48
4.2 Ремонт апарата	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	54
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	62
ДОДАТКИ	

					XI.B.00.00.00 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
зроб.		Доброхліб			<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
ревір.		Корнієнко			4	62	
ценз.					СумДУ, ХМдН-84чк		
Контр.							
тверд.		Склабінський					

Дріждже-бродильне відділення у виробництві спирту із м'яса . Розробити бродильний апарат

ВСТУП [1]

Харчова промисловість – це комплекс підприємств, галузей, що виробляють продукти харчування та деякі інші товари, переробляючи сільськогосподарську сировину.

Однією з найважливіших проблем розвитку харчової промисловості є переоснащення її на новій технологічній основі. Оновлення матеріально – технічної бази галузі може бути досягнуто за рахунок використання прогресивних ресурсозберігаючих технологій, розробки і розвитку виробництв, що дають змогу швидко переобладнати виробництво на випуск нової продукції.

Етиловий спирт являється одним із найважливіших складових для промисловості, як хімічна речовина. Етиловий спирт широко використовують в таких галузях: лікєро-горілчаній, парфумерній, кондитерській. Технічний спирт має низький ступінь очистки і застосовується в лакофарбній промисловості, як розчинник, для виготовлення мийних розчинів. Тому сучасні спиртові заводи являють собою складний комплекс, обладнаний технологічним, транспортним, енергетичним, санітарно-технічним і іншим обладнанням.

Входження України до загальноєвропейського ринку вимагає від підприємств спиртової галузі істотно підняти технічний рівень виробництва, щоб витримати конкуренцію з боку зарубіжних виробників.

Для підвищення власної конкурентоспроможності вітчизняні виробники мають орієнтуватися на випуск продукції найвищої якості, впровадження енерго- та ресурсозберігаючих, мало- та безвідходних екологічно безпечних технологій з максимальною утилізацією відходів виробництва.

Аналіз роботи підприємств галузі, світовий досвід засвідчують: неможливо підвищити якість продукції і знизити витрати на її виробництво без широкого впровадження сучасних систем управління обладнанням,

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

технологічними комплексами та створення корпоративних систем управління виробництвом.

Робота щодо модернізації спиртового виробництва повинна мати комплексний характер, об'єднуюча фахівців різних спеціальностей. Ефективність такого підходу значно вища й вимагає менших затрат порівняно з тими, коли окремо розглядаються питання технології, автоматизації, екологічні проблеми та інші.

В основі модернізації спиртового виробництва мають бути новітні досягнення науки і техніки, на базі яких розроблятимуться високоефективні автоматизовані технологічні комплекси для спиртової галузі.

Темою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка бродильного апарата спиртового заводу потужністю 2000 дал безводного спирту на добу.

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА[1]

1.1 Опис технологічної схеми виробництва

По даній схемі, яка була запропонована В.Л. Яровенком, приготування дріжджів проходить на пастеризованому суслі в двох дріжджанках 3, а бродіння – в потоці при безперервному переміщенні маси, яка бродить в одному напрямі в 10 бродильних чанах 5, з'єднаних між собою переточними трубами.

Зрілі дріжджі із дріжджанки збірника засівних дріжджів 2 поступають в дріжджанку 3, в якій одночасно з дріжджами подають сусло. По заповненню зброджувача масу підкислюють при включеній мішалці сірчаною кислотою із мірника 1 до 0,4-0,5⁰ кислотності і залишають на бродіння. Частина відбродивших засівних дріжджів відцентровим насосом 4 перекачують в другу дріжджанку для розмноження дріжджів на свіжій порції сусла, а решту спускають в перший головний бродильний чан 5 і одночасно туди направляють сусло. Після заповнення першого чана половину бродячої маси із нього насосом 8 перекачують в другий головний чан і дозують сусло в обидва головних чани. Коли обидва чана будуть заповнені, маса по переточним трубам безперервно проходить послідовно через всі чани 5 батареї. Із останнього чана дозріла бражка насосом 8 подається на перегонку. Температура бражки у всіх чанах підтримується в межах 27-29 °С. Процес бродіння триває 60-62 години.

Вуглекислий газ разом з парами спирту із бродильних чанів поступає по газопроводу в спиртовловлювач 6, де пари спирту вловлюються водою. Отриману водно-спиртову рідину (міцністю не менше 2-3%об.) направляють на перегонку.

Промивання і стерилізацію чанів проводять по чергово через кожні 60-70 год., для чого чан звільняють від бражки, яку перекачують насосом в другий

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

чан. Прямотоковий метод стерилізації має деякі недоліки, але він тривалий час застосовується на Лохвицькому спиртовому комбінаті, забезпечує високий вихід і якість хлібопекарних дріжджів, тому і передбачається даним дипломним проектом.

При зброджуванні меляси утворюється значна кількість піни, яка спричиняє порушення технологічного режиму і приводить до виробничих втрат. Піну гасять хімічним способом. В якості хімічних піногасників використовують жироподібні речовини, які здібні на поверхні рідини утворювати плівку, в результаті чого бульбашки піни лопаються. Піногасники важкорозчинні у воді і для швидкого і рівномірного розподілення по всьому об'ємі їх потрібно використовувати у виді водних емульсій. При виборі хімічних піногасників необхідно враховувати їх ціну, ефективність гасіння піни і дію на дріжджі. найбільш розповсюдженими піногасниками є соапсток і олеїнова кислота. Але при використанні соапстоку бражка забруднюється, і ускладнює виділення з неї дріжджів на сепараторах і впливає на якість пресованих хлібопекарних дріжджів. Тому краще використовувати олеїнову кислоту.

Вуглекислий газ, який виділяється при бродінні забирає з собою деяку кількість спиртових парів, для вловлювання, яких використовуються спеціальні вловлювачі різної конструкції. Принцип дії такого спиртовловлювача полягає в тому, що він працює по принципу адсорбції спиртових парів тонкою плівкою води з охолодженого газу, який турбулентно рухається назустріч воді в вертикальних трубках. Кінцева адсорбція спиртових парів водою проходить на сітчастих тарілках. Цим спиртовловлювачем вловлюється практично весь спирт і водноспиртова рідина має міцність 5-7% об. Так як переваги такого спиртовловлювача дуже великі по зрівнянню з другими видами, то його і приймаємо до установки у проекті.

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Теоретичні основи процесу[1]

Тривалий час на спиртових заводах переробка меляси на спирт здійснювалася по періодичній схемі. В подальшому вчені розробили безперервно-потокову схему переробки меляси на спирт. В теперішній час на спиртових заводах використовуються дві безперервні схеми: однопотокова і двопотокова.

Однопотоковою схемою передбачено приготування з антисептованої меляси одного сусла концентрацією сухих речовин 20-23% мас., на якій спочатку розмножують заводські дріжджі, а потім зрілі дріжджі піддаються подальшому зброджуванню. Однопотокове зброджування меляси рекомендують використовувати на спиртових заводах де виробляють хлібопекарні дріжджі. При цьому стійкість виділення зрілої бражки, вища, ніж при двохпотоковому методі переробки меляси.

Суть двохпотокової схеми зброджування меляси полягає в тому, що мелясу, яку переробляють являть на два потоки. Одну частину меляси, яку антисептують і збагачують живильними речовинами, розбавляють водою до концентрації сухих речовин 12-14% мас., і приготовлене сусло використовують в якості живильного середовища для безперервного розмноження дріжджів в дріжджегенераторах. Другу частину меляси без всякої підготовки розбавляють до концентрації сухих речовин 32-34% мас. і направляють в головний бродильний апарат батареї, в якому змішують зрілі дріжджі і бродильне сусло в співвідношенні 1:1. Проведення процесу зброджування меляси по одно-і двохпотоковій схемах принципово однакове. Однопотокову схему цілеспрямовано використовувати на спиртових заводах, де виробляють хлібопекарні дріжджі. Вона дає можливість отримати більш високий вихід спирту і покращити його якість.

Поряд з цими методами зброджування меляси на спиртових заводах значне розповсюдження отримав двохстадійний спосіб переробки меляси з

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

використанням двох рас дріжджів, що підвищувало вихід спирту і покращувало мальтозну активність хлібопекарних дріжджів. Мелясне сусло по цьому способі зброджується двома расами дріжджів, які вирощені в різних дріжджегенераторах. Одні расу дріжджів подають в головний бродильний апарат, другу – в 4-5-ий. Щоб підвищити вихід спирту із меляси, яка містить рафінозу, зброджування потрібно проводити в першій стадії дріжджами раси В, а в другій – дріжджами раси Г-75. Для отримання високих виходів хлібопекарних дріжджів з підвищеною мальтозною активністю мелясне сусло в першій стадії зброджують гібридом 112, в другій – дріжджами раси В.

На теперішній час використовують такі раси дріжджів: М-5, У-563, які замінюють одночасне використання двох рас дріжджів.

Такі раси дріжджів дають накопичування спирту в бражці до 11,4-11,6% об., отримувати хлібопекарські дріжджі кращої якості, і вихід їх становить 3,5-5,0 кг/дал спирту. Збільшені розміри і об'єми клітин дріжджів покращують технологічні показники сепарування, прискорюється процес фільтрації в 2 рази.

Укрспиртбіопродом запропонована інша схема переробки меляси на спирт – вдосконалена однопотокова. По цій схемі використовується знижена концентрація мелясного сусла для дріжджегенераторів. Одночасно для забезпечення встановленої міцності бражки потрібно внести в бродильні апарати необхідну кількість нерозбавленої меляси. В зрілій бражці, яка отримується по такій схемі, накопичується менша кількість вторинних продуктів бродіння, особливо гліцерину, знижується величина незброджених цукрів і підвищується накопичування біомаси.

Порівнюючи різні схеми зброджування мелясного сусла, можна зробити висновок, що:

- при роботі по двохпотоковій схемі отримані хлібопекарні дріжджі мають меншу стійкість, ніж по однопотоковій;

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

- двохстадійна схема збродження меляси дає низький вихід спирту, так як дріжджі раси Г-75 не використовуються, а раса Г-112 не може глибоко зброжджувати сахарозу.

В зв'язку з викладеним, рахую, що більш ефективно зброжджувати мелясне сушло по однопотоковій вдосконаленій схемі, що дозволить мати добрі результати по виходу спирту і вихід пресованих хлібопекарних дріжджів в кількості 3 кг/дал спирту, які мають високу стійкість.

Антисептування і стерилізацію меляси, а також додавання в неї необхідних для дріжджів фосфорного живлення проводять в апаратах антисептування періодичної дії

Процес культивування дріжджів проводять в дріжджегенераторах. Вони можуть бути розміщені на одному рівні з бродильними апаратами з розмноженням дріжджів в одному-двох перших апаратах або в групі паралельно працюючих апаратів, які розміщені над бродильною батареєю. В останньому випадку ускладнюється обслуговування і регулювання дріжджегенерування, вимагається більш високе виробниче приміщення, але процес розведення дріжджів проходить безперервно, без порушень роботи дріжджової і бродильної батареї при стерилізації одного з дріжджегенераторів. Така схема більш доступна для заводів, які виробляють пресовані хлібопекарські дріжджі, де потрібна більш частіша заміна дріжджів.

Конструкція дріжджегенераторів повинна задовольняти таким основним вимогам:

1. Апарат повинен бути герметичним і мати ефективний пристрій для миття і дезинфекції.
2. В апараті повинна бути мінімальна кількість внутрішніх пристроїв, вони повинні бути простими, легкодоступними для миття і дезинфекції.
3. Повітрерозподільча система повинна бути ефективною, нескладною по будові, стійкою і надійною в роботі, з мінімальним гідравлічним опором.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

4. Живильні речовини і дріжджі повинні рівномірно розміщуватися по всьому об'єму культурального середовища.

В найбільшій мірі цим вимогам для умов спиртового виробництва відповідає конструкція дріжджегенератора, яка розроблена в Укрспиртбіопроді з пневмоциркуляційним аератором.

Апаратурно-технологічну схему зброджування меляси на спирт необхідно вибрати таку, щоб вона забезпечувала хороший масообмін між дріжджовими клітинами і зброджуючим середовищем і створювала умови для ефективної профілактичної стерилізації обладнання і трубопроводів.

Апаратурні схеми для безперервного зброджування меляси являють собою складні системи, які складаються з бродильних апаратів, послідовно з'єднаних в батарею системою трубопроводів для переміщення бражки по апаратам, а також насосів для перекачування бражки.

На мелясних спиртових заводах використовується прямотоковий і протитоковий метод стерилізації бродильної батареї. В залежності від способу стерилізації з'єднання бродильних батарей здійснюється по різному. При протитоковому методі стерилізації перший і останній апарати батареї по чергово являються головними і виконуються більш високими. З'єднання бродильних апаратів здійснюється переточними комунікаціями, які розташовані по дотичній до бродильних апаратів на різній висоті між двома сусідніми апаратами. Бродіння при цьому способі проходить циклами від першого апарату до останнього в першому циклі, і від останнього до першого в другому циклі. Стерилізація бродильної батареї починається з останнього бродильного апарату в даному циклі. Дозріла бражка з останнього бродильного апарату викачується на перегонку за допомогою насосу. Звільнений апарат миють. Дезинфікують, стерилізують, охолоджують і знову включають в роботу (він стає головним). Далі стерилізації підлягає передостанній апарат, і так далі всі апарати до першого.

При прямотоковому методі стерилізації роль головних апаратів виконує перший і другий бродильні апарати, які також виконуються більш високими.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

При цьому способі з'єднанні бродильних апаратів здійснюється переточними комунікаціями, які проходять знизу першого апарату вверх другого апарату; знизу другого апарату вверх третього, і так далі до останнього. Бродіння проходить від першого апарату до останнього. Стерилізація в цьому способі починається з першого бродильного апарату. При цьому бражка з першого бродильного апарату за допомогою спеціального стерилізаційного насосу перекачується в другий бродильний апарат. Перший апарат миють, дезинфікують, стерилізують, охолоджують і він знову стає головним у наступному циклі.

Далі стерилізують другий апарат, для цього бражку викачують в третій апарат, і так до останнього апарату.

Промивання і стерилізацію чанів проводять по чергово через кожні 60-70 год., для чого чан звільняють від бражки, яку перекачують насосом 5 в другий чан. Прямо токовий метод стерилізації має деякі недоліки, але він тривалий час застосовується на Лохвицькому спиртовому комбінаті, забезпечує високий вихід і якість хлібопекарних дріжджів, тому і передбачається даним дипломним проектом.

При зброджуванні меляси утворюється значна кількість піни, яка спричиняє порушення технологічного режиму і приводить до виробничих втрат. Піну гасять хімічним способом. В якості хімічних піногасників використовують жироподібні речовини, які здібні на поверхні рідини утворювати плівку, в результаті чого бульбашки піни лопаються. Піногасники важкорозчинні у воді і для швидкого і рівномірного розподілення по всьому об'ємі їх потрібно використовувати у виді водних емульсій. При виборі хімічних піногасників необхідно враховувати їх ціну, ефективність гасіння піни і дію на дріжджі. найбільш розповсюдженими піногасниками є соапсток і олеїнова кислота. Але при використанні соапстоку бражка забруднюється, і ускладнює виділення з неї дріжджів на сепараторах і впливає на якість пресованих хлібопекарних дріжджів. Тому краще використовувати олеїнову кислоту.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Вуглекислий газ, який виділяється при бродінні забирає з собою деяку кількість спиртових парів, для вловлювання, яких використовуються спеціальні вловлювачі різної конструкції. Принцип дії такого спиртовловлювача полягає в тому, що в ньому проходить розчинення спиртових парів у воді.

В спиртовловлювачах ковпачкового типу подачу води регулюють таким чином, щоб вміст спирту в спиртовмісній рідині, яка виходить, був 1,5-1,7% об. При підвищенні міцності спиртові пари поглинаються неповністю і значна частина виходить з газами, що відводяться.

Більш ефективний спиртовловлювач плівчасто-конденсаторного типу.

Він працює по принципу адсорбції спиртових парів тонкою плівкою води з охолодженого газу, який турбулентно рухається назустріч воді в вертикальних трубках. Кінцева адсорбція спиртових парів водою проходить на сітчастих тарілках. Цим спиртовловлювачем вловлюється практично весь спирт і водноспиртова рідина має міцність 5-7% об. Так як переваги такого спиртовловлювача дуже великі по зрівнянню з другими видами, то його і приймаємо до установки у проекті замість існуючого.

1.3 Пристрій і принцип роботи апарату[5]

Бродильні чани являють собою циліндр з конічним дном та конічною кришкою; виготовляється чан з сталі Ст. 3 товщиною 6 – 8 мм шляхом зварювання. Після того, як між собою зварили всі три частини, апарат монтується на раніше підготовлену бетону основу опорними стійками 7. В середині чана змонтований змійовик із сталевих труб діаметром 0,073 м для відведення тепла, яке виділяється при бродінні маси. Змійовик кріпиться на стійку 3, яка в свою чергу приварена до корпусу.

Маса подається через штуцер Ж, а дріжджі – через відповідний штуцер . Вуглекислота, що виділяється при бродінні, відводиться через патрубок 3.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Після бродіння зріла бражка відводиться через патрубок Д, також через цей патрубок здійснюється відведення промивної води. Для огляду і ремонту чан забезпечений люками. Промивання і стерилізацію чанів здійснюють по чергово через кожні 60 – 70 годин, для чого чан звільняють від бражки, яку перекачують в наступний апарат.

При безперервно – поточному способі бродіння на переточних трубах встановлюють дисковий затвор, за допомогою якого чан відключають від батареї для миття і дезінфекції. Конструкція затвору не передбачає застій бражки, що забезпечує стерильність процесу бродіння.

В установках безперервного бродіння основний процес зброджування цукристих речовин до 5 – 6⁰ здійснюється в головних бродильних чанах, в які подають дріжджі із розброджувача і охолоджене сушло із теплообмінника. Із головних бродильних чанів зброджуване середовище безперервно перетікає у всі послідуєчі чани бродильної батареї. Конструктивна відмінність головних апаратів і трьох послідуєчих за ними від хвостових чанів заключається в тому, що вони оснащені змійовиками для відведення теплоти, що виділяється в процесі бродіння.

Перед початком роботи необхідно перевірити відсутність в середині апарата сторонніх предметів, а також перевірити справність запобіжних і запірних пристроїв (запірна арматура на виході розсолу із змійовика повинна бути відкрита). Потрібно оглянути робоче місце, впевнитись, що підлога чиста, не слизька, підхід до апарату вільний.

В процесі експлуатації бродильного чану потрібно проводити огляд внутрішньої поверхні в межах видимості після кожного циклу роботи (огляд проводиться в м'якому і чистому взутті). Необхідно щоденно перевіряти справність дії запобіжного клапана в робочому стані шляхом примусового відкривання в процесі роботи апарата. При експлуатації запобіжний клапан повинен бути захищений від забивання робочим середовищем і дії на нього атмосферних опадів. Не рідше одного разу на місяць потрібно проводити

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

перевірку запобіжного клапана на випробувальному стенді за допомогою манометра.

При експлуатації бродильного чана не дозволяється проводити різку механічну і термічну дію на поверхню. Трубопровід для подачі повітря для звільнення танка, повинна мати автоматичний редуціруючий пристрій з манометром і запобіжним клапаном, встановленим на стороні меншого тиску після редуціруючого пристрою. В кінці кожної зміни чергувати оператор повинен внести в журнал стеження всі замічені несправності. При експлуатації бродильного чана слід чітко дотримуватись правил техніки безпеки, а саме контролювати тиск в корпусі апарата, а тиск в змішувачу. Заземлення чана проводиться у відповідності з правилами заземлення електрообладнання.

Методи та засоби контролю параметрів небезпеки:

- шпунтовий тиск перевіряється по показам манометра шпунт-апарата;

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2 ТЕНХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ І АПАРАТА

2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу[5]

Геометричні розміри чана. Корисний об'єм апарата визначаємо по формулі, в м³

$$V_{\text{д.б.}}=M/C; \quad (2.1)$$

$$V_{\text{д.б.}}=2000/2,5=800$$

де $M=2000$ дал/добу-потужність спиртового заводу

$C=2,5$ дал м/добу-вихід спирту з 1м об'єму бродильної батареї за добу

Приймаємо 10 бродильних апаратів

$$V=V_{\text{б.р.}}/10=800/10=80 \text{ м}^3 \quad (2.2)$$

Тепло, яке необхідно відвести за 1с через поверхню охолодження, визначають по формулі

$$Q = Q_1 - (Q_2 + Q_3) \quad (2.3)$$

де Q_1 – тепло, що виділяється в період інтенсивного бродіння, Вт

Q_2 – втрати тепла в навколишнє середовище стінками чана, Вт

Q_3 – втрати тепла за рахунок випарення і виноса вуглекислоти газом CO_2 і парами спирта, Вт

$$Q_1 = \frac{G_M * x * 170,5}{100} \quad (2.4)$$

Кількість суслу в апараті, в кг

$$G_M = V * \varphi * \rho_c \quad (2.5)$$

$$G_M = 80 * 0,85 * 1070 = 79126$$

де $\varphi=0,85$ – коефіцієнт заповнення апарата

$\rho_c=1070$ кг/ м³ – густина суслу

$$Q_1 = \frac{79126 * 1 * 170,5}{100} = 134910 \text{ Вт}$$

170,5 Вт – тепло, що виділяється при зброджуванні 1 кг мальтози, Вт

$x=1$ - кількість сахара, зароджуваного при інтенсивному бродінні, %

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Втрати тепла в навколишнє середовище через стінки чана

$$Q_2 = F \cdot \alpha \cdot (t_{ст} - t_{вд}), \quad (2.6)$$

де $t_{ст}$ – температура зовнішньої поверхності стінки чана; $^{\circ}\text{C}$ $t_{ст} = 27$

$t_{вд}$ – температура повітря в бродильному відділенні $^{\circ}\text{C}$ $t_{вд} = 15$

α – сумарний коефіцієнт тепловідачі $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, визначається по формулі

$$\alpha = 9,74 + 0,07 (t_{ст} - t_{вд}) \quad (2.7)$$

$$\alpha = 9,74 + 0,07 (27 - 15) = 10,68 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$Q_2 = 117 \cdot 10,68 (27 - 15) = 14995 \text{ Вт}$$

Втрати тепла за рахунок випарення

$$Q_3 = 0,06 \cdot Q_1 \quad (2.8)$$

$$Q_3 = 0,06 \cdot 134910 = 8095 \text{ Вт}$$

Тоді

$$Q = 134810 - (14995 + 8095) = 111820 \text{ Вт}$$

Приймаємо, що в період інтенсивного бродіння температура бражки рівна 29 $^{\circ}\text{C}$. Температура холодної води $t_1 = 10$ $^{\circ}\text{C}$; температура води на виході із холодильника на 8 $^{\circ}\text{C}$ менша температури бражки, $t_2 = 29 - 8 = 21$ $^{\circ}\text{C}$.

В цих умовах найбільшу і найменшу різницю температур найдемо по схемі

$$\leftarrow \frac{29 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ бражка } 29 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

$$\leftarrow \frac{21 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ вода } 10 \text{ }^{\circ}\text{C}}{\Delta t_M = 8 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta t_6 = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}} \rightarrow$$

Так, як

$$\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M} = \frac{19}{8} = 2,38 > 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

визначаємо середню різницю температур Δt по формулі

$$\Delta t = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}} = \frac{19 - 8}{2,3 \lg \frac{19}{8}} = 12,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (2.9)$$

Визначаємо кількість води W , необхідної для відводу тепла, в $\text{кг}/\text{с}$

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$W = \frac{Q}{c_B(t_2 - t_1)} = \frac{111,8}{4,19 * (21 - 10)} = 2,4 \quad (2.10)$$

C_B – теплоємність води при середній температурі $t_{cp} = \frac{t_2 + t_1}{2} = \frac{21 + 10}{2} = 15,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

t_1 і t_2 – температура води відповідно на вході в змійовик і на виході $t_1 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$; $t_2 = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Звідси об'єм води, що проходить у змійовику $\text{м}^3/\text{год}$

$$V_B = W / \rho_B = 2,4 / 999 \approx 0,0024 \quad (2.11)$$

ρ_B – густина води, при $t_B = 15,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$\rho_B = 999 \text{ кг/м}^3$$

Для охолоджуючого змійовика приймаємо труби діаметром $d_{\pi} = 76 \text{ мм}$ при товщині 3 мм, діаметр витка змійовика $D_{зм} = 3,6 \text{ м}$.

Поверхня охолодження змійовика

$$F = \frac{Q}{k * \Delta t_{cp}} \quad (2.12)$$

k – коефіцієнт теплопередачі від зброджуваної маси до охолоджуючої води, $\text{ккал}/(\text{м}^2 \text{Г} * ^\circ\text{C})$;

Δt_{cp} – середня логарифмічна різниця температур зброджуваної маси і охолоджуючої води, $^\circ\text{C}$

Коефіцієнт теплопередачі визначаємо із виразу

$$K = 1 / (1 / \alpha_1) + (\delta / \lambda_{ст}) + (1 / \alpha_2) \quad (2.13)$$

де $\delta = 0,003 \text{ м}$ - товщина стінки змійовика;

$\lambda_{ст} = 50 \text{ Вт/м}^2 * \text{К}$ - теплопровідність сталі приймаємо сталь нержавіюча IX18Н9Т

$\alpha_1 = 699 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ - коефіцієнт тепловіддачі від сулової маси до стінки охолоджуючого змійовика визначити важко, так як теплофізичні параметри середовища, необхідні для розрахунку (α_1) міняються зі зміною складу маси. Крім того, на значення (α_1) дуже впливає наявність пазирків вуглекислого газу, розміри і кількість яких не постійна.

Орієнтовне значення (α_1) приймають рівним $699 \text{ (Вт/м}^2 * \text{К)}$.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки змієвика до охолоджуючої води визначаємо по формулі

$$N_u = \alpha_2 * d_{вн} / \lambda_B = 0,023 Re^{0,8} * Pr^{0,4}$$

звідки

$$\alpha_2 = 0,023 * \lambda_B / d_{вн} * Re^{0,8} * Pr^{0,4} \quad (2.14)$$

де $\lambda_B = 0,496 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ - коефіцієнт теплопровідності води при $t_{cp} = (21+10) / 2 = 15,5 = 16 \text{ С}$.

Швидкість води в змієвику

$$V_B = v / f \quad (2.15)$$

f - площа поперечного перерізу труб змієвика, м^2

$v = 0,0024 \text{ м}^3/\text{с}$ - об'єм води, який проходить через змієвик

Всі величини підставляємо в формулу (4.20) і обчислюємо

$$V_B = 0,0024 / (0,785 * 0,07^2) = 0,62 \text{ м/с}$$

Критерії Рейнольдса при русі води в охолоджуючому змієвику

$$Re = \rho_B * d_{вн} * w_B / \mu_B * \rho \quad (2.16)$$

де $\rho_B = 999 \text{ кг/м}^3$ - густина води в змієвику

$$\mu_B = 0,00128 \text{ кгс*с/м}^2$$

$$Re = 0,62 * 0,07 * 999 / 0,00128 * 9,81 = 34748$$

Критерії Прандтля, характеризує фізичні властивості потоку визначаємо за формулою

$$Pr = 3600 * C_B * \mu_B * g / \lambda_B = 3600 * 0,00128 * 9,81 * 4,187 / 2,07 = 9,1$$

Тоді за отриманими значеннями визначаємо α

$$\alpha_2 = 0,023 * 0,496 / 0,07 * 34748^{0,8} * 9,1^{0,4} = 1692 \text{ Вт/(м}^2 \text{К)}$$

До отриманого значення α_2 заносимо поправку на кривизну теплообмінної труби змієвика за формулою

$$\alpha_2' = \alpha_2 (1 + 3,54 * d_{вн} / d_{зм}) = 1692 * (1 + 3,54 * 0,07 / 3,6) = 1809 \quad (2.17)$$

$d_{зм} = 3,6 \text{ м}$ - діаметр змієвика;

$d_{вн} = 0,07 \text{ м}$ - внутрішній діаметр труб змієвика;

$$K = 1 / (1/699) + (0,003 / 50) + (1/1809) = 489 \text{ Вт/(м}^2 \text{К)}$$

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Поверхня охолодження змійовика, в м²

$$F = \frac{111820}{489 \cdot 12,8} = 18$$

2.2 Конструктивні розрахунки[5]

Приймаємо співвідношення геометричних розмірів апарата[5]

$$H=1,8Д; h_1=0,14Д; h_2=0,1Д \quad (2.18)$$

$$V_r = \frac{\pi D^2}{4} \left(H + \frac{h_1}{3} + \frac{h_2}{3} \right) \quad (2.20)$$

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{3,14 D^2}{4} \left(1,8Д + \frac{1}{3} 0,14Д + \frac{1}{3} 0,1Д \right) = \\ &= 0,785 D^3 \left(1,8 + \frac{0,14}{3} + \frac{0,1}{3} \right) = 1,475 D^3 \\ V_r &= 1,475 D^3 \end{aligned} \quad (2.21)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_r}{1,475}} = \sqrt[3]{\frac{80}{1,475}} = 3,785 \text{ м} \quad (2.22)$$

Приймаємо $D=3,8$ м

$$H=1,8 \cdot 3,8=6,84 \text{ м}$$

$$h_1=0,14 \cdot 4,0=0,532 \text{ м}$$

$$h_2=0,1 \cdot 3,8=0,4 \text{ м}$$

Площа поверхні чана

$$F_2 = \pi D H + \frac{\pi D}{2} \left[\sqrt{h_1^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2} + \sqrt{h_2^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2} \right] + F_\phi \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 3,14 \cdot 3,8 \cdot 7,2 + \frac{3,14 \cdot 3,8}{2} \left[\sqrt{0,56^2 + \left(\frac{3,8}{2}\right)^2} + \sqrt{0,4^2 \left(\frac{3,8}{2}\right)^2} + 0,7 \right] = \\ &= 117 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

F_ϕ - площа поверхні фасонних частин в чані, м².

Довжина труби змійовика, в м

$$L = \frac{F}{\pi d_{cp}} = \frac{18}{3,14 \cdot 0,073} = 78,5 \quad (2.24)$$

де d_{cp} - середній діаметр труби змійовика приймаєм $d_{cp}=0,073$ м

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Довжину одного витка змійовика знаходимо по формулі, в м

$$l = \sqrt{(\pi D_{зм})^2 + k_{зм}^2} = \sqrt{(3,14 * 3,6)^2 + 0,35^2} = 11,3 \quad (2.25)$$

де $D_{зм}$ – діаметр витка змійовика, приймаємо $D_{зм}=3,6$ м

$k_{зм}$ – крок витка змійовика, приймаємо $k_{зм}=0,35$ м

Число витків в змійовику, в шт

$$z = \frac{L}{l} = \frac{78,5}{11,3} = 7 \quad (2.26)$$

Загальна висота змійовика, в м

$$H_{заг} = z * h_{зм} = 7 * 0,35 = 2,43 \quad (2.27)$$

2.3 Гідравлічний опір апарата[2]

Необхідну швидкість обертання вала пропелерної мішалки визначаємо за формулою (об/с).

$$n = \frac{c \Delta\rho^{0,5} \cdot \lambda^{0,5} D^x}{\rho_c^{0,5} \cdot d^y} \quad (2.28)$$

де $C = 20,6$ – коефіцієнт, який залежить від типу мішалки.

$X=0$ - показник, який залежить від типу мішалки

$Y = 1$ - показник, який залежить від типу мішалки,

згідно [6Т, табл. 2 ст. 9]

$\Delta\rho = \rho_4 - \rho_c$ різниця густин частин і середовища; кг/м^3

d_4 - діаметр, м

D і d - діаметр мішалки і діаметр апарата

$D = 3800$ мм; $d = 137$ мм

$$n = [20,6(1076 - 1000)^{0,5} 0,137^{0,5} \cdot 3,3^0] / 1076^{0,5} \cdot 0,137^1 = 15,7 \text{ с}^{-1} = 942 \text{ об.}^{-1}$$

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Необхідну потужність д робочий період визначаємо за формулою

$$N_p = K_N d^5 n^3 \rho ; \quad (2.29)$$

де K_N — коефіцієнт потужності, який залежить від величини критерії Re

$$Re = \frac{nd^2 \rho}{\mu} \quad (2.30)$$

де $\mu = 0,005 \text{ Пас}$ - коефіцієнт динамічної в'язкості
бражки

$$Re = 15,7 \cdot 0,137^2 \cdot 1076 / 0,005 = 6,34 \cdot 10^4$$

Таким чином:

Необхідну потужність електродвигуна для мішалки визначаємо за формулою (кВт)

$$N_p = \frac{N_p \cdot t_n \cdot t_H \cdot t_M \cdot t_3 \cdot t_c}{1000 \eta} \quad (2.31)$$

де $t_n = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує пусковий момент

$$t_H = \left(\frac{H}{L}\right)^{0,5} = \left(\frac{7,25}{4,8}\right)^{0,5} = 1,23 \quad (2.32)$$

t_1 - коефіцієнт, який враховує висоту стовпа рідини

$t_3 = 1,1$ - коефіцієнт, який враховує наявність гільзи

$t_M = 1,1$ - коефіцієнт, який враховує витків

$\eta = 0,85$ - к.п.д. привода

$t_c = 2$ - коефіцієнт, який враховує наявність змійовика

Тоді

$$N_p = \frac{896,9 \cdot 1,3 \cdot 1,23 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 2}{1000 \cdot 0,85} = 3,017 \text{ кВт}$$

Приймаємо до установки електродвигун А52-6, потужністю 4,5 кВт з частотою обертання 950 об/хв.

2.4 Вибір допоміжного обладнання[5]

Дріжджанка має циліндричну форму з конічним дном та плоскою кришкою ?в якій передбачений люк, обладнаний мішалкою з приводом від двигуна - редуктора, який встановлений на кришці Робоча частина апарата має змієвики, які використовуються для подачі пари та холодної води.

Об'єм дріжджанки складає 10-12% від об'єму бродильних апаратів, що заповнюються в одну зміну:

$$V_{др} = V_{ф} \cdot 1,12 = 104,0,112 = 11,6 \text{ м}^3 \quad (2.33)$$

По цьому об'єму приймаємо стандартну дріжджанку.

Технічна характеристика дріжджанки

Об'єм, м ³	
повний	16
робочий	11
Внутрішній діаметр, мм,	2400
Висота циліндричної частини корпусу, мм;	3200
По дна поверхня дріжджанки	33,6
внутрішня по ПОСТ 9931-69, м ²	
Робоча поверхня теплообмінника, м ²	27
Необхідна площа поверхні ости	26,3

охолодження, м ²	
Допустимий тиск пари при стерилізації маси, МПа;	0,25
Витрата пари на стерилізацію (розширений), кг;	720
Витрата охолодженої води при початковій температурі 10 °С, м ³ /год;	14,14
Діаметр переміщувального пристрою по МН 587Н-66, м;	2,0
Частота обертання мішалки, об/с;	0,66
Потужність приводного двигуна мішалки, кВт;	5,9
Двигун-редуктор привода, тип	
Електродвигун привода	МП102-15ВК
тип	32,1-7,5А5
потужність двигуна А02-51-4	
кВт	5
частота обертання, од/хв.;	1450
Габарити, мм	
довжина, ширина	3208
висота	5846
[5, с. 176]	

Збірник засівних дріжджів. Об'єм збірника засівних дріжджів становить 20% від об'єму дріжджанки.

$$V_{\text{зб.з. др.}} = V_{\text{бр}} \cdot 0,2$$

$$V_{\text{зб.з. др.}} = 10,78 \cdot 0,2 = 2,2 \text{ м}^3$$

(2.34)

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ХІ.Б.00.00.00 ПЗ

До установки приймається стандартний збірник засівних дріжджів:

Технічна характеристика

Об'єм, м ³	
повний	3,2
робочий	2,4
Внутрішній діаметр, мм;	1400
Висота циліндричної частини корпуса, мм;	1265
Необхідна площа поверхності охолодження м ³ ;	8,7
Площа поверхні теплообміна фактична м ³ ;	8,7
Допустимий тиск пари при стерилізації в апараті МПа;	0,196
Маса заливного сусла, кг;	2360
Витрата пари на стерилізацію сусла від 30 °С до 85 °С, кг	123,0
Витрата води на охолодження сусла від 2,83 85 °С до 30 °С при початковій температурі води 10 °С, м ³ /год;	
Маса, кг	
без наповнення	2395
наповненого	4795
Кількість - 1 шт.	
[5, с. 174]	

Мірник сірчаної кислоти. Призначений для підкислення сировини в бродильному відділенні спиртового заводу Має циліндрично-конічну форму і оснащений плоскою кришкою. Конус закріплюється на трьох стінках на спеціальну підлогу, призначений для збору кислоти на випадок її витоків,

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

виготовлений із нержавіючої сталі, мірник розраховують на добову потребу кислоти, яка необхідна для підкислення сусла в дріжджанках та збірнику засівних дріжджів, від початкової кислотності 0,2 град, до кислотності 0,8 град для зернового сусла.

Кількість сірчаної кислоти, необхідної для підкислення дріжджового сусла розраховують за формулою

$$K = \frac{(a-b) \cdot V \cdot 2.45 \cdot 10^{-3}}{C} \quad (235)$$

де a - кінцева кислотність сусла, град,

b - початкова кислотність дріжджового сусла, град,

V - об'єм сусла, яке потрібно підкислити, дм^3 ;

C - вміст H_2SO_4 в 1 дм^3 кислоти, яка витрачається на підкислення, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$2,45 \times 10^{-3}$ - коефіцієнт переведу градуса кислотності в кг сірчаної кислоти

Величину C знаходять по спеціальним таблицям, знаючи відносну густина сірчаної кислоти.

$$(C = 1,831 \text{ кг}/\text{дм}^3)$$

Об'єм сусла, яке підкислюється складає

$$V_c = 1,1 \cdot 3 + 2,4 = 35,4 \text{ м}^3 = 35400 \text{ дм}^3$$

Підкислення проводять сірчаною кислотою відносної густини 1,83

Тоді

$$V_c = \frac{35400 \cdot (0,8 - 0,2) \cdot 0,00245}{1,831} = 28,42 \text{ дм}^3 \quad (236)$$

Приймається стандартний мірник сірчаної кислоти.

Технічна характеристика мірника

Загальний об'єм, м^3	0,625
Робочий об'єм, м^3	0,5
Діаметр, мм	400
Висота циліндричної частини, мм	500
Маса без продукта, кг	95

[5с 123]

Насос дріжджевий Насос призначений для передачі дріжджів із дріжджанки в збірник засівних дріжджів. Приймаємо, що насос викачує 10% дріжджів із дріжджанки за 10 хвилин, тоді продуктивність насоса повинна бути

$$Q_H = \frac{10,78 \cdot 0,10 \cdot 60}{10} = 6,5 \quad \text{м}^3 / \text{год} \quad (237)$$

Приймається до установки відцентровий насос марки СМ 80-50-200/4

Технічна характеристика насоса марки - СМ 80-50-200/4

Продуктивність, м³/год 10-36

Напір, м вод. ст. 13,5-11

Потужність електродвигуна, кВт 4,0

[5,с. 157]

Необхідна кількість - 2 штуки (один резервний).

Спиртовловлювач бродильного відділення призначений для вловлювання парів спирту із газів бродіння. До установки приймається спиртовловлювач пливчасто-конденсаторного типу конструкції Г.М. Тарарикова

Він являє собою циліндричну ємкість з кришкою і днищем. Корпус складається із царг, які з'єднані фланцями. В нижній частині із царг знаходяться патрубки для введення діоксиду вуглецю і патрубок для відводу водно-спиртової суміші із апарату. В міжтрубний простір царг підводиться холодна вода, для конденсації парів.

Діаметр спиртовловлювача і об'єм газу розраховується по наступних формулах

$$V_{\Gamma} = \frac{G_{CO_2}}{\rho} \quad (238)$$

де G_{CO_2} - маса діоксиду вуглецю, кг/год; згідно заводських даних $G_{CO_2} = 818,66$ кг/год,

ρ - густина діоксиду вуглецю при температурі 26 °С, $\rho = 1,81$

кг/м³.

$$V_2 = \frac{818,66}{1,81} = 452,3 \quad \text{м}^3 / \text{год} \quad (239)$$

$$D = \sqrt{\frac{4V_{\Gamma}}{3600 \cdot \pi \cdot w}}$$

					XI.B.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

де D - діаметр спиртовловлювача, м;

V_r - кількість діоксиду вуглецю, який виділяється при бродінні, м/год,

w - допустима швидкість газу в вільному перерізі ловушки, м/с (приймаємо W - 0,9 м/с).

В бродильному відділенні до установки приймається спиртовловлювач з діаметром

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 452,3}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,9}} = \sqrt{0,18} = 0,5 \text{ м}$$

Необхідна кількість - 1 шт.

Збірник водно-спиртової рідини Збірник водно - спиртової рідини призначений для збору водно-спиртової рідини після спиртовловлювача. Згідно заводських даних витрата води на спиртовловлювач за добу складає - 2,56 м³.

Кількість спирту, що випаровується при бродінні складає 0,8% від потужності заводу, яка становить 1600 дал за добу. Тоді кількість спирту, що вловлюється за добу складає

$$V = (1600 \cdot 0,8 / 100) = 12,8 \text{ дал} = 0,128 \text{ м}^3$$

Всього за добу водно-спиртової рідини буде

$$2,56 + 0,128 = 2,69 \text{ м}^3$$

Найбільш зручно для обліку збірник водно-спиртової рідини приймати на змінний запас, тобто на 8 годин. При коефіцієнті заповнення

$$\varphi = 0,85$$

$$V_{зд} = (2,69 \cdot 12) / (24 \cdot 0,8) = 1,7 \text{ м}^3 \quad (2.40)$$

Збірник являє собою ємкість прямокутного перерізу.

Об'єм його розраховується по формулі:

$$V = b \cdot l \cdot h \quad (2.41)$$

де b - ширина збірника, м

l - довжина збірника, м

h - висота збірника, м

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Приймаємо наступні співвідношення

$$l = \frac{3}{2}b; \quad h = \frac{2}{3}b. \quad (2.42)$$

Тоді

$$V = \frac{2}{3}b \cdot \frac{3}{2}b \cdot b = b^3 \quad \text{Звідси}$$

$$b = \sqrt[3]{V}$$

$$b = \sqrt[3]{1,7} = 1,2 \text{ м}$$

$$h = \frac{2}{3} \cdot 1,2 = 0,8 \text{ м}$$

$$l = \frac{3}{2} \cdot 1,2 = 1,8 \text{ м}$$

(2.43)

Насос бражний Насос призначений для передачі зрілої бражки на перегонку. Згідно заводських даних на перекачування поступає $11,75 \text{ м}^3$ дозрілої бражки за годину.

Приймається до установки відцентровий насос марки СМ 80-50-200/4.

Технічна характеристика насоса марки СМ 80-50-200/4

Продуктивність, Н/год 10-36

Напір, м^3 вод ст. 13,5-11

Потужність електродвигуна, кВт 4,0

[5, с. 157]

Необхідна кількість - 2 штуки (один резервний).

3 РОЗРАХУНОК АПАРАТА НА МІЦНІСТЬ

3.1 Розрахунок товщини стінки і кришки[2]

Визначаємо товщину стінки найбільш напруженої нижньої царги апарату по формулі, що і для апарату працюючого під тиском [2 ст. 150]

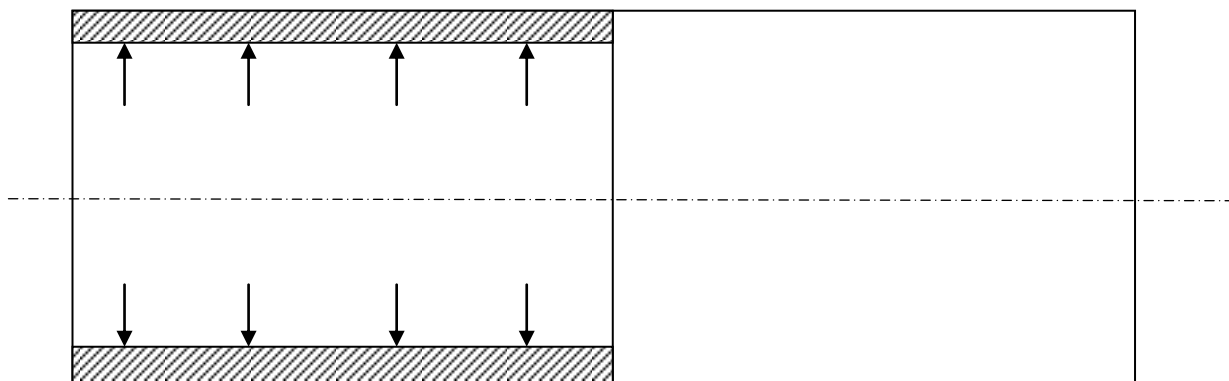


Рис. 3.1. Розрахункова схема

Необхідну розрахункову товщину циліндричної стінки визначаємо за формулою:

$$S_p = \max \left\{ \begin{array}{l} P_p \cdot D_{вн} / 24[\sigma] - P_p \\ p_B \cdot D_{вн} / 24[\sigma] - p_B \end{array} \right. \quad (3.1)$$

де $P_p = 0,245$ – робочий тиск;

$$p_B = 1,5P_p = 1,5 \cdot 0,245 = 0,3675 \text{ МПа}$$

$$S_p = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,245 \cdot 3,8}{2 \cdot 1 \cdot 140 - 0,245} \\ \frac{0,3675 \cdot 3,8}{2 \cdot 1 \cdot 140 - 0,3675} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,00339 \\ 0,00332 \end{array} \right\} = 0,00339 \text{ м}$$

Допустима товщина стінки циліндричного корпусу

$$S_B = \max(S_p; S_p^B)$$

Тоді:

$$S_B = \max(S_p; S_p^B) + c$$

де: $c = c_1 + c_2 + c_3$, мм

$c_1 = 1$ мм – добавка на корозію;

$c_2 = 0,8$ мм – добавка на мінусовий допуск при виготовленні;

$c_3 = 0,2 \cdot S_p = 0,2 \cdot 0,0034 = 0,00068$ мм - технологічна добавка;

Таким чином,

$$S_B = 0,00339 + 0,001 + 0,0008 + 0,00068 = 0,00587 \text{ м}$$

Приймаємо товщину стінки корпусу 6 мм.

Тоді допустимий внутрішній тиск визначаємо за формулою:

$$[P_D] = \frac{2[\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - c_1)}{D + (S - c_1)} \quad (3.2)$$

де $c_1 = 0,001$ м – добавки на корозію.

$$[P_D] = \frac{2 \cdot 140 \cdot 1 \cdot (6 - 1)}{3800 + (6 - 1)} = 0,442 \text{ МПа}$$

$$[P_D] = 0,442 \text{ МПа} > P_B$$

Перевіряємо умови використання формул

$$0,002 \leq \frac{S - c_1}{D} \leq 0,1$$

$$0,002 \leq \frac{6 - 1}{3800} = 0,0013 \leq 0,1$$

Умови використання формул виконуються.

Розрахункову товщину еліптичної кришки визначаємо за формулою:

$$S_p = \max \left\{ \frac{P_p R}{2[\sigma] \varphi - 0,5 P_p}, \frac{P_B R}{2[\sigma] \varphi - 0,5 P_B} \right\} = \max \left\{ \frac{0,02 \cdot 3,8}{2 \cdot 140 \cdot 0,9 - 0,5 \cdot 0,02}, \frac{0,03 \cdot 3,8}{2 \cdot 140 \cdot 0,9 - 0,5 \cdot 0,03} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 0,0003 \\ 0,0004 \end{matrix} \right\} = 0,0004 \text{ м} \quad (3.3)$$

$$S_B = S_p + c_1 + c_2 + c_3, \text{ м}$$

де $c_3 = 0,2 \cdot 0,0004 = 0,00008$ мм

$$S_B = 0,0004 + 0,001 + 0,001 + 0,0008 = 0,00332 \text{ м}$$

Приймаємо товщини стінок кришки 3 мм.

При цьому допустимий внутрішній тиск визначаємо за формулою:

$$P_{\text{доп}} \leq \frac{2[\sigma](S - c_1) \cdot \varphi}{R + 0,5(S - c_1)}; \quad (3.4)$$

де $R=D=4,2$ – для еліптичних днищ.

$$P_{\text{доп}} = \frac{2 \cdot 140 \cdot (0,003 - 0,001) \cdot \varphi}{3,8 + 0,5(0,003 - 0,001)} = 0,147 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується, так як:

$$P_{\text{доп}} \geq P_{\text{в}}$$
$$0,147 \geq 0,03$$

Визначаємо товщину стінки конічного днища [2 ст. 150]

Визначаємо кут нахилу утворюючого днища до вертикалі

$$\cos \alpha = \frac{h_1}{l_1} = \frac{0,33}{2,4} = 0,279; \alpha = 74^\circ \quad (3.5)$$

де h_1 - висота днища, $h_1 = 0,67$ [2 ст. 150]

l_1 - довжина твірної днища .

$$\delta_{\text{ц}} = \frac{p D_{\text{вн}}}{230 \varphi_{\text{зон}} - p} + C_{\text{ц}} = \frac{0,64 \cdot 3300}{230 \cdot 0,9 - 0,64} + 3 = 13,2 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Розрахунковий тиск

$$p' = 0,001 \rho_{\text{м}} H_{\text{ж}} = 0,001 \cdot 1,076 \cdot 6,7 = 0,7 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.7)$$

де $\rho_{\text{м}}$ - густина зброжуваної маси

$$\rho_{\text{м}} = 1,076 \text{ г/см}^2 \quad [2 \text{ ст. 150}]$$

$H_{\text{ж}}$ - висота шару рідини в апараті

$C_{\text{и}}$ - приймаємо 3 мм [2 ст. 150]

Визначаємо висоту стовпа води в апараті при гідравлічному випробовуванні (при повному його заповненні водою) [2 ст. 150]

$$H_{\text{ж}}' = h_1 + H_{\text{ц}} + h_2 = 0,46 + 5,94 + 0,3 = 6,37 \text{ м} \quad (3.8)$$

Визначаємо тиск який створюється стовпом води

$$P_{\text{и}} = 0,1 \cdot 6,37 = 0,637 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.9)$$

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Розрахунок апарата на механічну міцність проводиться по більшому із одержаних значень тиску

$$P = P_u = 0,637 \text{ кгс/см}^2$$

Приймаємо товщину нижньої царги 15 мм.

Товщину верхньої частини апарата приймаємо 5 мм.

Визначаємо товщину стінки конічного днища [2 ст. 150]

$$\delta_{\text{дн}} = \frac{\rho D_{\text{вн}} Y}{\sigma_{\text{дн}} \varphi} + C_{\text{дн}} = \frac{0,637 \cdot 3300 \cdot 8,2}{200 \cdot 7,6 \cdot 0,9} + 3,5 = 15,1 \text{ мм} \quad (3.10)$$

де Y - фактор форми днища; його величина залежить від кута нахилу утворюючої конуса днища до вершини а та відношення $R_{\phi}/D_{\text{вн}}$ (R_{ϕ} - радіус закруглення переходу

утворюючої відбортованого днища в вертикальну стінку;

$D_{\text{вн}}$ - внутрішній діаметр циліндричної частини апарату.

$D_{\text{вн}} = 3800$ мм [2 ст 150]

$C_{\text{дн}} = 3,5$ мм (для конічного днища) [2 ст.150]

Визначаємо кут нахилу утворюючого днища до вертикалі

$$\cos \alpha = \frac{h_1}{l_1} = \frac{0,33}{2,4} = 0,279; \alpha = 74^\circ \quad (3.11)$$

де h_1 - висота днища, $h_1 = 0,67$ [2 ст. 150]

l_1 - довжина твірної днища .

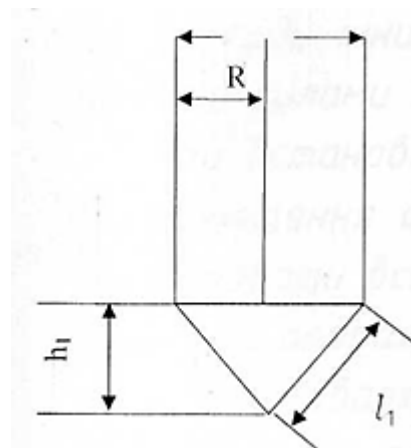


Рис. 3.2 Конструкція апарата

Для не відсортованого днища приймаємо [2 ст. 154]

$$R_6/D_{вн} = 0,01 \quad (3.12)$$

По графіку визначаємо значення γ при $R_6/D_{вн} = 0,01$
 $\alpha = 74^\circ, \gamma = 8,3$

Із міркувань забезпечення міцності від гідростатичного тиску рідини, товщину днища приймаємо $\delta_{дн} = 16\text{мм.}$

3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання[2]

Внутрішній діаметр патрубку $D=600$ мм;

Товщина обичайки $\delta=10$ мм;

Внутрішній тиск $P_p = 1,25$ Мпа;

Температура $T= 35^\circ\text{C}$;

Матеріал фланця - сталь 09Г2С;

Фланці неізолювані, приварні встик, мають поверхню ущільнювача типу «виступ-западина». Коефіцієнт міцності зварних швів $\phi=1$.

Конструктивні розміри фланця. Товщину втулки прийнято

Матеріал болтів - сталь 35.

Товщина фланця $S_0 = 12$ мм, що задовольняє умови: $S < S_0 < 1.3 \times S$ мм. $S - S_0 < 5$ мм,

$$10 < 12 < 1.3 \times 10 \text{ мм}, \quad 12 - 10 < 5 \text{ мм},$$

Товщина втулки S_1 рівна:

$$S_1 = \beta_1 \times S_0 \text{ мм} \quad (3.13)$$

де $\beta_1 = 2.2$ при $D/S_0 = 600/12 = 50$

$$S_1 = 2,2 \times 12 = 26,4 \text{ (мм)}.$$

Висота втулки:

1

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$h_B \geq - \times (S_1 - S_0) \text{ (мм)}, \quad (3.14)$$

$$h_B \geq - \times (26,4 - 12) = 43,2 \text{ (мм)},$$

Приймаємо $h_B = 45 \text{ мм}$

Еквівалентна товщина втулки фланця:

$$S_{\text{эк}} = S_0 \left[1 + \frac{h_B (\beta - 1)}{h_B + 0.25 \times (\beta - 1) \times D \times S_0} \right] \text{ мм}, \quad (3.15)$$

$$S_{\text{эк}} = 14 \times \left[1 + \frac{45 (2,2 - 1)}{45 + 0.25 \times (2,2 + 1) \times 600 \times 12} \right] = 21,42 \text{ мм.}$$

Діаметр болтового кола

$$D_6 \geq D + 2 \times (S_1 + d_6 + и) \text{ мм}, \quad (3.16)$$

где $и = 6 \text{ мм}$; $d_6 = 20 \text{ мм}$ при $P_p = 1,25 \text{ МПа}$ и $D = 600 \text{ мм}$

$$D_6 \geq 600 + 2 \times (26,4 + 20 + 6) = 704,8 \text{ мм},$$

Приймаємо $D_6 = 720 \text{ мм.}$

Зовнішній діаметр фланця:

$$D_H \geq D_6 + a \text{ мм}, \quad (3.17)$$

де $a = 40 \text{ мм}$; для шестигранних гайок M20

$$D_H \geq 720 + 40 = 760 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр прокладки:

$$D_{H.п} = D_6 - e \text{ мм}, \quad (3.18)$$

де $e = 30 \text{ мм}$, для плоских прокладок при $d_6 = 20 \text{ мм}$

$$D_{H.п} = 720 - 20 = 700$$

Середній діаметр прокладки

$$D_{с.п} = D_{H.п} - b \quad (3.19)$$

де $b = 20 \text{ мм}$, - ширина плоскої неметалічної прокладки для діаметра апарата $D = 1000 \text{ мм}$,

$$D_{с.п} = 700 - 20 = 680 \text{ мм.}$$

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Кількість болтів:

$$n_b \geq \frac{\pi \times D_b}{t_{ш}} \text{ шт.} \quad (3.12)$$

де $t_{ш}=2.7d_b=2.7 \times 20=54$ мм - крок розміщення болтів при $P_p=1.25$ МПа.

$$n_b \geq \frac{3.14 \times 720}{54} = 41.9 \text{ шт, приймаємо } n_b = 44, \text{ кратне чотирьом.}$$

Висота (товщина) фланця:

$$h_{\phi} \geq \lambda_{\phi} \times D \times S_{эк} \text{ мм,} \quad (3.13)$$

где $\lambda_{\phi} = 0.36$ —для $P_p = 1.25$ МПа и приварних встик фланців.

$$h_{\phi} \geq 0.36 \times 600 \times 21.42 = 40.8 \text{ мм, приймаємо } h_{\phi} = 42 \text{ мм.}$$

Відстань між опорними поверхнями гайок для фланцевого з'єднання з ущільненою поверхнею типу «шпилька-паз»

(орієнтовно)

$$l_{б.о} \sim 2(h_{\phi} + h_n) \text{ мм,} \quad (3.14)$$

де $h_n = 2$ мм - висота (товщина) стандартної прокладки.

$$l_{б.о} \sim 2(42 + 2) = 88 \text{ мм}$$

Навантаження, що діють на фланець. Рівнодіюча внутрішнього тиску:

$$F_d = P_p \times \pi \times D_{с.п}^2 / 4 \text{ МН,} \quad (3.15)$$

$$F_d = 1.25 \times 3.14 \times 0.680^2 / 4 = 0.45 \text{ МН.}$$

Реакція прокладки:

$$R_n = \pi \times D_{с.п} \times b_0 \times k_{пр} P_p \text{ МН,} \quad (3.16)$$

де $k_{пр} = 2.5$ - для пароніму

$b_0 = 0.12 \times \delta = 0.12 \times 20 \times 10^{-3} = 16.9 \times 10^{-3}$ м - ефективна ширина прокладки,

$$R_n = 3.14 \times 0.680 \times 16.9 \times 10^{-3} \times 2.5 \times 1.25 = 0.113 \text{ МН.}$$

Зусилля, що виникає від температурних деформацій приймаємо рівним нулю, оскільки перепад температур в середині апарата і зовні незначний. Визначимо

U_b, U_n, U_{ϕ} - податливості, відповідно болтів прокладки, фланців:

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$y_{\delta} = \frac{l_{\delta}}{E_{\delta} \times f_{\delta} \times n_{\delta}} \text{ м/МН}, \quad (3.17)$$

де $l_{\delta} = l_{\delta,0} + 0,28 \times d_{\delta} = 8802,8 \times 20 = 93,6 \text{ мм}$ – розрахункова довжина болта,

$$y_{\delta} = \frac{93,6 \times 10^{-3}}{19 \times 10^5 \times 10,9 \times 10^4 \times 44} = 8,49 \times 10^{-6} \text{ м/МН}$$

$$y_{\pi} = \frac{h_{\pi}}{E_{\pi} \times \pi \times D_{c,\pi} \times b} \text{ м/МН} \quad (3.18)$$

де $E_{\pi} = 2000 \text{ МПа}$ — для прокладки із пароніму

$$y_{\pi} = \frac{2 \times 10^{-3}}{2000 \times 3,14 \times 0,68 \times 0,02} = 14,7 \times 10^{-6} \text{ м/МН};$$

$$y_{\phi} = \frac{[1 - \nu (1 + 0,9 \times \lambda_{\phi}')] \times \psi_2}{h_{\phi} \times E} \text{ м/МН} \quad (3.19)$$

$$\text{де } \lambda_{\phi}' = \frac{0,042}{D \times S_{\text{эк}}} = \frac{0,042}{0,6 \times 21,42 \times 10^{-3}} = 0,376,$$

$$\psi_2 = \frac{(D_{\text{н}} + D)}{(D_{\text{н}} - D)} = \frac{(670 + 600)}{(670 - 600)} = 18,14, \quad (3.21)$$

$$\nu = \frac{1}{1 + 0,9 \times \lambda_{\phi}' (1 + (\psi_1 \times h_{\phi}^2 / S_{\text{эк}}^2))} \quad (3.22)$$

$$\text{де } \psi_1 = 1,28 \times \lg \frac{D_{\text{н}}}{D} = 1,28 \times \lg \frac{0,67}{0,6} = 0,087 \quad (3.23)$$

$$v = \frac{1}{1 + 0.9 \times 0.376 (1 + ((0.087 \times 0.042^2) / 0.02142^2))} = 0.745.$$

$E = 2 \times 10^5$ МПа - для фланця із сталі 09Г2С,

$$y_{\phi} = [1 - 0.745(1 + 0.9 \times 0.376)] \times 12.76 / (0.042^3 \times 210^5) = 1.109 \times 10^{-3} \text{ м/МН},$$

Коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання

$$k_{\text{ж}} = \frac{y_{\phi} + 0.5 \times y_{\phi} \times (D_{\phi} - D - S_{\text{жк}}) \times (D_{\phi} - D_{\text{с.п}})}{y_{\text{п}} + y_{\phi} + 0.5 \times y_{\phi} \times (D_{\phi} - D_{\text{с.п}})^2} \quad (3.24)$$

$$8.49 \times 10^{-6} + 0.5 \times 1.109 \times 10^{-3} (0.72 - 0.6 -$$

$$k_{\text{ж}} = \frac{14.7 \times 10^{-6} + 8.49 \times 10^{-6} + 0.5 \times 1.109 \times 0.02142 \times (0.72 - 0.68)}{0.02142 \times (0.72 - 0.68)^2} =$$

$$= \frac{14.7 \times 10^{-6} + 8.49 \times 10^{-6} + 0.5 \times 1.109 \times 0.02142 \times (0.72 - 0.68)}{0.02142 \times (0.72 - 0.68)^2} = 0.468$$

Болтова нагрузка в умовах монтажу до подачі внутрішнього тиску:

$$F_{\text{б1}} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_{\text{ж}} \times F_{\text{д}} + R_{\text{п}} \\ 0.5 \times D_{\text{с.п}} \times b_0 \times p_{\text{пр}} \end{array} \right\} \text{ МН}, \quad (3.25)$$

де $p_{\text{пр}} = 20$ МПа для паронітової прокладки

$$0.468 \times 0.45 \times 0.113 = 0.32$$

$$F_{\text{б1}} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.32 \\ 0.5 \times 0.68 \times 16.9 \times 10^{-3} \times 20 = 0.11 \end{array} \right\} = 0.32 \text{ МН}.$$

Болтове навантаження в робочих умовах:

$$F_{\text{б2}} = F_{\text{б1}} + (1 - k_{\text{ж}}) \times F_{\text{д}} + F_{\text{т}} \text{ МН}, \quad (3.31)$$

$$F_{\text{б2}} = 0.32 + (1 - 0.468) \times 0.45 + 0 = 0.56 \text{ МН. Приведений вигинаючий момент}$$

$$0.5 \times (D_{\phi} - D_{\text{с.п}}) \times F_{\text{б1}}$$

$$M_0 = \max \left\{ \right.$$

$$0.5 \times [(D_{\phi} - D_{\text{с.п}}) \times F_{\text{б2}} + (D_{\text{с.п}} - D - S_{\text{жк}}) \times F_{\text{д}}] \times [\sigma]_{20} / [\sigma]$$

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

де $[\sigma]_{20} = 170$ МПа, $[\sigma] = 146$ МПа – відповідно для матеріала фланця при 20°C і при 35°C

$$0.5 \times (0.72 - 0.68) \times 0.32 = 0,0064$$

$$M_0 = \max \left\{ \begin{array}{l} 170 \\ 0.5 \times [(0.72 - 0.68) \times 0.56 + (0.68 - 0.6 - 0.02142) \times 0.45] \times \frac{170}{146} \end{array} \right. = 0.100$$

$$= 0.100 \text{ МН} \times \text{м.}$$

Перевірка міцності і герметичності з'єднання. Умови міцності болтів

$$\frac{F_{61}}{n_6 \times f_6} < [\sigma]_{620} \text{ МПа,} \quad (3.26)$$

$$\frac{F_6}{n_6 \times f_6} < [\sigma]_6 \text{ МПа} \quad (3.27)$$

де $[\sigma]_{620} = 130$ МПа, $[\sigma]_6 = 113,5$ МПа - відповідно для матеріалу при 20°C і при 35°C .

$$\frac{0.32}{44 \times 10.9 \times 10^{-4}} = 6.67 < 130 \text{ МПа,}$$

$$\frac{0.56}{44 \times 10.9 \times 10^{-4}} = 11.7 \text{ МПа,}$$

Умову виконано.

Умова міцності неметалічної прокладки із пароніту

$$\frac{F_{\text{бmax}}}{\pi \times D_{\text{с.п}} \times b} < [p_{\text{пр}}] \quad (3.28)$$

де $[p_{\text{пр}}] = 130$ МПа - для прокладки із пароніту

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{\text{бmax}} = \max\{F_{61}; F_{62}\} = \max\{0.32; 0.56\} = 0.56 \text{ МН}, \quad (3.29)$$

$$\frac{0.56}{3.14 \times 0.68 \times 0.02} = 13.1 < 130 \text{ МПа},$$

Умову виконано.

Максимальна напруга в перетині фланця, обмеженого розміром

S_1 :

$$\sigma_1 = \frac{T_{\phi} \times M_{0v}}{D \times (S_1 - C)^2} \text{ МПа}, \quad (3.30)$$

$$\text{где } T_{\phi} = \frac{D_H^2 [1 + 8.55 \lg(D_H/D)] - D^2}{(1.05 \times D^2 + 1.945 \times D_H^2) \times (D_H/D - 1)} \text{ МПа}, \quad (3.31)$$

$$\frac{0.76^2 [1 + 8.55 \lg(0.76/0.6)] - 0.6^2}{(1.05 \times 0.6^2 + 1.945 \times 0.76^2) \times (0.76/0.6 - 1)}$$

$$T_{\phi} = \frac{1.849 \times 0.100 \times 0.745}{(1.05 \times 0.6^2 + 1.945 \times 0.76^2) \times (0.76/0.6 - 1)} = 1.849 \text{ МПа},$$

$$\sigma_1 = \frac{1.849 \times 0.100 \times 0.745}{0.6 \times (0.0264 - 0.0038)^2} = 117.8 \text{ МПа}$$

Максимальна напруга в перетині, обмеженому розміром S_0

$$\sigma_0 = F_{\phi} \times \sigma_1 \text{ МПа}, \quad (3.32)$$

де $F_{\phi} = 1.25$

$$\sigma_0 = 1.25 \times 117.8 = 147.2 \text{ МПа}.$$

Окружна напруга в кільці:

$$\sigma_k = \frac{M_0 \times [1 - \nu \times (1 + 0.9 \times \lambda_{\phi})] \times \psi_2}{D \times h_{\phi}^2} \text{ МПа}$$

Умова міцності неметалічної прокладки із пароніту

$$F_{\text{бmax}} = \frac{F_{\text{бmax}}}{\pi \times D_{\text{с.п}} \times b} < [p_{\text{пр}}] \quad (3.33)$$

де $[p_{\text{пр}}] = 130$ МПа - для прокладки із пароніту

$$F_{\text{бmax}} = \max\{F_{\text{б1}}; F_{\text{б2}}\} = \max\{0.32; 0.56\} = 0.56 \text{ МН}, \quad (3.34)$$

$$\frac{0.56}{3.14 \times 0.68 \times 0.02} = 13.1 < 130 \text{ МПа},$$

Умову виконано.

Максимальна напруга в перетині фланця, обмеженого розміром

S_1 :

$$\sigma_1 = \frac{T_{\phi} \times M_0 v}{D \times (S_1 - C)^2} \text{ МПа}, \quad (3.35)$$

$$\text{где } T_{\phi} = \frac{D_{\text{н}}^2 [1 + 8.55 \lg(D_{\text{н}}/D)] - D^2}{(1.05 \times D^2 + 1.945 \times D_{\text{н}}^2) \times (D_{\text{н}}/D - 1)} \text{ МПа}, \quad (3.36)$$

$$T_{\phi} = \frac{0.76^2 [1 + 8.55 \lg(0.76/0.6)] - 0.6^2}{(1.05 \times 0.6^2 + 1.945 \times 0.76^2) \times (0.76/0.6 - 1)} = 1.849 \text{ МПа},$$

$$\sigma_1 = \frac{1.849 \times 0.100 \times 0.745}{0.6 \times (0.0264 - 0.0038)^2} = 117.8 \text{ МПа}$$

Максимальна напруга в перетині, обмеженому розміром S_0

$$\sigma_0 = F_{\phi} \times \sigma_1 \text{ МПа}, \quad (3.37)$$

де $F_{\phi} = 1.25$

$$\sigma_0 = 1.25 \times 117.8 = 147.2 \text{ МПа}.$$

Окружна напруга в кільці:

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$\sigma_k = \frac{M_0 \times [1 - \nu \times (1 + 0.9 \times \lambda_\phi)] \times \psi_2}{D \times h_\phi^2} \text{ МПа}$$

$$\sigma_k = \frac{0.1 \times [1 - 0.745 \times (1 + 0.9 \times 0.376)] \times 12.76}{0.6 \times 0.042^2} \quad (3.39)$$

=1.22 МПа.

Напряга в втулці від внутрішнього тиску:

тангенціальне

$$\sigma_t = \frac{P_p \times D}{2 \times (S_0 - C)} \text{ МПа,}$$

$$1.25 \times 1$$

$$\sigma_t = \frac{1.25 \times 1}{2 \times (0.012 - 0.0038)} = 78.43 \text{ МПа.}$$

меридіальне

$$\sigma_m = \frac{P_p \times D}{4 \times (S_0 - C)} \text{ МПа,}$$

$$1.25 \times 1$$

$$\sigma_m = \frac{1.25 \times 1}{4 \times (0.012 - 0.0038)} = 39.22 \text{ МПа.} \quad (3.41)$$

Умова міцності для перетину фланця, обмеженого розміром $S_1 = 26.4$ мм:

$$\sigma_1^2 + \sigma_k^2 + \sigma_1 \times \sigma_k < [\sigma]_1 \text{ МПа} \quad (3.42)$$

де $[\sigma]_1 = \sigma_t = 220$ МПа — допустима напруга, рівна межі текучості сталі 09Г2С при температурі 35°C

$$117.8^2 + 1.22^2 - 117.8 \times 1.22 = 117.2 < [\sigma]_1 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

Умова міцності для перетину, обмеженого розміром $S_0 = 14$ мм:

$$(\sigma_0 + \sigma_m)^2 + \sigma_t^2 - (\sigma_0 + \sigma_m) \times \sigma_t < \varphi \times [\sigma]_0 \text{ МПа} \quad (3.43)$$

де $[\sigma]_0 = 0.002E = 0.002 \times 2 \times 10^5 = 400 \text{ МПа}$ — для фланця із сталі 09Г2С в перетині S_0 ,

$$(147.2 + 39.22)^2 + 78.43^2 - (147.2 + 39.22) \times 78.43 = 162.1 < 1 \times 400 \text{ МПа},$$

Умова виконується.

Умова герметичності.

$$Q = \frac{\sigma_k}{E} \times \frac{D}{h_\phi} < [Q] \text{ рад} \quad (3.44)$$

де $[Q] = 0.009 \text{ рад}$ – допустимий кут повороту приварного в стик фланця при $D < 2000 \text{ мм}$,

$$Q = \frac{1.22}{2 \times 10^2} \times \frac{1}{0.055} = 0.000111 < 0.009 \text{ рад}$$

Умова виконана.

					<i>ХІ.Б.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

3.3 Розрахунок опори апарата [2]

Розрахунок ваги апарата

Розраховуємо масу циліндричної частини апарата (в кг)

$$G_{\text{ц}} = \pi D H \delta \rho = 3,14 \cdot 3,8 \cdot 3 \cdot 0,003 \cdot 7700 = 914 \quad (3.45)$$

де $D = 3,8$ м – діаметр циліндричної частини апарата

$H = 3$ м висота циліндричної частини апарата

$\delta = 0,003$ м – товщина стінки

$\rho = 7700$ кг/м³ – густина нержавіючої сталі

Розрахунок маси конічної частини апарата (в кг)

$$G_{\text{к}} = \left[\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H (R_1^2 + R_1 r_1 + r_1^2) \right] - \left[\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H (R_2^2 + R_2 r_2 + r_2^2) \right] \rho =$$
$$\left[\frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 1,33 \cdot (2,103^2 + 2,103 \cdot 0,254 + 0,254^2) \right] - \left[\frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 1,33 \cdot (2,1^2 + \right.$$
$$\left. 2,1 \cdot 0,25 + 0,25^2) \right] \cdot 7700 = 539 \quad (3.46)$$

де $R_1 = 2,103$ м; $r_1 = 0,254$ м – зовнішні радіуси конуса

$R_2 = 2,1$ м $r_2 = 0,25$ м – внутрішні радіуси конуса

$H = 1,33$ м – висота конуса

$\rho = 7700$ кг/м³ – густина сталі

Розраховуємо кількість води, що знаходиться в апараті при гідравлічному випробуванні (в кг)

$$G_{\text{в}} = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{в}} = 37,7 \cdot 1000 = 37700 \quad (3.47)$$

$\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³ – густина води

Розрахунок сферичної частини апарат (кг)

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$G_c = \left[\pi \cdot H^2 \left(R_1 - \frac{H}{3} \right) \right] - \left[\pi \cdot H^2 \left(R_2 \frac{H}{3} \right) \right] \cdot \rho \left[3,14 \cdot 0,803^2 \cdot \left(4,0055 - 0,8033 - 3,14 \cdot 0,77524 - 0,7753 \cdot 7700 \right) = 4179 \right] \quad (3.48)$$

Тоді загальна маса апарата буде становити (кг)

$$G = G_{\text{ц}} + G_{\text{к}} + G_{\text{в}} + G_c = 914 + 539 + 37700 + 4179 = 44332 \quad (3.49)$$

Розраховуємо масу, що припадає на 1 з 6-ти опор апарата (в кг)

$$G_1 = G/n = 44332/6 = 11083 \quad (3.50)$$

Розрахунок опор апарата

Знаходимо критичну силу стиснення з формули

$$P = P_{\text{кр}}/[n_y] \quad (3.51)$$

Тоді

$$P_{\text{кр}} = \frac{P}{8} \cdot [n_y] \quad (3.57)$$

де $n_y = 2,5$ – коефіцієнт запасу стійкості

P - зжимаюча сила (Н)

Визначаємо зжимаючу силу (Н)

$$P = G \cdot 9,8 = 44332 \cdot 9,8 = 434453,6 \quad (3.58)$$

Знайдені величини підставляємо у формулу 3.10 і обчислюємо

$$P_{\text{кр}} = \frac{434453,6}{8} \cdot [2,5] = 135766,75 \text{ Н}$$

Визначаємо момент інерції з формули Ейлера

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$P_{кр} = \pi^2 E I_{\min}/(\mu l)^2 \quad (3.59)$$

Тоді

$$I_{\min} = \frac{P_{кр} \cdot (\mu \cdot l)^2}{\pi^2 \cdot E} = \frac{135766,75 \cdot (0,7 \cdot 2,258 \cdot 10^3)^2}{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^6} = 0,17 \quad (3.60)$$

де $\mu = 0,7$ – коефіцієнт, який залежить від кріплення опор до апарату

$l = 2,258 \cdot 10^3$ м – довжина опори

$E = 2 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності для матеріалу опори (сталь)

Визначаємо діаметр опори з формули (в м)

$$I_{\min} = I = \pi/64 (D^4 - d^4) \quad (3.70)$$

Так, як співвідношення діаметрів циліндричних тіл дорівнює

$$\alpha = d_{\text{вн}}/D_{\text{зов}} = 0,5$$

Тоді формула матиме такий вигляд

$$I_{\min} = I = \pi/64 (D^4 - 0,5D^4) \quad (3.71)$$

Тоді

$$\pi/64 \cdot 0,5 \cdot D^4 = I \quad (3.72)$$

Звідси зовнішній діаметр опори буде дорівнювати (в м)

$$D = \sqrt[4]{\frac{I}{\frac{\pi}{64} \cdot 0,5}} = \sqrt[4]{\frac{0,17}{\frac{3,14}{64} \cdot 0,5}} = 0,143 \quad (3.73)$$

Приймаємо опори із зовнішнім діаметром $D = 150$ мм

Внутрішній діаметр опори дорівнюватиме (в м)

$$d_{\text{вн}} = D_{\text{зов}} \cdot \alpha = 0,15 \cdot 0,5 = 0,075 \quad (3.74)$$

Розраховуємо площу поперечного перерізу стійки (в м²)

$$F = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,15^2 - 0,075^2)}{4} = 0,013 \quad (3.75)$$

4 МОНТАЖ ТА РЕМОНТ

4.1 Монтаж розробленого апарата

Монтажні роботи слід виконувати у відповідності до технічних вимог, проектної робочої документації - креслень КМ, КМД; проектно-технологічної документації - проектів організації будівництва (ПОБ); проектів виконання робіт з монтажу металевих конструкцій (ПВР), до складу яких можуть додатково входити технологічні карти (схеми) на види робіт. Дані про виконання будівельно-монтажних робіт в процесі їх виконання заносяться до журналів робіт за формами довідкових додатків А, Б, В, Г, Д ДБН А.3.1-5:

- а) з монтажу будівельних конструкцій;
- б) зварювальних робіт;
- в) антикорозійного захисту зварних з'єднань;
- г) замонолічування монтажних стиків і вузлів;
- д) виконання монтажних з'єднань на болтах з контрольованим натягом, а також фіксуються фактичні положення змонтованих конструкцій на геодезичних виконавчих схемах.

Бродильний апарат на завод надходить в напівзібраному вигляді, кінцеве збирання і випробування проводиться на місці силами заводу.

При встановленні апарата спочатку розмічають майбутнє розміщення опор. Для зручності обслуговування бродильні апарати встановлюються на висоті 1-1,2 метри від підлоги на опорах із бетону чи сталевих трубах.

Спочатку монтують корпус чана, який поступає на підприємство у вигляді циліндричної частини. Сферична кришка та конічне днище поступають у вигляді двох половин, які при монтажу зварюються з обох боків одночасно: з середини циліндра і ззовні.

Нижній патрубок з'єднується з розподільчим пристроєм. Для контролю за температурою бражки в процесі його приготування на агрегаті виготовлено

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

дистанційні термометри. Датчик термометра розташовано в нижній частині апарату.

Після зварювання корпусу, його піднімають до рівня опорних лап та встановлюють на опорне кільце.

Вертикальність перевіряють рівнями, які укладаються на корпус.

Після установки корпусу апарату на опорне кільце, встановлюють трубу «СП», яка розташована під кришкою апарату та має на кінці спеціальний розсікач.

Установка поверхонь охолодження зводиться до таких операцій: до підготовки і підйому вантажопідйомних механізмів, підготовки та підйому поверхонь нагріву до місця встановлення, установки поверхонь нагріву на місце. Останньою монтують верхню частину апарату, а саме конічну кришку з вентиляційною системою. Кришку приварюють до верхньої частини апарату.

В якості вантажопідйомних механізмів використовують талі або лебідки, котрі працюють через поліспасти. Монтаж обладнання і трубопроводів виконується у відповідності зі СНІП 3.05.-84. «Технологічне обладнання і технологічні трубопроводи». Монтаж обладнання проводиться після влаштування чистої підлоги.

При проведенні зварювання сталевих трубопроводів керуватися вимогами ГОСТ 16037-80. На трубопроводах у місцях їх проходження над проїздом, проходами не повинно бути роз'ємних сполучень та запірної арматури. При прокладенні трубопроводів крізь будівельні конструкції та інші перешкоди повинні вживатися заходи, які б виключали можливості передачі додаткових навантажень на труби (встановлення гільз, тощо).

Для транспортування сировини і пива використовують труби із сталі марки 08Х22Н6Т, для транспортування миючих засобів, СО₂ і повітря – труби із нержавіючої сталі марки 08х17Т безшовні, холодної тепло деформованої.

Для виготовлення опірних конструкцій технологічних трубопроводів використовують сталь Ст3.

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Після монтажу виконують гідравлічне випробування. Для цього на всіх відкритих патрубках встановлюють заглушки. Залишають тільки отвори наповнення апарата водою та отвори для випуску повітря.

Гідравлічне випробування бродильних апаратів, як правило, проводять одночасно на міцність і герметичність при позитивній температурі навколишнього повітря, зазвичай не нижче 5 ° С.

Процес гідравлічного випробування складається з наступних операцій:

- Заповнення апарату водою, при цьому клапани тримають відкритими;
- Огляд апарату при заповненні водою з метою виявлення течії через тріщини і нещільності у з'єднаннях;
- Спуск води і усунення виявлених дефектів;
- Вторинне заповнення апарата водою і поступовий підйом тиску до робочого, передбаченого робочою документацією і повторний огляд;
- Підйом тиску до випробувального та витримка при цьому тиску протягом 20 хв (випробування на міцність);
- Зниження тиску до робочого і остаточний огляд апарату з легким обстукуванням зварних швів на відстані 15 ... 20мм по обидва боки шва молотком масою не більше 1,5 кг (випробування на герметичність).

Апарат вважається витримали гідравлічне випробування на міцність і герметичність, якщо під час випробувань не відбулося падіння тиску по манометру та не виявлено течії в зварних швах, фланцевих з'єднаннях, на корпусах і сальниках арматури, деталей трубопроводів, немає ознак розривів і видимих залишкових деформацій.

При гідравлічному випробуванні бродильного чану не повинно бути течії у з'єднаннях апарату, дефектні місця виділяють, потім ліквідувають.

Закінчивши всі роботи по монтажу апарата, а також приєднавши його до водяної та холодильної системи, приступають до його пуску.

На монтажну площадку ми доставляємо дріжджегенератор в повністю зібраному стані. Монтаж апаратів цеха чистих культур, розміщених як правило на міжповерхневих перекриттях заключається в встановленні їх на фундамент

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

в відповідності з вимогами п.234 СНіП -Г 10-66, з послідовними підєднаннями технологічних трубопроводів і випробуваннями їх на міцність. Перед тим, як здійснювати монтаж дріжджегенераторів треба вивчити технічну документацію. Виявити місце між перекриттями де буде встановлюватись дріжджегенератор і зробити отвори на які він буде кріпитись. В процесі монтажу проводиться його вивірка по осьовим лініям. При необхідності під опорні лапи підкладаються металеві пластини. По закінченню вивірки, апарати закріплюють болтовими зєднаннями. Після цього приступають до підєднання трубопроводів і встановлення трубопроводної арматури і контрольно вимірвальних приладів згідно монтажної схеми.

Перед здачею апарата в експлуатацію проводиться гідравлічне випробування з метою перевірки на щільність і міцність всіх зєднань.

4.2 Ремонт апарата

В ході експлуатації чана можливе виникнення слїдуючих неполадок: розгерметизація корпусу апарату (в циліндричній частині, шви днища і кришки); утворення нальоту на поверхнях охолодження. При огляді проводиться промивка і пропарка апарата, огляд зовнішньої та внутрішньої поверхні апарата на відсутність протікання, раковин, перевірка стану змійовика на відсутність протікання та міцність кріплення, справність дії апаратури (вентилів водяної системи і випускних парових).

При поточному ремонті проводять очистку внутрішньої поверхні від накипу ремонт люків, заміну прокладок, часткова заміна труб змійовика (10%) підварювання швів, змащування корпусу.

При середньому ремонті виконуються операції поточного ремонту і при тому проводиться заміна листів корпусу апарату (до 60% маси металу), розрахований на капітальний ремонт.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

При капітальному ремонті виконуються всі операції середнього ремонту і крім того підлягають заміні листи корпусу (до 20%) від маси металоконструкції] внутрішні труби (до W%).

Для усунення цих неполадок необхідно проводити ремонт вузлів та деталей чана. При розгерметизації корпусу (тріщини, прориви, розриви зварних з'єднань) необхідно заварити місця розгерметизації. При експлуатації апарата виникають поломки трубопроводів, найчастіше це тріщини, розриви зварного шва, та згини. Якщо в трубі виникла тріщина або розрив зварного шва, то ділянку від'єднують від системи та ліквідують нещільність зварюванням. А також такі дефекти ліквідують заміною пошкодженої ділянки або заміною труби повністю.

В процесі експлуатації запірної арматури виникають слідуючі поломки які досить негативно впливають на технологічний процес і можуть призвести до втрати продукту та сировини. Найчастіше це бувають такі дефекти як: порушення щільності сальникових ущільнювачів – усунення такого дефекту є заміна сальника на новий; корозія сідла вентиля – усунення даного дефекту є заміна корпусу вентиля; та несправність штока – усунення цього дефекту є заміна штока.

У фланцевих з'єднаннях виникає протікання із-за спрацювання прокладок ;може забитись змійовик ; на поверхні корпусу апарата в результаті корозії з'являються тріщини, що порушує герметичність апарата.

При утворенні течі у фланцевих з'єднаннях та необхідності в зв'язку з цим проводиться заміна гумових прокладок. Прокладочні матеріали підбирають аналогічними тим, що були встановлені раніше.

При забиванні змієвика, їх прочищають подаванням в них води під тиском.

Після проведення ремонту апарат перевіряють на щільність шляхом проведення гідравлічного випробування.

В містах з'єднання труб протікання видаляють підтягуванням фланців, муфт або заміною ущільнювача.

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

При ремонті арматури проводять :

- очистку внутрішніх поверхонь, сальникових коробок і фланців від накипу, пригорання і бруду;
- притирку і при необхідності заміну ущільнюючих поверхонь, клапанів і сідел;
- заміну сальникових ущільнювачів.

Для очистки деталі опускають на 5-8 год. в ванну з 10%розчином соляної кислоти, потім їх промивають чистою водою, чистять металевою щіткою і протирають насухо.

Притирку клапанів і пробок до їх гнізд проводять:

- а) безпосередньо притиркою робочих поверхонь однієї до другої;
- б) роздільною притиркою клапанів на плитках-притирках і сідел на спеціальних притирках з обов'язковою перевіркою і додатковою в парі.

Для притирки ущільнюючої арматури рекомендується користуватися пастами ГОИ та шліфувальними порошками. В якості мастильних засобів при притирці використовують керосин.

Сальникове ущільнення закладають в невеликих вентилях спіралевидно, в більш крупних в вигляді окремих кілець. Між кільцями насипають шар (3-5 мм) графітного порошку.

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною загальної системи керування підприємством. Управління охороною праці передбачає участь у цьому процесі майже всіх служб та підрозділів підприємства. Об'єктом управління є діяльність структурних підрозділів, яка спрямована на створення здорових і безпечних умов праці.

СУОП включає службу охорони праці та керівництво підприємства і керується в своїй діяльності законодавством України про охорону праці, міжгалузевими і галузевими нормативними актами з охорони праці і положенням про службу охорони праці.

Основними функціями управління охороною праці, що розробляє і втілює служба охорони праці є:

- розробка змісту та методики проведення інструктажу з питань охорони праці;
- участь у роботі комісії з питань охорони праці підприємства, допомога в опрацюванні необхідних матеріалів та реалізації її рекомендацій;
- участь у комісіях по введенню в дію цехів, дільниць, нового устаткування або після капітального ремонту;
- забезпечення працюючих колективними та індивідуальними засобами захисту від шкідливих та небезпечних чинників виробництва, лікувально-профілактичним харчуванням, надання передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних із важкими і шкідливими умовами праці;
- контроль за дотриманням вимог трудового законодавства, щодо використання праці неповнолітніх, інвалідів та жінок, проходженням попередніх, періодичних, щорічних обов'язкових медичних оглядів працівниками підприємства;
- контроль за відповідністю нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

процесів, засобів протиаварійного колективного та індивідуального захисту працюючих, наявністю технологічної документації на робочих місцях.

Для виконання вище перелічених функцій служба охорони праці повинна мати відповідну інформаційну базу, засоби зв'язку, сучасну оргтехніку, комп'ютерне забезпечення.

Крім того, служба охорони праці повинна мати засоби впливу на виробничу діяльність підприємства, що передбачається Положенням про службу охорони праці.

Бродильне відділення ізольоване від інших приміщень і обладнане загальнообмінною припливно - витяжною вентиляцією.

Бродильні апарати герметизовані і обладнані вакуум-преривниками, спирто-уловлювачами.

Відбір CO₂ у бродильних апаратах відбувається згідно ГОСТу 12.1005.76 і СНиП 11-33-75 на трубопроводі, що відводить CO₂ в загальний колектор.

Бродильні апарати мають верхній і нижній люки і обладнані пристроєм для механічного миття.

Зберігання хлорного вапна і тари в дріжджевому відділенні забороняється, а всі роботи по дезінфекції здійснюються по строгій відповідності з інструкціями.

Чищення, внутрішній огляд, миття та ремонт дріжджегенераторів здійснюється за наступними вимогами:

а) Перед початком робіт працівники повинні бути проінструктовані пор правила та засоби безпечного проведення робіт та ін.

б) для проведення робіт у середині ємкості призначається бригада з трьох чоловік. Перебування у ємкості дозволяється як правило, одній людині, інші страхують працюючого.

в) Працювати у середині ємкості можна лише при температурі в ній, не більше 30 С. Виконувати внутрішні роботи при температурі 50 С і вище не допускається.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

г) Роботи в середині проводяться лише в денний час.

д) До проведення робіт електро прилади і обладнання бродильного апарата повинно бути в непрацюючому стані.

Бродильне, лагерне та фільтраційне відділення повинні мати телефонний зв'язок та сигналізацію (звукову або світлову) зі суміжними за технологічним процесом відділеннями та поміж себе.

Зброджування сула здійснюється у закритих посудинах, які запобігають потраплянню диоксиду вуглецю у повітря робочої зони. Видалення повітря, яке відсмоктується з цих приміщень повинно здійснюватись з нижньої зони (біля підлоги) згідно з вимогам БНіП. Забір диоксиду вуглецю повинен здійснюватись через стаціонарні трубопроводи, обладнанні зворотніми клапанами. Введення та знімання дріжджів повинно бути механізовано. Проведення технологічного процесу повинно здійснюватися за наявності на устаткуванні манометрів та запобіжних пристроїв, що виключають можливість перевищення робочого тиску чи утворення Головну небезпеку для якості пива являє поява в ньому сторонніх мікроорганізмів, тому основною вимогою санітарної обробки обладнання є повне знищення мікроорганізмів, а також створення умов, які запобігають їх життєдіяльності.

Поверхню апарата під час механізованого миття і дезінфекції обробляють за допомогою миючих головок. Миючі головки складаються з мінімальної кількості деталей, легко піддаються очищенню, вони надійні в роботі. При проведенні санітарної обробки обслуговуючий персонал повинен застосовувати засоби індивідуального захисту, передбачені нормами.

Згідно класифікації приміщень по вибухонебезпеці відділення належать до наступних категорій:

- відділення бродіння - категорія «Д», клас «сире» згідно ПУЕ;
- відділення чистої культури дріжджів – категорія «Д»; клас «нормальне» згідно ПУЕ;
- відділення приготування мийних та дезінфікуючих розчинів – категорія «Д», клас «вологе» згідно ПУЕ.

Під час бродіння сусла утворюється значна кількість діоксида вуглецю, який відводиться із відділення. Тому, окрім робочої вентиляції передбачається ще і аварійна вентиляція. Аварійна вентиляція блокується за допомогою газосигналізаторів, які обов'язково встановлюються в цих приміщеннях. Під час бродіння сусла вентиляція повинна працювати постійно. Пускова апаратура вентиляційних установок розміщується біля входу в бродильне відділення У цеху повинно бути не менше двох виходів.

Вхід у відділення осіб, не пов'язаних з роботою категорично забороняється.

У відділенні , що проектується, доречно провести розрахунок штучного освітлення. Даний розрахунок проводиться методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Розміри проектного приміщення: довжина – 30м, ширина- 30м, висота – 6м.

При загальному штучному освітленні в цеху розливу напоїв згідно СНІП П-4-79 номінальна освітленість для ламп розжарювання становить 150 лк. Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{ст} = 70\%$, а коефіцієнт відбиття стін $\rho = 50\%$. Висота підвіски світильників 3,0 м. Напруга в мережі 220 В.

Розрахунок

1.Індекс приміщення визначається за формулою

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (5.1)$$

де А і В – довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвіски світильників, м;

Визначаємо індекс приміщення за формулою 7.1

$$i = \frac{30 \cdot 30}{3,0 \cdot (30 + 30)} = \frac{900}{180} = 5$$

При $i=5$; $\rho_{ст} = 70\%$; $\rho = 50\%$, згідно табл..7. приймається коефіцієнт використання світлового потоку $\eta_{св} = 0,52$

Для ламп люмінесцентних приймається $z=1,1$; $k=1,5$;

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Для досягнення найбільшої рівномірності освітлення приймається співвідношення

$$\frac{L}{H_p} = 1,4$$

Отже відстань між центрами світильників становитиме

$$L = 1,4 * 3,0 = 4,2$$

Необхідна кількість ламп визначається за формулою

$$n = \frac{S}{L^2}, \quad (5.2)$$

де S – площа приміщення, m^2 .

Визначаємо необхідну кількість ламп за формулою 7.2

$$n = \frac{900}{17,64} = 51 \text{ шт.}$$

При розміщення ламп в 6 рядів кількість світильників становитиме $51/6 = 9$ шт

Загальна кількість світильників у відділенні при рядовому розміщенні становитиме 54шт.

Світловий потік однієї лампи (Φ) визначається за формулою

$$\Phi = \frac{E_n * K * S * Z}{n * \pi}, \quad (5.3)$$

де E_n – номінальна освітленість, лк;

K – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт мінімального освітлення.

Визначаємо світловий потік лампи за формулою 7.3

$$\Phi = \frac{150 * 1,5 * 900 * 1,1}{0,52 * 54} = 7932,7 \text{ лм}$$

Згідно таблиці 4 довідникової літератури, приймається лампа типу ЛБ 80-4 зі світловим потоком 8200 лм.

Інструкція з охорони праці при обслуговуванні бродильного апарату

1. Вимоги безпеки перед початком роботи
- надягнуть передбачений нормами спецодяг;

- ознайомтеся із зауваженнями та пропозиціями попередньої зміни щодо виникнення технічного стану устаткування по записах у змінному журналі;

- увімкніть припливно-витяжну вентиляцію;

- перевірте наявність і справність зв'язку із взаємопов'язаними за технологічним процесом виробничими дільницями;

- огляньте площадки обслуговування, сходи. Підлога має бути неслизька, проходи до устаткування вільні;

Візуально огляньте циліндро-конічний бродильний апарат і перевірте:

- стан теплоізоляції устаткування;

- герметичність підвідної апаратури;

- наявність, справність та надійність кріплення манометрів та інших контрольно-вимірювальних приладів.

Манометри не допускаються до застосування у таких випадках:

- якщо прострочений термін їх перевірки;

- відсутня пломба або клеймо;

- є розбите скло або інші пошкодження, що можуть позначитися на вірності його показів.

2. Вимоги безпеки під час роботи

- перед заповненням апарату переконайтеся у відсутності всередині нього сторонніх предметів і людей;

- заповнення об'єму апарату проводиться до встановленої місткості;

- постійно слідкуйте за показами манометрів; не допускайте підвищення тиску вище дозволеного робочого, позначеного червоною рисою або стрілкою;

- слідкуйте за правильним веденням технологічного процесу в апараті згідно інструкцій;

- слідкуйте за веденням процесу доброджування сусла;

- при необхідності виконання робіт всередині апарату дотримуйтеся вимог інструкції для оброблювачів технологічних ємкостей.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

3. Вимоги після закінчення роботи
- упорядкуйте устаткування, приберіть робоче місце;
 - приберіть пристосування у відведене для них місце;
 - повідомте наступну зміну про всі недоліки та несправності, що мали місце під час роботи;ї
 - зробіть необхідний запис в журналі прийому здачі зміни.

					<i>ХІ.Б.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

ВИСНОВКИ

В даному курсовому проекті спроектований і розрахований циліндро – конічний бродильний апарат для ферментації сусла у виробництві пива.

Приведені розрахунки, що підтверджують доцільність прийнятих технічних і конструкторських рішень.

При проектуванні прийнята раціональна конструкція апарата, в тому числі раціонально сконструйована поверхня теплообміну.

Матеріал, з якого виготовлений апарат, є корозійностійким до спиртової бражки, що дозволяє уникнути витрат на відповідні ремонтні роботи.

Технологічними та конструктивними розрахунками підтверджено працездатність апарата та установки в цілому.

Результатом проекту є апарат для зброджування мелясного сусла в складі бродильної установки для отримання етилового спирту.

					ХІ.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1.Технологія спирту /В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, В.М.Швець, П.С. Циганков, І.Д. Жолнер// Під ред. проф. В.О. Маринчека. – Вінниця: Поділля-2000, 2003. – 496 с.

2. Процеси і апарати харчових виробництв.Курсове проектування:Навчальний посібник /За ред. проф.МалежикІ.Ф. - К.: НУХТ. - 1974, 360с.

3. Кретов И.Т. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. - М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984, 248 с.

5. Халаим А.Ф., Панченко И.Н. Оборудование предприятий спиртовой и лиерно – водочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность. 1976, 293 с.

6. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. — Л.: Химия, 1981.— 560 с.

7. Регламент производства спирта из мелассы, Ч. II. Брагоректификации. — Киев: УкрНИИСП, 1973. — 202 с.

8. Справочник по производству спирта (сырье, технология и контроль).— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981—336 с.

9. Лацинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник . – Л.: Машиностроение, 1981-382с.

10. О.Г.Лунин, В.Н.Вельтешев. Теплообменные аппараты пищевых производств. Москва ВО"Агропромиздат"1987.

11.Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець та ін.// К.: Основа, 2000. – 416 с.

12 .Фарамазов В.Н. Ремонт и монтаж химического и нефтеперерабатывающего оборудования: -М.: Химия, 1985.-246с.

					XI.Б.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62