

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

«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)

« » 2022 р.

« » 2022 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 спиртової колонни продуктивністю 7000 дал/добу

Виконав: здобувач 5 курсу, групи 4ск

Кудренко Максим Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: доц. Доломакін Юрій Юрійович

(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

(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 – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *Навч.-науковий інженерно-технічний інст. ім. акад. І.С. Гулого*

Кафедра *Машини і апарати 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

проф. Гавва О.М.

“ ___ ” _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кудренко Максим Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація спиртової колонни продуктивністю 7000 дал/добу*

керівник роботи *Доломакін Юрій Юрійович, доцент, к.т.н.*

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

затверджені наказом закл. вищої освіти від “01” листопа 2021 року № 859-кв

2. Строк подання здобувачем роботи *01 лютого 2022 р.*

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *анотація, зміст; вступ; техніко-економічне обґрунтування; технологічна частина; Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання. Правила експлуатації; розрахункова частина; ремонт і монтаж обладнання; охорона праці; технологія машинобудування; висновки; список використаної літератури, специфікації*

5. Перелік графічного матеріалу

- апаратурна схема (1 аркуш); загальний вигляд колонни (1 аркуш); царга (1 аркуш); тарілка (1 аркуш); креслення технологічного процесу виготовлення деталі (1 аркуш)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія</i>			
<i>машинобудування</i>			

7. Дата видачі завдання 03 листопада 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Анотація, зміст</i>		
	<i>Вступ</i>		
	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>		
	<i>Технологічна частина</i>		
	<i>Опис існуючих конструкцій та</i>		
	<i>запроектованого обладнання. Правила</i>		
	<i>експлуатації</i>		
	<i>Розрахункова частина</i>		
	<i>Ремонт і монтаж обладнання</i>		
	<i>Охорона праці</i>		
	<i>Технологія машинобудування</i>		
	<i>Висновки</i>		
	<i>Список використаної літератури</i>		
	<i>Специфікації</i>		
	<i>Графічна частина; 5 аркушів формату А1</i>		
	<i>Подача роботи на кафедру</i>		

Здобувач

(підпис)

Кудренко М.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

доц. Доломакін Ю.Ю.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В даному дипломному проекті виконано модернізацію спиртової колони за рахунок збільшення концентраційної частини царг згідно із дипломним завданням.

За рахунок збільшення числа тарілок концентраційної частини спиртової колони нам дозволяє економити до 10 % гріючої пари. Завдяки встановленню додаткових царг завод одержує можливість випускати постійно ректифікований харчовий спирт «люкс».

Модернізація спиртової колони підтверджена економічними розрахунками.

Пояснювальна записка викладена на 73 сторінках, кількість креслень складає 5 штук формату А1.

Ключові слова: спирт, колонна, царга, тарілка, ректифікація

SUMMARY

In this diploma project the modernization of the alcohol column was performed by increasing the concentration part of the tsar in accordance with the diploma task.

By increasing the number of plates of the concentration part of the alcohol column allows us to save up to 10% of heating steam. Thanks to the installation of additional tsars, the plant gets the opportunity to produce constantly rectified food alcohol "luxury".

Modernization of the alcohol column is confirmed by economic calculations.

The explanatory note is set out on 73 sheets, the number of drawings is 5 pieces of A1 format.

Key words: alcohol, column, tsarga, plate, rectification

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Техніко-економічне обґрунтування.....	8
2. Технологічна частина.....	10
3. Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання.	
Правила експлуатації.....	14
4. Розрахункова частина.....	21
4.1. Технологічний розрахунок.....	21
4.2. Тепловий розрахунок.....	22
4.3. Конструктивний розрахунок.....	30
4.4. Механічний розрахунок.....	33
5. Ремонт і монтаж обладнання.....	37
6. Охорона праці.....	40
7. Технологія машинобудування.....	51
8. Економічні розрахунки.....	57
Висновки.....	69
Список використаної літератури.....	70
Специфікації.....	72

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцдренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

ВСТУП

Харчова промисловість України – одна з найбільших та найважливіших галузей промисловості. Вона об'єднує понад 22 тисячі підприємств, на яких торік працювало більше мільйона чоловік. До складу харчової промисловості входять харчосмакова, молочна, м'ясна, рибна, борошномельно-круп'яна та комбікормова галузі. Харчосмакова ж галузь об'єднує цукрову, олійножирову, хлібопекарську, виноробну, пиво безалкогольну, лікєро-горілчану, спиртову, кондитерську, макаронну, плодовоовочево – консервну, крохмале-патокову, дріжджову, соляну, парфумерно-косметичну, чайну, харчоконцентратну, тютюнову та деякі інші підгалузі. Отже, від розвитку харчової промисловості, стабільності функціонування залежить стан економіки, розвиток внутрішнього і зовнішнього ринків, добробут населення та безпека держави.

За даними Міністерства аграрної політики України, питома вага харчової і переробної промисловості в загальному обсязі реалізованої продукції в Україні за минулий рік становила майже 15%. Від харчових підприємств країни до бюджетів усіх рівнів надійшло близько 100,5 млрд. грн. податків і обов'язкових платежів.

Для збільшення обсягів виробництва, піднесення якості продукції та успішної реалізації її на ринку, виробники покликані постійно підвищувати ефективність зберігання і переробки продовольчої сировини, розширювати асортимент товарів, застосовувати новітні технології й обладнання. Зважаючи на це, особлива роль у створенні інновацій належить науково-дослідним установам.

Спиртове та лікєро-горілчане виробництво в Україні – одна з важливих галузей харчової промисловості, від якої значною мірою залежить надходження коштів до Державного бюджету.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцдренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

В країні створено потужну виробничо-технічну базу з виробництва спирту, що налічує 80 спиртових заводів загальною потужністю понад 68 млн. дал спирту на рік. У 2019 – 2020 роках Україна посідала 4 місце в світі з випуску спирту після Бразилії, США та Росії. Основні напрямки використання спирту – виробництво горілки (60%), виноробної (15%) та іншої (25%) продукції.

Нині практично всі українські виробники спирту об'єднані в державний концерн «Укрспирт», до якого входять 8 обласних державних об'єднань спиртової та лікєро-горілкової промисловості. У підпорядкуванні концерну – 113 підприємств із державною формою власності й 23 асоційованих члени з різними формами власності. Виробничі потужності цих підприємств за останні роки використовуються лише на 40%, а то й менше.

Ємкість алкогольного ринку України спеціалісти оцінюють у 32-33 млн. дал горілки та міцних лікєро-горілчаних напоїв на рік (до 4млрд. грн. у роздрібних цінах).

2020 року цієї продукції було випущено 22,7 млн. дал, у тому числі слабо градусних напоїв міцністю до 8,5% - 8,3 млн. дал.

Однією з найголовніших операцій при виробництві спирту є його перегонка на браго ректифікаційних установках (БРУ). Саме від типу БРУ залежить міцність і якість спирту. Найпоширенішими є трьохколонні установки, які включають в себе бражну, епюраційну та ректифікаційну колони. Але основним недоліком таких колон є великі паливо енергетичні затрати. Для ліквідації цього недоліку були розроблені БРУ, які працюють під тиском, а для підвищення якості продукції (спирту) була розроблена і впроваджена розгінна колона.

В даному дипломному проекті розроблено ректифікаційна колона з ковпачковими тарілками, яка входить до складу браго ректифікаційної установки не прямої дії.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

На спиртзаводах в наш час вважається економічно доцільним проектувати бргоректифікаційні установки (БРУ), на яких ректифікований спирт отримують безпосередньо із бражки, вони замінюють дію сирцевих апаратів і апаратів ректифікації. БРУ дозволяють економити значну кількість теплоти на перегонку і ректифікацію. БРУ діляться на три основні типи: прямої, не прямої та напівпрямої дії. Бражна, епіюраційна і ректифікаційна колони являються основними елементами кожної з них. Враховуючи порівняно високі експлуатаційні властивості (легкість управління і регулювання, стабільність режиму) і забезпечення виробітку спирту високої якості. БРУ не прямої дії прийнято вважати, як типові. Перед тим, як на підприємстві встановити, якусь, із БРУ слід їх порівняти та врахувати всі їхні основні переваги та недоліки.

Тож основні переваги:

БРУ прямої дії:

- низькі затрати пари і води у порівнянні з іншими установками БРУ

напівпрямої дії:

- забезпечує більш високий вихід спирту.

БРУ не прямої дії:

- забезпечує найбільш високий вихід високоякісного спирту;

- проста і зручна в управлінні;

- допускає форсування з перевищенням паспортної продуктивності на 30-40%.

Основні недоліки:

БРУ прямої дії:

- обмежена можливість форсування;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцідренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

- понижений вихід основного продукту в порівнянні з іншими БРУ;
- при форсованій роботі і перегонці мелясної бражки можливе забруднення спирту бражкою.

БРУ напівпрямої дії:

- обмежена можливість форсування із-за небезпеки перекиду бражки і піни в епюраційну колону;
- витрати пари і води такі ж, як і в установках не прямої дії.

БРУ не прямої дії:

- високі витрати пари і води на ректифікацію.

Таким чином, взявши до уваги порівняння трьох основних типів БРУ, очевидно, що брагоректифікаційна установка не прямої дії має чималу перевагу над іншими, до того ж якщо спиртзавод великої продуктивності (6 тис. дал на добу спирту вищої очистки і більше) і він працює на мелясній сировині.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Зріла бражка відцентровим насосом подається в бражний підігрівач (поз.2), в якому підігрівається до температури 80-90 °С теплом конденсованих спирто-водних парів із бражної колони (поз.1).

Підігріта бражка направляється в сепаратор (поз.6) для виділення із неї вуглекислоти. Гази із сепаратора відводяться в конденсатор-уловлювач (поз.7), в якому з газів уловлюють спиртові пари. Сконденсовані спиртові пари поступають на 48 тарілку епюраційної колони (поз.10). Із конденсатора гази поступають в колектор газових комунікацій, а потім в конденсатор-уловлювач бражної колони (поз.4) і епюраційної колони (поз.12). Із останньої несконденсовані гази відводяться через спиртовловлювач (поз.13) в атмосферу.

Відсепарована бражка поступає на 25 живильну тарілку бражної колони (поз.1). На 25 тарілці бражка виварюється від алкоголю, через гідрозатовор бражної колони барда виводиться в збірник для барди, звідки відкачується на виварну станцію і на завод кормових дріжджів.

Бражна колона може обігріватися як прямим вводом гріючого пару із колектора на барботер у виварній камері колони, так із допомогою кип'ятильників (поз.9). в останньому разі гріючий пар підводиться в його між трубний простір. Конденсат гріючого пару відводиться в збірник конденсату і відкачується на живлення парових котлів.

В нижню частину кип'ятильника підведена барда. В трубках кип'ятильника проходить кипіння барди і утворений з неї пар, вводиться в випарну камеру бражної колони.

Водно-спиртові пари із колони направляються в бражний підігрівач(поз.2), конденсується, а конденсат з перших двох підігрівачів поступає на 28 тарілку епюраційної колони (поз.10), а з третього підігрівача –

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцдренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

на 33 тарілку, з бражного дефлегматора конденсат поступає на 39 тарілку епіюраційної колони.

Частина конденсату з бражного дефлегматора (поз.3) повертається через ротаметр на верхню тарілку бражної колони для збільшення міцності бражного дистиляту і гашення піни. Пари, не сконденсовані в бражних підігрівачах і дефлегматорі, конденсуються в конденсаторі бражної колони (поз.4), конденсат направляється на 44 тарілку епіюраційної колони.

На виварних тарілках епіюраційної колони бражний дистилят епіюється спиртово-водними парами, що піднімаються із кип'ятильника (поз.14) і виварної камери колони. Головні домішки з парами піднімаються в концентраційну частину колони. Бражний дистилят, пройшовши епіюрацію і вивільнений від головних домішок, відводиться із виварної камери епіюраційної колони, його називають епіюратом.

Головні домішки концентруються у верхній частині епіюраційної колони. В дефлегматор (поз.11) і конденсатор (поз.12) піднімаються спирто-водні пари з високим вмістом домішок. Флегма з дефлегматора повертається в епіюраційну колону для зрошування і концентрування домішок, а з конденсатора відбирається ефіро-альдегідна фракція – продукт, насичений головними домішками, в кількості до 4% до виробленого ректифікованого спирту.

Ефіро-альдегідна фракція охолоджується в холодильнику (поз.16) і через ротаметр, яким регулюється її відбір, і ліхтар (поз.17) поступає для обліку алкоголю в контрольний спиртово-вимірювальний снаряд (поз.18), після чого збирається в збірнику зливного відділення.

Епіюрат підживлює ректифікаційну колону (поз.19), на 16 тарілку якої, рахуючи знизу він поступає. При русі епіюрату вниз, пари підіймаються із виварної камери колони, виділяючи спирт. Вода, виділена із епіюрату названа лютером, автоматично відводиться із виварної камери через гідро затвор і направляється в збірник лютерної води.

Спиртові пари, при взаємодії з флегмою, концентруються в укріплюючій частині ректифікаційної колони. З колони спиртові пари з міцністю, більшою міцності виробленого спирту, відводяться в дефлегматор (поз.20), конденсуються і у вигляді флегми направляються на верхню тарілку колони, частина парів (0,5% від піднятих з колони) із дефлегматора відводяться в конденсатор (поз.21). З цими парами конденсатор направляється в головні домішки, підняті з колони. Погін конденсату – не пастеризований спирт відбирається в кількості 1-4% по відношенню до виробленого спирту і направляються на повторну очистку в епюраційну колону, а при необхідності відводиться з ефіро-альдегідною фракцією. Відбір не пастеризованого спирту регулюється ротаметром (поз.45).

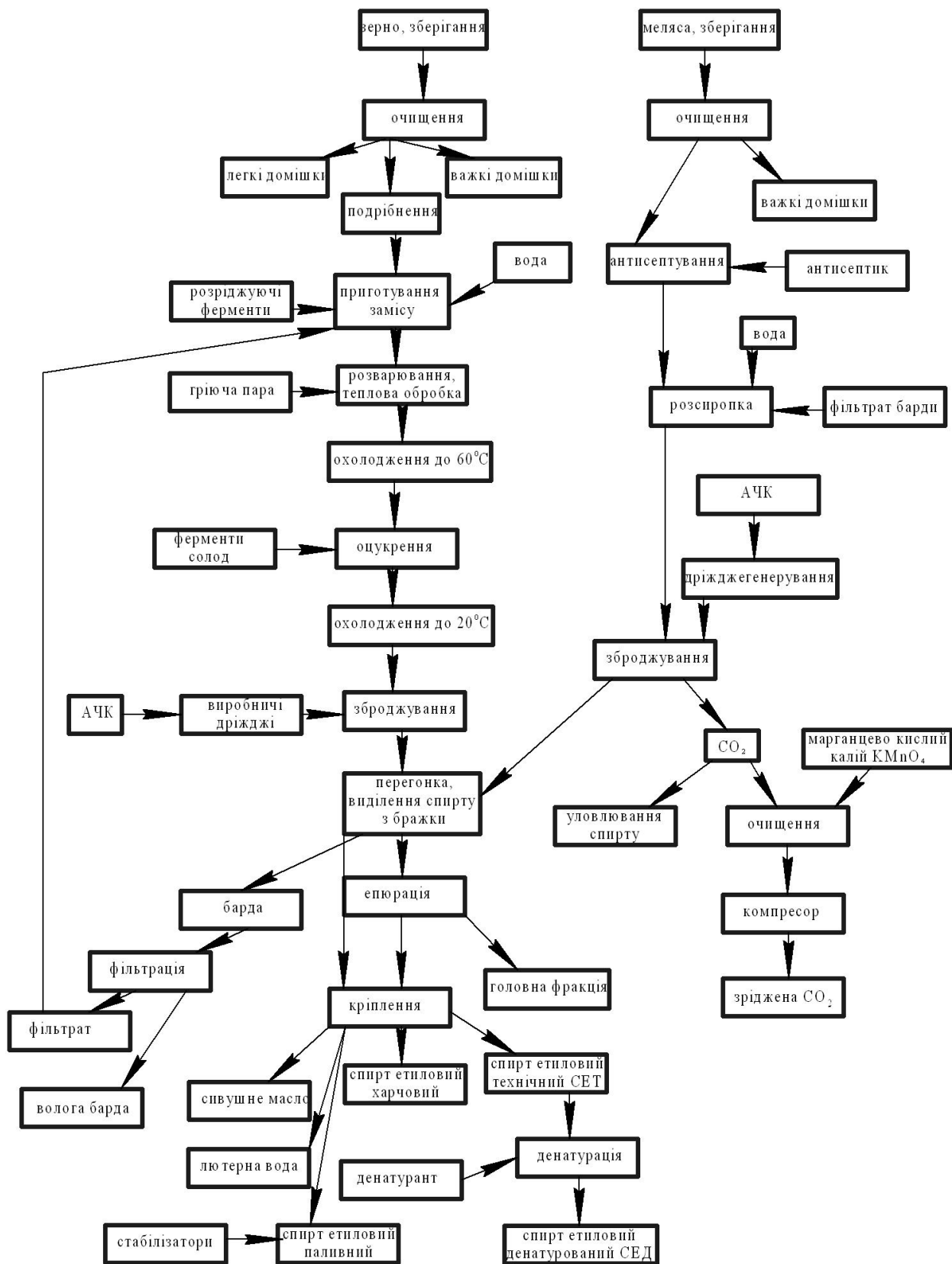
Флегма з дефлегматора на верхніх тарілках колони звільняється від головних домішок, взаємодіє з парами, пастеризується. Пастеризація відбувається на 6,8 верхніх тарілках. З пастеризованої флегми з 6,8 та 11 тарілок (рахуючи зверху) відбирається ректифікований спирт. Міцність спирту контролюється в спиртовому ліхтарі. Ректифікований спирт направляється на холодильник спирту (поз.28), а потім на ліхтар (поз. 29) і контрольний снаряд (поз.30).

Із зони 5,7,9,11 (рахуючи знизу) тарілок ректифікаційних колон відбирають сивушні і спиртові пари, які надходять на конденсатори (поз.24,23). Погін з цього конденсатора дорівнює 4% від кількості ректифікованого спирту і відводиться в декантатор сивушного масла (поз.25). В декантаторі проходить розділення сивушного масла, яке з верхньої частини декантатора відводиться в збірник сивушного масла, в зливному відділенні, і сивушних спиртів, які відводяться в збірник з подальшою перегонкою разом з бражкою.

Із зони тарілок 17,19,21,23 відбирається сивушно-спиртовий погін у вигляді пари в кількості до 2,5% і направляється в конденсатор сивушного спирту (поз.35), де конденсується і поступає на 47 тарілку епюраційної колони.

Робота ректифікаційної колони №2 (поз.31) ведеться по принципу роботи ректифікаційної колони №1 (поз.19).

Принципова технологічна схема виробництва етилового спирту зброджуванням



3. ОПИС ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗАПРОЕКТОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ. ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В наш час існує дуже велика кількість типів браго ректифікаційних установок (БРУ), різних за конструкцією, за використанням граючої пари, за кількістю потоків. Найбільш поширеними є БРУ: прямої дії, напівпрямої дії, не прямої дії, комбінованої дії і БРУ, що працюють під вакуумом.

В БРУ прямої дії головні домішки відділяють безпосередньо із бражки в епюраційній колоні, яка поставлена на бражну колону. Внаслідок низької концентрації спирту в бражці коефіцієнти випаровування домішок великі і епюрація протікає повністю. Після виділення основної маси головних домішок і значної частини проміжних в епюраційній колоні епюрована бражка поступає в бражну колону, де із неї виварюється етиловий спирт, хвостові домішки і залишки головних домішок. Основну масу парів із бражної колони направляють в ректифікаційну колону. Незначна частина парів із бражної колони по трубопроводу, з вмонтованим дросельним клапаном, подається в епюраційну колону для її обігріву.

Установки прямої дії найбільш економні із сторони теплотехніки. Вуглекислота, що міститься в бражці, виділяючись у бражній колоні, приносить в ректифікаційну колону пари сивушних масел. Проникаючи в зону пастеризованого спирту, ці пари надають ректифікату неприємний запах. Внаслідок цих причин установки прямої дії не знайшли розповсюдження.

У БРУ напівпрямої дії бражка не піддається попередній епюрації. Вона подається в бражну колону, де виділяються пари, що містять всі домішки, спирт і воду. Ці пари через спиртовловлювач, відділяючи зважені частини, поступають в середню частину епюраційної колони.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кудренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

Нижня частина цієї колони виварна, верхня – концентраційна. Дефлегматор конденсує основну масу парів і конденсат повертається до колони у вигляді флегми.

Пари, що не сконденсувалися у дефлегматорі, в яких містяться головні домішки, подаються в конденсатор, звідки після конденсації частина їх направляєється в холодильник і ліхтар, а друга частина повертається в колону.

Рідкий епюрат, очищений від головних домішок, подається в ректифікаційну колону, яка має дефлегматор і конденсатор. Пастеризований спирт (стандартний ректифікат) відбирається у верхній (четверта - шоста) тарілок ректифікаційної колони. Інші продукти (сивушний спирт і сивушне масло) відбираються так, як і в двохколонному ректифікаційному апараті. Непастерезований спирт, що містить головні продукти, пройшовши дефлегматор, у вигляді парів потрапляє в конденсатор, звідки частково повертається в рекколону на верхню тарілку, а частково направляєється в епюраційну колону.

Гріючий пар подається в бражну колону і ректифікаційну колону крізь парові регулятори. В епюраційну колону пар подається із виварної камери ректифікаційної колони. Бражка, яка подається в апарат, попередньо підігрівається в дефлегматорі.

БРУ не прямої дії являє собою поєднання двох апаратів: один із них дає спирт-сирець, а інший ректифікує його. На таких установках отримують спирт високої якості.

В установках не прямої дії всі водно-спиртові пари, які піднімаються із бражної колони, повністю конденсуються в конденсаторі бражної колони і в рідкому стані подаються на епюрацію.

Установки працюють наступним чином. Бражка насосом подається в підігрівач, де вона обігрівається водно-спиртовими парами, що надходять із бражної колони. Пари проходять при цьому через вловлювач, в якому відділяються задіяні зважені частинки. Підігріта бражка подається в сепаратор в якому із неї виділяються вуглекислота і несконденсовані газу.

Гази через конденсатор надходять до спиртовловлювача, а бражка – в бражну колону. Конденсат водно-спиртових парів із конденсаторів, дефлегматора-підігрівача бражки і спиртовловлювача направляються в епюраційну колону. Ця колона оснащена дефлегматором і конденсатором.

Головні продукти із конденсатора подаються через холодильник у ліхтар. Вивільнена від основної частини головних домішок водно-спиртова рідина (епюрат) направляється до ректифікаційної колони. Ця колона також має дефлегматор і конденсатор. Із конденсатора відбираються головні домішки і не пастеризований спирт, частина якого повертається в епюраційну колону, а інша – на верхню тарілку ректифікаційної колони. Ректифікат відбирається в рідкому стані із 3,4,6 і 7 тарілок (рахуючи зверху) рекколони, подається в холодильник, звідти направляється на ліхтар.

Сивушне масло подається у вигляді пари в холодильник із нього направляється у масловідділювач. Виділене в ньому (промите і декантоване) сивушне масло направляється в збірник для зберігання. Водно-спиртова рідина із масловідділювача повертається в ректифікаційну колону, де також відбираються проміжні продукти (сивушний спирт), які направляються в холодильник.

БРУ комбінованої дії. Бражка, нагріта в підігрівачі водно-спиртовими парами, поступаючими із бражної колони, до 70-75 °С, направляються в сепаратор, вивільнюється в ньому від диоксида вуглецю і подається на верхню тарілку епюраційної частини бражної колони. Виділені при епюрації бражки водно-спиртові пари із домішками етилового спирту послідовно проходять через бражну і водяну секції підігрівача бражки в конденсатор бражної колони, де вони конденсуються і сумісно з дистиллятом із конденсатора CO₂ через збірний колектор бражного дистилляту подається на тарілку живлення епюраційної колони.

Бражка, вивільнена при епюрації від основної маси домішок спирту, із епюраційної частини бражної колони переходить у виварна її частину, на тарілках якої із неї повністю відганяється спирт. Проепюровані водно-

спиртові пари із циліндричної ємкості, яка знаходиться над верхньою тарілкою виварної частини бражної колони, через піновловлювач потрапляють у виварну камеру епюраційної колони для її обігріву. Відвід барди із колони здійснюється через бардорегулятор.

Із епюраційної колони спиртові пари, що містять головні домішки направляються до дефлегматора і конденсатора. Відбір головної фракції проходить із конденсатора. Гостра пара на епюраційну колону не подається.

Очистка спирту від метанола проходить у ректифікаційній колоні, яка має розвинену зону пастеризації, що досягається установкою над гребінем відбору спирту однієї чи двох 5-8 тарілкових царг. Відбір ректифікованого спирту при цьому здійснюється з 14-16 (рахуючи зверху) тарілок колони, а непастеризованого спирту із конденсатора на 36 тарілку епюраційної колони і у головну фракцію етилового спирту. В іншому робота комбінованого БРУ аналогічна роботі БРУ не прямої дії.

БРУ, що працює під вакуумом. Ректифікаційна частина установки виконана у вигляді двох самостійних колон: рект працюючої в умовах вакууму і відгінної, працюючої під атмосферним тиском. Бражна колона установки аналогічна колоні БРУ комбінованої дії з однією тільки різницею, що в даній установі водно-спиртові пари, що створюють бражний дистилят, обігрівають через виносний теплообмінник рекколону, а проепюоровані водно-спиртові пари через відповідний кип'ятильник обігрівають епюраційну колону. Бражка підігривається теплом рециркуляційної води, що нагрівається бардою, яка відводиться. Вакуум у системі створюється водо кільцевим вакуум-насосом типу ВВН через барометричний конденсатор. Бражний дистилят і дистилят проепюорованих водно-спиртових парів вводять в епюраційну колону через відповідні збірники, в яких за допомогою регуляторів типу РУБ підтримується постійний рівень рідини. На відміну від БРУ не прямої дії і комбінованої дії, які можуть експлуатуватися в ручному управлінні чи з мінімальним втручанням контурів регулювання, експлуатація вакуумних БРУ можлива тільки в режимі автоматичного управління.

Правила експлуатації.

В процесі експлуатації БРУ забороняється працювати із протіканням спирту в сальниках, трубопроводах, флянцевих з'єднаннях й інших елементах установки; застосовувати відкритий вогонь, виконувати роботи з нагрітими металевими предметами (паяльниками), з обладнанням й інструментом, що можуть дати іскру; зберігати в ректифікаційному відділенні самозагорючі матеріали; підвищувати надлишковий тиск у колонах установки вище 0,05 МПа; проводити чищення окремих апаратів БРУ під час їх роботи.

Перед ремонтом установок чи окремих їх елементів необхідно ретельно провести викачку спирту із установки, промивку і пропарювання водяною парою колон, дефлегматорів, конденсаторів, холодильників і тому подібне, а ємкості, що містять спирт, заповнити повністю водою.

Контактні пристрої ректифікаційних колон

Робочим органом колони є контактний пристрій, з допомогою якого здійснюється масо- і теплообмін між парою і рідиною. Процес масообміну проходить за рахунок дифузії і визначальною його характеристикою є площа поверхні контакту фаз F , m^2 , а середньою рушійною силою процесу є різниця концентрацій ΔC , kg/kg . Коефіцієнт масопередачі, віднесений до $1 m^2$ поверхні контакту фаз K , $kg/m^2 \times s$. Коефіцієнт масопередачі залежить від природи речовини і гідродинамічного режиму контакту фаз.

Контактні пристрої іменують тарілками. Тарілчаті колони найчастіше використовуються при ректифікації етилового спирту. Конструкції тарілок передбачають найбільш інтенсивний масообмін між рідиною і парою. Відомі конструкції ділять на тарілки з переливними пристроями та на тарілки без переливних пристроїв – провального типу. Переливні пристрої представляють собою труби різної форми, перетин яких від круглої до прямокутного, іншої форми. Рідина, що стікає по тарілках, має направлений рух, від переливного до переливного пристрою, тоді як на тарілках без переливних пристроїв рідинний потік стікає вниз по колоні через отвори

назустріч паровому потоку. На фізичній тарілці, де знаходиться рідина, пара барботує через неї, здійснюється масо- і теплообмін. Конденсат пари збільшує об'єм рідини на тарілці і вона через переливні пристрої або через живий перетин тарілки стікає вниз на нижче розміщені тарілки.

Тарілки ділять на провальні без переливних пристроїв та з переливними пристроями («стаканами»). Провальні тарілки, що використовуються в ректифікаційних колонах, мають «живий перетин» 8...16 %, і тільки в тарілках з «живим перетином» більше 12 % можуть бути відсутні переливні пристрої, рідина з тарілки на нижче розміщену тарілку переливається через отвори, через які проходить парова фаза.

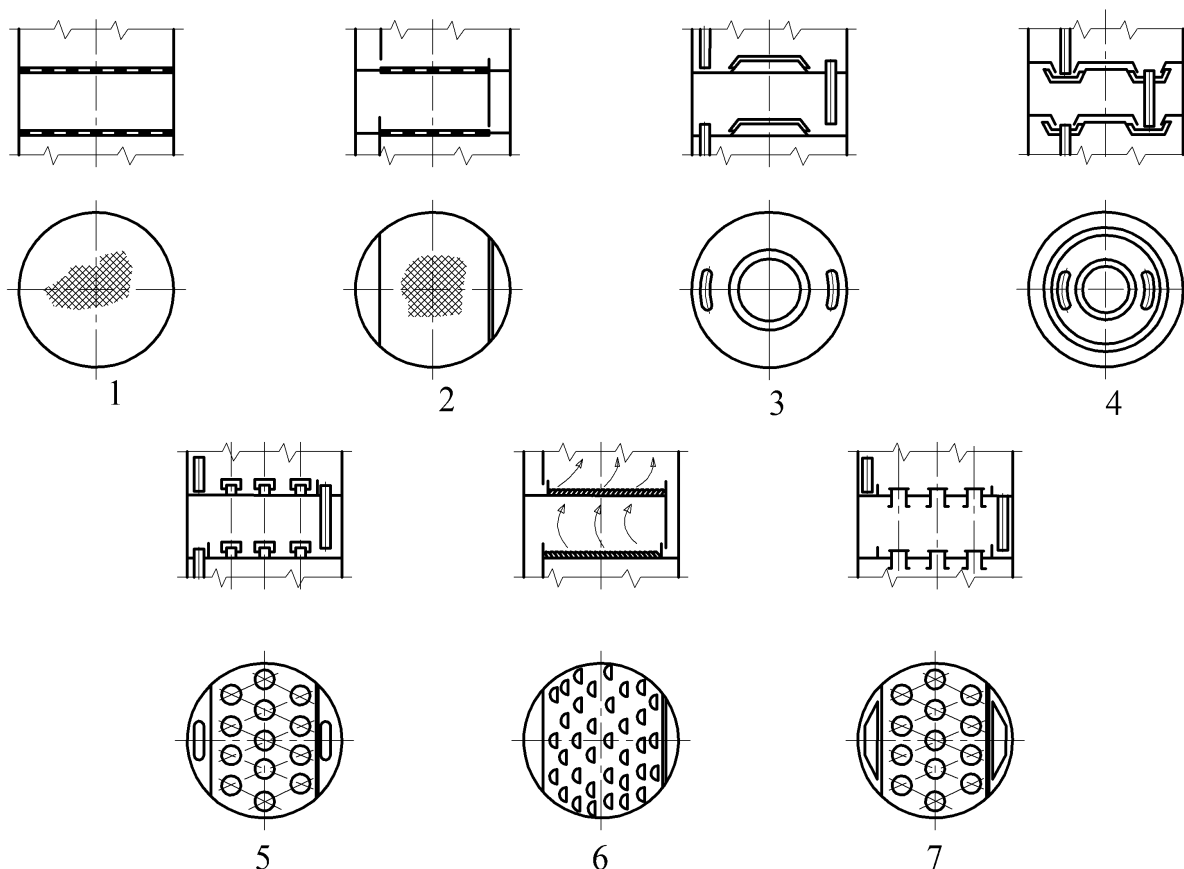


Рис. 3 Типи тарілок:

1 – ґратчаста, решітчаста, сітчаста; 2 – ситчаста; 3 – одноковпачкова одинарного кип'ятіння; 4 – одноковпачкова подвійної виварки; 5 – багатоковпачкова; 6 – лускоподібна; 7 – клапанна

В обладнанні для ректифікації спирту в Україні використовуються ситчасті, одноковпачкові одинарні та двойної виварки тарілки в бражних колонах, багатоковпачкові, клапанні – в епіюраційних, спиртових і інших.

Інколи конструкцію тарілки в колонах заміняють наповнювачами різної форми: різними кільцями, кулями, сітками, спіралями, блоками, пакетами, пластинами, іншим. Пара і рідина контактують на поверхні наповнювача рухаючись протитоками. В таких колонах обмежена швидкість руху фаз, можливе «захливання» колони – коли рідина утримується парою і не стікає вниз.

Відомі і ротаційні апарати, в яких рідина під дією відцентрової сили розпиляється в потоці пари, за рахунок чого здійснюється контакт її з парою.

В типових колонах брагоректифікаційної установки відстань між тарілками визначена від мінімальної в 170 мм до 500 мм. В бражних колонах, де бражка має і білки і розчинені в рідині гази і інші піноутворюючі речовини між тарілками відстань максимальна, частіше 500 мм чи 280 мм. В колонах, де ректифікуються чисті суміші, відстань між тарілками дорівнює 170 мм.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Технологічний розрахунок

З ректифікаційної колони відводиться спирт ректифікований міцністю 94,4 % мас. в кількості 96,4% до всієї кількості безводного спирту [1, с.183], не пастеризований спирт в кількості 1,5 %, штучний спирт в кількості 1,5%, погону парів сивушного масла в кількості 3,0% [1, с.183].

Визначаємо кількість ректифікованого спирту, що відводиться з колони (в кл/год):

$$G_{д.н.} = \frac{(7000 \cdot 10 \cdot 0,78927 \cdot (\frac{96,4}{100}))}{24} = 2219,2 \quad (4.1)$$

де, 7000 дал/добу – продуктивність;

10 – коефіцієнт переведення декалітрів у літри;

0,78927 кг/м³ – густина спирту;

96,4% - Кількість ректифікованого спирту до загальної кількості безводного спирту;

24 год. – кількість годин в добі.

Підставляючи значення у формулу (4.1) визначаємо:

- кількість не пастеризованого спирту (в кл/год):

$$G_{г.н.} = \frac{(7000 \cdot 10 \cdot 0,78927 \cdot (\frac{1,5}{100}))}{24} = 34,5 \quad (4.2)$$

де, 1,5% - кількість не пастеризованого спирту до загальної кількості безводного спирту [1,с.183].

- кількість сивушного спирту (в кл/год):

$$G_{с.н.} = \frac{(7000 \cdot 10 \cdot 0,78927 \cdot (\frac{1,5}{100}))}{24} = 34,5 \quad (4.3)$$

де, 1,5% - кількість сивушного спирту до загальної кількості безводного спирту [1, с.183].

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцдренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

Кількість погону парів сивушного масла (в кл/год):

$$G_{c.i.} = \frac{(7000 \cdot 10 \cdot 0,78927 \cdot (\frac{3,0}{100}))}{24} = 69,1 \quad (4.4)$$

де, 3,0% - кількість погону парів сивушного масла до загальної кількості безводного спирту [1,с.183].

Втрати спирту в ректифікаційній колоні складають 0,3% [1,с.183] або 11,7 кл/год.

Матеріальний баланс ректифікаційної колони приведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Продукти	Кількість, кл/год	В тому числі	
		спирту	води
Прихід	6510		
Епюрат			
Вихід			
Спирт ректифікат	2219,2	2089,3	129,9
Не пастеризований спирт	34,5	32,5	2
Сивушний спирт	34,5	26,2	8,3
Погон парів сивушного спирту	69,1	58,1	11
Лютерна вода	4141		4141
Втрати	11,7	11,7	

4.2 Тепловий розрахунок

В колону відводиться тепло еторатом Q_e , з гріючим паром Q_r , з флегмою Q_f , відводиться тепло із колони з спиртовими парами в дефлегматор Q_G , з ректифікованим спиртом Q_d , з погоном парів сивушного масла $Q_{c.m.}$, з сивушним спиртом $Q_{c.c.}$, з люцерною водою Q_l , з втратами в навколишнє середовище $Q_{в.т.}$. Флегмове число колони приймаємо _____ 4,5.

Кількість дистилляту, що відбирається із ректифікованої колони (в кл/год):

$$D = G_{p.c.} + G_{н.с.} = 2219,2 + 34,5 = 2253,7 \quad (4.5)$$

де, $G_{p.c.} = 2219,2$ кл/год – кількість ректифікованого спирту;

$G_{н.с.} = 34,5$ кл/год – кількість не пастеризованого спирту.

Кількість спиртових парів, що поступають в дефлегматор (в кл/год):

$$G = D(V - 1) = 2253,7(4,5 + 1) = 12395,4 \quad (4.6)$$

де, $V = 4,5$ – флегмове число колони.

Кількість флегми, що повертається в колону (в кл/год):

$$\hat{O} = G - G_{i.n.} = 12395,4 - 34,5 = 12360,9 \quad (4.7)$$

Кількість тепла, що надходить із спиртовими парами в дефлегматор (в кДж/год)

$$Q_G = G \cdot i'' = 12395,4 \cdot 1140 = 14130756 \quad (4.8)$$

де $i'' = 1140$ кДж/кг- тепловміст спиртових парів при міцності 94,72% мас.

Кількість тепла, що повертається в колону з флегмою (в кДж/год):

$$Q_\Phi = \Phi \cdot C_\Phi \cdot t_\Phi = 12360,9 \cdot 3,35 \cdot 78,2 = 3238184,9 \quad (4.9)$$

де $\Phi = 12360,9$ кг/год- кількість флегми, що повертається в колону.

$C_\Phi = 3,35$ кДж/(кг·К) - теплоємність флегми при міцності 94,72% мас.

$t_\Phi = 78,2$ °С - температура кипіння флегми при міцності 94,72% мас.

Кількість тепла, що відводиться із ректифікованим спиртом (в кДж/год):

$$Q_d = G_{p.c.} \cdot C_d \cdot t_d = 2219,2 \cdot 3,44 \cdot 78,2 = 596982,6 \quad (4.10)$$

де $G_{p.c.} = 2219,2$ кг/год - кількість ректифікованого спирту.

$C_d = 3,14$ кДж/(кг·К)- теплоємність ректифікованого спирту при міцності 94,72% мас.

$t_d = 78,2$ температура кипіння ректифікованого спирту при міцності 94,72% мас.

Тепло, що відводиться із сивушним спиртом, визначається із врахуванням ебуліотричної поправки на тиск (Δt). Тиск у виварній камері колони приймаємо рівним 124 кПа, тиск в зоні відбору сивушного спирту при цій умові становить 119 кПа.

Фактична температура сивушного спирту на виході із колони (в $^{\circ}\text{C}$):

$$t_{c.c.} = t_{k.c.c.} + \Delta t = 79,1 + 119 \cdot 0,038 = 83,6 \quad (4.11)$$

де $t_{k.c.c.} = 79,1$ $^{\circ}\text{C}$ - температура кипіння сивушного спирту з концентрацією 75,81% мас.

$$Q_{c.c.} = G_{c.c.} \cdot t_{c.c.} \cdot C_{c.c.} = 34,5 \cdot 4,15 \cdot 83,6 = 11969,4 \text{ кДж/год}$$

де $G_{c.c.} = 34,5$ кг/год- кількість сивушного спирту.

$C_{c.c.} = 4,15$ кДж/(кг·К)- теплоємність сивушного спирту при $t = 83,6$ $^{\circ}\text{C}$

Кількість тепла, що відводиться із погоном парів сивушного масла (в кДж/год):

$$Q_{c.m.} = G_{c.m.} \cdot i_{c.m.} = 69,1 \cdot 1965 = 135781,5 \quad (4.12)$$

де $G_{c.m.} = 69,1$ кг/год- кількість погону парів сивушного масла.

$i_{c.m.} = 1965$ кДж/кг- тепловміст парів сивушного масла при міцності спирту 42,43% мас.

Температура лютерної води із врахуванням ебуліометричної поправки на тиск (в $^{\circ}\text{C}$):

$$t_l = 100 + 124 \cdot 0,047 = 105,8 \quad (4.13)$$

Кількість тепла, що відводиться із лютерною водою (без конденсату пару) (в кДж/год):

$$Q_l = G_l \cdot C_l \cdot t_l = 4141 \cdot 4,27 \cdot 105,8 = 1870763 \quad (4.14)$$

де $G_{\text{л}} = 4141$ кг/год - кількість лютерної води.

$C_{\text{л}} = 4,27$ кДж/(кг·К) - теплоємність лютерної води.

$t_{\text{л}} = 105,8$ - температура лютерної води.

Тепловтрати приймаємо рівними 5% від кількості тепла, що відводиться з продуктами.

Втрати гріючої пари визначаємо із рівняння теплового балансу, яке має вид:

$$P \cdot i + Q_e + Q_{\phi} = Q_G + Q_{\text{д}} + Q_{\text{к.р.}} + Q_{\text{вт.}}$$

де P кг/год - втрати пару в колоні

Q_e кДж/год - кількість тепла, що входить в колону із епюратором.

I кДж/кг- інтальпія пару.

Q_{ϕ} кДж/год- кількість тепла, що повертається в колону із флегмою.

Q_G кДж/год- кількість тепла, що надходить із спиртовими парами в дефлегматор.

$Q_{\text{д}}$ кДж/год- кількість тепла, що відводиться ректифікаційним спиртом.

$Q_{\text{с.с.}}$ кДж/год- кількість тепла, що відводиться із сивушним спиртом.

$Q_{\text{с.м.}}$ кДж/год - кількість тепла, відводиться із погоном парів сивушного масла.

$Q_{\text{л}}$ кДж/год - кількість тепла, що відводиться лютерною водою (без конденсату пару).

$Q_{\text{к.р.}}$ кДж/год - кількість тепла, що відводиться із конденсатом пару.

$Q_{\text{вт}}$ кДж/год - кількість тепла, що втрачається в навколишнє середовище.

Із рівняння 12 величина тепловтрат $Q_{\text{вт}}$ складе

$$Q_{\text{вт}} = (Q_G + Q_{\text{д}} + Q_{\text{е.с.}} + Q_{\text{с.м.}} + Q_{\text{л}} + P \cdot i') \cdot 0,05 \quad (4.15)$$

де i' кДж/кг - інтальпія конденсату пару

0,05 - коефіцієнт, що враховує тепловтрати в навколишнє середовище.

Підставивши рівняння 13 у рівняння 12 і розв'язавши його відносно P, отримаємо:

$$P = ((Q_G + Q_d + Q_{e.c.} + Q_{c.m.} + Q_l) \cdot 1,05 - Q_e - Q_\phi) / (i - 1,05 \cdot i') \quad (4.16)$$

Інтальпія конденсату пари (в кДж/кг)

$$i' = C_k \cdot t_k = 4,27 \cdot 105,8 = 452,1 \quad (4.17)$$

де $C_k = 4,27$ кДж/(кг·К) - теплоємність конденсату пари.

$t_k = 105,8$ °С - температура конденсату пари.

Підставивши значення в рівняння 14 визначаємо втрати пари в колоні (в кг/год):

$$P = ((14130756 + 596982,6 + 11969,4 + 135781,5 + 1870763) \cdot 1,05 - 2492028 - 3238184,9) / (2724,8 - 1,05 \cdot 452,1) = 26690645 / (2724,8 - 474,705) = 5268,2$$

де $Q_e = G_e \cdot C_e \cdot t_e = 6510 \cdot 4,4 \cdot 87 = 2492028$ КДж/год.

Кількість лютерної води (з врахуванням конденсату пари) (в кг/год):

$$G_l' = G_l + P = 4141 + 5268,2 = 9409,2 \quad (4.18)$$

Підставляючи значення у рівняння 13 визначаємо величину тепловтрат (в кДж/год):

$$Q_{вт} = (14130756 - 596982,6 + 11969,4 + 135781,5 + 1870763 + 5268,2 \cdot 452,1) \cdot 0,05 = 896702$$

Кількість тепла, що відводиться з лютерною водою (в кДж/год):

$$Q_{\text{л}} = G_{\text{л}} \cdot i' = 9409,2 \cdot 452,1 = 4253899,3 \quad (4.19)$$

Кількість тепла, що вноситься в колону із гріючим паром (в кДж/год)

$$Q_{\text{р}} = P \cdot i = 5268,2 \cdot 2724,8 = 14354791 \quad (4.20)$$

де $P = 5268,2$ кг/год - кількість пару, що надходить у колону

$i = 2724,8$ кДж/кг - інтальпія гріючого пару

Теплота неастеризованого спирту складає (в кДж/год):

$$Q_{\text{н.с.}} = G_{\text{н.с.}} \cdot C_{\text{н.с.}} \cdot t_{\text{н.с.}} = 34,5 \cdot 2,60 \cdot 20 = 1794$$

де $Q_{\text{н.с.}} = 34,5$ кг/год - кількість неастеризованого спирту

$C_{\text{н.с.}} = 2,60$ кДж/(кг·К)- теплоємність неастеризованого спирту.

$t_{\text{н.с.}} = 20$ °С - температура неастеризованого спирту.

Кількість тепла, що вводиться водою при конденсації парів (в кДж/год):

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{Г}} - (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{н.с.}}) = 14130756 - (3238184,9 + 1794) = 10890778 \quad (4.21)$$

При температурі води на виході із дефлегматора колони 75 °С і початкової її $t = 20$ °С витрата води складе (в кг/год):

$$W = Q_{\text{к}} / ((t_{\text{к}} - t_{\text{п}}) \cdot c) = 10890778 / ((75 - 20) \cdot 4,19) = 47258,7 \quad (4.22)$$

де $C = 4,19$ кДж/(кг·К) - теплоємність води.

Визначення кількості тарілок в колоні

Рівняння робочої лінії бражної колони при обігріві відкритим паром має

вигляд:

$$Y = \frac{\alpha}{G} \times (X - X_0)$$

де: Y і X - відповідно концентрація спирту в парах і рідині вбудь-якому перерізі колони в % мол;

L і G - відповідно кількість кіломолів в рідинному і паровому потоках.

Величина парового потоку, що піднімається по колоні (на 100 кг бражки), дорівнює:

$$G = \frac{P \times i_1}{i_2 \times M_B} = \frac{20,06}{18} = 1,114 \text{ кмоль}$$

M_B - молекулярна маса води.

Приймаємо $i_1 \approx i_2$

Зменшенням парового потоку за рахунок тепловтрат в навколишнє середовище нехтуємо.

Рідинний потік складається із потоку бражки (L') і потоку конденсату гріючої пари, що йде на нагрів колони (L'')-

Кількість кіломолів пари, що йде на нагрів 100 кг бражки, визначаємо з формули:

$$\alpha'' = \frac{Q}{(i_2 - i)M_e}$$

де: Q - теплота недогріву бражки в ккал;

i_2 - тепловміст гріючої пари при робочому тиску в колоні, в ккал/кг; i - температура барди, в °С.

$$\alpha'' = \frac{1287}{(641 - 90.8) \times 18} = 0,13$$

Кількість кіломолів в 100 кг бражки визначаємо по формулі:

$$\alpha = \frac{X_{\bar{e}}}{M_c} + \frac{100 - X_{\bar{e}}}{M_e}$$

де: M_c і M_e - відповідно молекулярна маса етилового спирту і води

$$L' = \frac{11}{46} + \frac{100 - 11}{18} = 0.239 + 4,944 = 5,1831 \text{ кмоль}$$

Загальна кількість молей в рідинному потоці буде складати:

$$L=L'+L''= 5,31 \text{ Кмол.}$$

Підставляючи значення G і L в рівняння, отримаємо:

$$Y = \frac{5,31}{1,114} \times (X \times 0.015)$$

де: 0,015 - вміст спирту в барді.

Знаходимо дві точки і через них проводимо робочу лінію: *перша точка при*

$Y = 0; X = X_0 = 0,015 \text{ \%мол.}$ *друга точка при*

$X - X_{жив} = 5,29 \text{ \%мол.}$

$$Y = \frac{5.31}{1,114} \times (5.29 \times 0.015) = 25,2\%$$

За отриманими двома точками будуємо робочу лінію. В зв'язку з труднощами графічного визначення числа тарілок на ділянці зміни концентрації від 0,015 до 0,2 %мол, використаємо аналітичний метод розрахунку.

Число теоретичних тарілок визначаємо за формулою [1]:

$$n' = \frac{\lg(1 + \frac{X_n}{X_0} (nG - 1))}{\lg \frac{nG}{L}} - 1$$

де: n - коефіцієнт випаровування етилового спирту на ділянці зміни концентрації від 0,004 до 0,2 мол, рівний 13 і є величиною постійною;

x_n, X_0 - відповідно концентрація спирту на n -ій тарілці і в барді.

$$n' = \frac{\lg(1 + \frac{0,2}{0,004} (\frac{13 \times 1,114}{5,31}))}{\lg \frac{13 \times 1,114}{5,31}} - 1 = 3,45$$

Із графіка визначимо, що загальна кількість теоретичних тарілок при зміні концентрації від 0,2 до 5,9 складатиме:

$$n' = 5.$$

Тоді загальне число тарілок складатиме:

$$n = n' + n'' = 5 + 3,45 = 8,45.$$

Приймаємо, що коефіцієнт ККД тарілки в колоні рівний 0,7.

Тоді кількість реальних тарілок буде:

$$\frac{2 \cdot 8,45}{0,7} = 21,125$$

Приймаємо число тарілок рівним 25.

4.3 Конструктивний розрахунок

Визначаємо швидкість пару у вільному перерізі колони (в м/с): $W =$

$$A \cdot \rho^{-m} = 0,7 \quad \text{і} \quad m = 0,515 - \text{коефіцієнт, що існує при відстані між тарілками 170 мм [2, с 89]}$$

$$\rho = 1,48 \text{ кг/м}^3 - \text{густина спиртових парів.}$$

Визначаємо кількість спиртових парів, що надходить у дефлегматор (в кг/год):

$$G_1 = Q_G / r = 141307 \quad 56 / 952,8 = 14830,8 \quad (4.23)$$

де $Q_G = 14130756$ кДж/год - кількість тепла, що надходить в дефлегматор.

$r = 952,8$ кдж/кг - теплове пароутворення спирту міцністю 95,5 % об'ємних.

Визначаємо об'єм спиртових парів, що знаходяться у верхній частині ректифікаційної колони (в м³).

Приймаємо до встановлення дві колони:

$$V = G_1 / \rho = 14830,8 / 2 = 5010,4 \quad (4.24)$$

де $\rho = 1,48$ кг/м³ - густина спиртових парів міцністю 95,5 % об'ємних.

Визначаємо вільний переріз колони (в м²):

$$F = V/W = 5010,4/0,57 \cdot 3600 = 2,44 \quad (4.25)$$

де $W = 0,57$ м/с - швидкість пару у вільному перерізі колони.

3600- кількість секунд в годині.

Визначаємо діаметр колони (в м):

$$D = D \cdot \sqrt{4F/\pi} = \sqrt{4 \times 2,44/3,14} = 1,8 \text{ м.} \quad (4.26)$$

Приймаємо колони діаметром 2000 мм.

Приймаємо діаметр барботера 210 мм., тоді площа паровипускних отворів барботера визначається за формулою (в м²):

$$F_1 = 1,25 \cdot ((\pi \cdot d^2)/4) = 1,25 \cdot ((3,14 \cdot 0,210^2)/4) = 0,206 \quad (4.27)$$

де $d = 0,210$ м - діаметр барботера.

Визначаємо число отворів барботера (в шт.):

$$\Pi = 4 \cdot F_1 / (\pi \cdot d_1^2) = 4 \cdot 0,206 / (3,14 \cdot 0,010^2) = 2623 \quad (4.28)$$

де $d_1 = 10$ мм - діаметр отвору барботера.

Визначаємо величину парового потоку в колоні (в кг/год):

$$G_2 = P \cdot i' / i'' = 6938,3 \cdot 2724,8 / 2674 = 7070,1 \quad (4.29)$$

де $P = 6938,3$ кг/год - втрати пару в колоні

$i' = 2724,8$ кДж/кг - ентальпія гріючого пару

$i'' = 2674$ кДж/кг - ентальпія водно - спиртових парів.

Величина рідинного потоку в колоні складається із потоку епюрату $G_e = 6510$ кг/год, потоку флегми $F = V \cdot \Phi = 4,5 \cdot 12360,9 = 55624,1$ кг/год, і потоку конденсату пари (в кг/год)

Визначення діаметрів штуцерів основних трубопроводів

Діаметр штуцерів трубопроводів визначаємо виходячи з об'єму V і пропускної здатності W трубопроводу за формулою:

$$V = \frac{\pi \times d^2}{4} W \times 3600, \text{ м}^3$$

Звідки:

$$d = \frac{4 \times V}{\pi \times W \times 3600}, \text{ м}$$

де:

V - об'єм спирто-водних парів, м^3 ;

W - швидкість руху продукту (що приймаємо), м;

Об'єм спирто-водної пари будемо визначати із рівняння:

$$V = \frac{P_{\text{год}} \times 22,4T}{273 \times PM_{\text{cp}}}, \text{ м}^3$$

де:

$P_{\text{год}}$ – кількість спирто-водних парів;

T – температура пари в К, приймаємо: $T = 273 + 93 = 366$ К;

P – тиск пари в атм, приймаємо 0,5 атм;

M_{cp} – середня молекулярна вага спирто-водного пару при концентрації спирту в ньому 51,445 %мас:

$$M_{\text{cp}} = \frac{X_d \times M_c + (100 - X_d) \times M_e}{100}, \text{ моль}$$

де:

M_b і M_c - молекулярна вага відповідно води і спирту, моль;

X_d - концентрація спирту в дистилляті, % мас.

$$M_{cp} = \frac{51,443 \times 46 + (100 - 51,443) \times 18}{100} = 32,44 \text{ моль}$$

$$V = \frac{2716 \times 22,4 \times 366}{273 \times 0,5^2 \times 32,44} = 5028 \text{ кг / год}$$

Обчислюємо і заносимо дані до таблиці 4.4 :

Таблиця 4.4.

Найменування штуцерів трубопроводів	Питома маса продукту, кг/м ³	Пропускна здатність		Швидкість руху про- дукту, м/с		Діаметр штуцера, мм	
		кг/год	м ³ /год	допус- тима	прий- нята	розра- хунком	прийнята, мм
Для підводу бражки	1000	1354	13,5	0,5	0,5	97	100
Для відводу барди	1027	1337	13	2..0	0,25	135	140
Для відводу спиртоводних парів		214	5028	4...10	5	421	430
Для підводу гріючого пару з тиском 0,5 атм	0,8472	2600	3205	5...20	20	238	240

4.4.1. Розрахунок барботера

Діаметр барботера приймаємо рівним діаметру трубопровода $d = 240$ мм.

Площа перерізу пароповітряних отворів рівна:

$$F = 1,25 \times \frac{\Pi \times d^2}{4} = 1,25 \times \frac{3,14 \times 240^2}{4} = 56200 \text{ мм}^2$$

Діаметр отворів барботера приймаємо рівним $d = 8$ мм, тоді загальна кількість отворів буде рівна:

$$n = \frac{F}{\frac{d^2}{4}} = \frac{56200}{\frac{240^2}{4}} = 39 \text{ штук}$$

4.5. Визначення розмірів елементів тарілок

Приймаємо висоту барботажного шару рівну 40 мм. Відстань між тарілками приймаємо рівну 500 мм. Приймаємо діаметр отвору рівним 10 мм, швидкість пару в отворах ω приймаємо рівну 5 м/сек.

Загальна площа отворів складатиме:

$$F_1 = \frac{V}{3600} \times \omega$$

де:

V - часовий об'єм пару, що проходить через отвори, м³.

Визначаємо його :

1. В апарат поступає бражка

$$\frac{4500 \times 0,79 \times 100}{24 \times 11} = 13646 \text{ кг / год}$$

де: 4500 - продуктивність по безводному спирту.

2. Знаходимо об'єм:

$$V = \frac{20,06 \times 135,46}{0,3087} = 87985 \text{ м}^3 / \text{кг}$$

де:

0,3087 - питома вага пари при 0,5 атм в кг/м³;

20,06 - витрати гріючої пари.

$$F_1 = \frac{8785}{3600} \times 5 = 0,488 \text{ м}^2$$

Визначаємо живий переріз тарілки, який рівний $F_1 \setminus f_0$,

де:

f_0 - площа перерізу колони.

Приймаємо довжину зливної перегородки, при центральному куті 90°, 0,8 м. Тоді площа двох сегментів, що не мають отворів, дорівнює:

$$f_1 = 2 \times (0,5 \times 0,5 R^2 (\frac{\Pi}{2}) \sin \alpha)) = 0,36 m^2$$

де:

K - радіус тарілки;

α - центральний кут.

Площа, зайнята отворами, складатиме: $2 - 0,36 = 1,6352 m^2$.
Приймаємо діаметр отвору тарілки рівним 10 мм. Тоді площа одного отвору складатиме:

$$f_0 = (\frac{\Pi \times d^2}{4}) = \frac{3,14 \times 10^2}{4} = 78,5 m^2$$

Число отворів складатиме: $n = 488000/78,5 = 6216$.

На кожен отвір приходить ся частина площі тарілки, що зайнята отворами:

$$n = 1635200/6216 = 263 mm^2.$$

Якщо отвори розташовуються так, що параметри їх лежать на вершинах рівносторонніх трикутників, то крок ми можемо знайти з рівняння:

$$t = 1,07 \sqrt{f_2} = 1,07 \sqrt{263} = 18 mm.$$

Визначаємо розміри зливного стакану. Сама найменша довжина зливного стакану рівна 140 мм, при такому розмірі ширина стакану складатиме:

$$F = \frac{Q}{\omega \times 3600}$$

де:

Q - кількість стікаючої бражки, приймаємо 13,546 м /год;

ω - швидкість стікаючої бражки, приймаємо рівну 0,1 м/с.

$$L \times b = \frac{13,546}{0.1 \times 3600}, \text{ мм}$$

Так як зазор між тарілкою і стаканом залежить від площі перерізу, то його визначаємо:

Периметр стакана:

$$P = 100 + 100 + 245 = 475 \text{ мм.}$$

$$Ph = \frac{Q}{\omega \times 3600}$$

$$0.475h = 0,037 \quad h = 80 \text{ мм}$$

Із конструктивних міркувань приймаємо відстань між зливною перегородкою і стаканом рівною 50 мм, тоді її довжина складатиме:

$$0,05L = 0.0376 \times L = 75.2 \text{ мм.}$$

Висота підйому рідини над зливною перегородкою буде рівна:

$$\Delta h = \sqrt{\left(\frac{Q}{1,8 \times b \times 3600}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{13,546}{1,8 \times 0.755 \times 3600}\right)^2} = 5 \text{ мм}$$

Периметр зливного стакана $l = 275$ мм.

Як наслідок висота зливної перегородки складатиме: $40 - 5 = 35$ мм.

Висоту переливної перегородки приймаємо рівною 100 мм, щоб зробити розгінну площадку і для того, щоб рідина вільно стікала і залишалась в стакані.

5. РЕМОНТ І МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ

Ректифікаційне відділення розміщується в певній будівлі чи частині будівлі, відокремленої від інших капітальною стіною. Приміщення повинно відповідати вимогам, які пред'являються «Санітарними нормами і правилами» по пожежній безпеці до виробництв категорії А і приміщенням класу В-1а.

По висоті будівлі установка зазвичай займає чотири поверхи. На першому поверсі розташовують фундаменти під бражну, ректифіковану і сивушну колони і нижні частини колон, регулятори відводу барди і лютерної води, насоси, збірники лютерної води і барди, холодильники спирту, колектор пари. При закритому обігріві колон на першому поверсі розміщуються випарники колон і збірник конденсату пари. До першого поверху зазвичай пристроюють спиртоприймальне відділення.

На другому поверсі на відмітці 4-6 метри розміщується основне робоче місце апаратника, де зосереджені всі контрольні-вимірювальні прилади, допоміжне обладнання: вакуум переривачі, пробні холодильники, екстрактори сивушного масла, щит КВПіА, колектор води. Інколи на другому поверсі розташовують холодильники ректифікованого спирту. Робоче місце апаратника повинно бути зі сторони вікон, що забезпечують гарне природне освітлення всіх апаратів.

Третій поверх на відмітці 10-12 метрів зазвичай робиться у вигляді проміжної площадки, яку використовують в основному для ремонту і огляду колон. Інколи на ній встановлюють холодильник сивушної фракції і збірники дефлегматорної води.

Четвертий поверх на відмітці 16-18 метрів займає теплообмінне обладнання: підігрівачі бражки, дефлегматори, конденсатори, сепаратори CO₂ спиртовловлювачі. На ньому ж розташовують напірний збірник

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кудренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

лютерної води, верхні вакуум-переревачі.

При компоновці обладнання необхідно враховувати в першу чергу легкість обслуговування, довжина трубопроводів повинна бути мінімальною.

Відстань між центрами колон при установці їх в один ряд може бути прийнята 2-2,5 діаметри колони. При встановленні колон по кутам квадратного чи прямокутного пройому відстань між ними збільшують до 2,5-3 діаметрів. Мінімальну відстань від стіни до центру колони потрібно приймати не менше 1,5 діаметра.

Сама ректифікаційна колона доставляється на підприємство залізничним або автомобільним транспортом, у розібраному стані. Потім вона вантажо-транспортними засобами транспортується до вказаного місця монтажу. Першими на заданий фундамент встановлюються опори під колону, які кріпляться до фундаменту болтовими з'єднаннями. Після цього на опори монтуються окремі її частини - царги, які підводяться електроталлю. Між собою царги, які вмонтовані контактні пристрої (тарілки) заводом-виготовлювачем, кріпляться флянцевим з'єднанням за допомогою болтів чи шпонок. При встановленні опор і царг необхідно дотримуватися цілковитої вертикальності відносно підлоги. Кінцевою стадією монтажу колони є під'єднання до неї всіх комунікацій трубопроводів для подачі і відведення речовини.

Перед запуском ректифікаційної колони обов'язково проводиться повторне підтягування всіх з'єднань і перевірка з'єднань царг і трубопроводів між собою на повну герметизацію для виключення нещасних випадків і поломки обладнання.

Після запуску колони в дію проводяться налагоджувальні роботи по встановленню відповідних: тиску в середині колони; температури, при якій проходить процес ректифікації; витрат води і граючої пари. Всі значення мають відповідати заданим технологічним параметрам. Налагоджуються норми відводу всіх домішок та спирту-ректифікату та

своєчасне, і в необхідній кількості завантаження в рекколону епюрату та граючої пари.

Огляд і перевірку обладнання, як правило, проводить апаратник із спеціалістом по ремонту. Обладнання оглядають через встановлені планом терміни роботи. Якщо апарат зупиняють по яким-небудь причинам поза планом, зупинку використовують для огляду. При огляді слід звертати увагу на стан фасонних деталей трубопроводів, так як це вразливе місце.

При поточному ремонті, крім огляду, проводиться: відкриття всіх люків; очистка внутрішньої поверхні колони, тарілок і стаканів від бруду і накипу; перевірка стану тарілок, їх стійок та стаканів; заміна прокладок; заміна деталей кріплення (до 10%); ремонт арматури і приладів контролю; покраска.

При середньому ремонті виконують всі операції поточного ремонту і наступні: розбирання, ремонт чи заміна однієї-двох царг; заміна (до 15%) тарілок, тарілки після їх заміни чи ремонту встановлюються строго горизонтально, це необхідно для зберігання висоти гідравлічного затвору; заміна прокладок (до 50%) і деталей кріплення (до 20%).

При капітальному ремонті виконуються всі роботи середнього ремонту і, крім того, наступні: огляд, розбирання і демонтаж всієї колони, знімається футеровка, замінюються деталі і вузли, що зносилися; заміна тарілок, стаканів і деталей кріплення (до 50%); повна заміна теплоізоляції.

6. Охорона праці

ЗАКОН УКРАЇНИ ПРО ОП

Закон України „Про охорону праці”. (Відомості Верховної Ради 1992, №49, ст. 668). Вводиться в дію Постановою ВР №2695-12 від 14.10.92

Із змінами внесеними згідно із Законом №1221-4 від 21.11.2002, та „Кодекс законів про працю”. Їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти: правила, стандарти, положення, інструкції та інші документи, яким надана діюча чинність в Україні.

АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Для аналізу виробничого травматизму застосовують такі методи: статистичний, монографічний, економічний. За 2020 рік на спиртзаводі травм не було.

ІНСТРУКТАЖІ

На підприємстві проводять такі види інструктажів: первинний, повторний, позаплановий.

Первинний інструктаж проводять на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати роботи у варильному відділенні.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою – один раз на квартал; на інших роботах – один раз на півріччя.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівником на робочому місці при заміні або модернізації обладнання; при зміні технологічного процесу; при порушенні працівником нормативних активів, що може призвести до травми або аварії; при перерві у виконанні робіт більше ніж 30 календарних днів(для робіт з підвищеною небезпекою), а для решти робіт – понад 60 днів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кудренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

ФІНАНСУВАННЯ ЗАХОДІВ ПО ОП

Щорічні витрати на охорону праці складається з затрат на впровадження заходів, направлених на покращення умов праці і підвищення її безпечності, пільги та компенсації.

Витрати направлені на покращення умов праці і підвищення її безпеки на підприємствах складається з двох основних статей:

- номенклатурні заходи передбачені договорами по охороні праці;
- придбання спеціального одягу, взуття і інших засобів захисту, а також запобіжних пристроїв.

Фінансування заходів по охороні праці проводиться власником підприємства. Робітник не несе ніяких витрат при проведенні заходів по охороні праці.

Фінансування заходів по охороні праці на заводах повинно складати 0,5 % від суми реалізованої продукції.

САНІТАРНІ УМОВИ У РЕКТИФІКАЦІЙНОМУ ВІДДІЛЕННІ (ШКІДЛИВІ І НЕБЕЗПЕЧНІ ФАКТОРИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ)

У ректифікаційному цеху можливий вплив таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів:

- пари, гарячих бражки і води;
- підвищення температури поверхонь устаткування, трубопроводів пари, сусли /при відсутності чи порушенні теплоізоляції/;
- електричного струму /при порушенні ізоляції, відсутності або ушкодженні заземлення чи занулення/;
- підвищення температури повітря /при порушенні експлуатації устаткування і несправності припливно-витяжної вентиляції/;
- миючих та дезінфікуючих речовин.

Працівник повинен дотримуватись вимог правил внутрішнього трудового розпорядку:

- дотримуватись технологічної дисципліни;

- дбайливо ставитися до устаткування, інструменту і пристроїв, спецодягу та засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), зберігати їх у спеціально відведених місцях;

- утримувати в чистоті робоче місце.

Не допускається управління устаткуванням, яке обслуговується іншими працівниками, крім його вимкнення при виникненні аварійної або травмонебезпечної ситуації.

На робочому місці не дозволяється палити, вживати спиртні напої та інші речовини, що справляють наркотичну дію на організм людини. Палити дозволяється тільки у спеціально відведених і обладнаних місцях.

Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій, дотримуються таких вимог:

- не залишайте працююче устаткування без нагляду та не допускайте до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання;

- працюйте на справному устаткуванні, справними пристроями та інструментом;

- при виявленні несправностей повідомте безпосередньо керівника або ліквідуйте їх самі, якщо це входить у ваші обов'язки. Не дозволяйте працювати на устаткуванні зі знятими захисними засобами травмонебезпечних зон;

- не натсупайте на переносні електричні провода, що лежать на підлозі, не доторкайтесь до неізольованих або пошкоджених проводів, не відчиняйте дверці електрошаф та не ремонтуйте електроустаткування, яке вийшло з ладу;

- не виконуйте роботи, які не входять у ваші обов'язки.

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ

Метеорологічні умови виробничого приміщення визначають за такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, °С; відносною вологістю повітря,%; швидкістю повітря, м/с.

У ректифікаційному відділенні на спиртзаводі:

1) у холодний період року:

- оптимальна температура повітря 18...20°C;

- допустима температура 17...23°C;

- відносна вологість повітря 40...60%, але не повинна перевищувати 75%;

- швидкість руху повітря 0,2м/с, але не більша за 0,3м/с

2) у теплий період року:

- оптимальна температура повітря 21...23°C;

- допустима температура повітря 27...30°C;

- відносна вологість повітря 40...60%, але не повинна перевищувати 75%;

- швидкість руху повітря 0,3м/с, але не більша за 0,4м/с

ВИПРОМІНЮВАННЯ ТЕПЛОВЕ

У ректифікаційному відділенні існує тільки теплове випромінювання, яке виникає внаслідок нагрівання поверхні обладнання, паропроводів. Теплота виділяється при нагріванні матеріалів, переході електричної енергії у теплову, при терті рухомих частин машин тощо. В теплий період року додається ще й теплота сонячного випромінювання.

ОСВІТЛЕННЯ

За видом джерела світла, що використовується, освітлення може бути природним/сонячним/, штучним /лампи розжарювання або газорозрядні/ та сумісним, тобто коли в світлі години доби використовують обидва джерела світла одночасно. У ректифікаційному відділенні застосовується сумісний вид освітлення і дорівнює 500 лк/люксів.

ШУМ І ВІБРАЦІЯ, МЕТОДИ БОРОТЬБИ

Одним з найбільш розповсюджених негативних факторів, які впливають на людину, являється шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. При експлуатації обладнання у ректифікаційному відділенні виробництва пива слід вживати всіх заходів до зниження шуму, що впливає на людину, до показників, що не

перевищують гранично допустимих рівнів (ГДР), які на постійних робочих місцях та на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБ. Для усунення передачі шуму з шумних приміщень до малошумних та за межі будівель або території підприємства слід:

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

- вентилятори з повітроводами повинні з'єднуватись за допомогою гнучкої вставки;

- приводні паси вентиляторів повинні бути у повному комплекті з однаковим натягом;

- усунення усіх дефектів обладнання, що можуть викликати збільшення шуму (знос шестерень, підшипників, тощо).

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення у виробництві приводить до небажаних явищ, таких як вібрація. При роботі з вібруючим устаткуванням сумарний час контакту з вібруючими поверхнями не повинен перевищувати 75 % тривалості робочого дня. При можливості зменшити контакт працюючого з вібруючими поверхнями поза межами робочого місця або робочої зони /встановлення огорож, блокування, попереджувальних написів тощо/.

ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА, СТАТИЧНА ЕЛЕКТРИКА, БЛИСКАВКОЗАХИСТ

Згідно ПУЕ ректифікаційне відділення відноситься до категорії: приміщення без підвищеної небезпеки.

Спостереження за експлуатацією електрообладнання здійснюється згідно складеного графіку профілактичних оглядів і планово-попереджувальних ремонтів. Несправності: пошкодження ізоляційних обмоток, послаблення контактів, іскріння, перегрівання струмопроводників і струмоприймачів повинні негайно усуватися або відключатися. Електроустановки, які знаходяться під напругою і

працюючі від електроструму агрегати повинні бути заземлені, занулені. Струморозподілюючі пристрої електричного захисту, коробки та ін. - повинні бути закриті і допуск до них осіб, які не мають відношення до електрообладнання – заборонено. Електродвигуни, світильники, проводка, розподілюючі пристрої повинні очищатися від пилу не рідше двох разів на місяць.

Підвищений рівень статичної електрики відноситься до групи фізично-небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Якщо напруженість електричного поля перевищує електричну міцність середовища (повітря), то відбувається розряд статичної електрики.

Для захисту від прямих ударів блискавки застосовують блискавковідвід, який складається з несучої частини(опори), блискавкоприймача, безпосередньо приймаючого удари блискавки, який з'єднує блискавкоприймач з заземлювачем для відводу струму в землю. Установки, що мають корпуси з залізобетону, захищені від прямих ударів блискавки блискавковідводами, що встановлені окремо або безпосередньо на них.

ВЕНТИЛЯЦІЯ

У ректифікаційному відділенні застосовується припливно-витяжна вентиляція, яка складається з двох окремих систем – припливної та витяжної, які одночасно подають у приміщення чисте повітря та витягують із нього забруднене.

1. Черговий персонал, здійснюючий нагляд за вентиляційними установками, повинен проводити планові профілактичні огляди вентиляторів, повітроводів і приймати заходи щодо усунення несправності.

2. Конструкція і матеріал вентиляторів, регулюючих пристроїв вентиляційних систем для дробильного відділення повинні виключати можливість іскроутворення.

3. Витяжні повітропроводи, по яких транспортується пил повинні мати пристрої для періодичного очищення.

ПОБУТОВІ ПРИМІЩЕННЯ

На спиртзаводі передбачені загальні побутові приміщення і пристрої /гардеробні, душові, умивальники, місця для куріння; приміщення для особистої гігієни жінок, відпочинку; постачання питної води/, спеціальні побутові приміщення і пристрої /приміщення і пристрої для обігріву працюючих для миття і чищення робочого взуття, дозиметричні камери і т.д./. побутові приміщення розміщені таким чином, щоб працівники, які ними користуються, не проходили через виробничі приміщення, якщо вони в цих приміщеннях не працюють. Приміщення для харчування і медпункт розташовують у місцях з найменшим впливом виробничих шкідливостей.

Роздягальні для зберігання чистого і забрудненого домашнього і робочого одягу, душові зроблені окремо для чоловіків і жінок. Душові розміщені у приміщеннях, суміжних з роздягальнями. Розміри відкритих душових кабін (в осях перегородок) 0,9×0,9 м, а закритих – 1,8×0,9 м. Одна душова кабінка розрахована на 15 чоловік. На один санвузол не більше 30 чоловік. Кімната для паління 0,1 м² на кожного працюючого. Площа кімнати для паління не менше 12 м².

ПОСУДИНИ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ПІД НАДЛИШКОВИМ ТИСКОМ

Посудини, які працюють під тиском, належать до обладнання з підвищеною небезпекою, тому при їх експлуатації важливо знати і виконувати вимоги правил безпеки. Перед початком роботи треба оглянути ректифікаційну колону і перевірити:

- наявність і стан заземлення, стан зовнішньої електропроводки;
- стан теплоізоляції апарата;
- відсутність течі у фланцевих з'єднаннях;
- наявність манометрів з позначкою дозволеного робочого тиску.

Манометр не допускається до застосування у випадках, коли: відсутня пломба або клеймо; прострочений строк перевірки; стрілка манометра при знятті тиску не повертається на нульову позначку шкали; є розбите скло або інші пошкодження, які можуть позначитися на вірності його показань.

Ректифікаційну колону потрібно зупинити:

- при підвищенні тиску вище дозволеного;
- при виявленні в основних елементах апарату тріщин, розриву прокладок, випучин, протікання болтових з'єднань;
- при несправності манометра і неможливості визначити тиск по інших приладах;
- при несправності або не повній кількості запчастин, які кріплять кришки і люки.

Ремонт апаратів і його частин під час роботи - забороняється.

Забороняється:

- залишати апарат під тиском без постійного нагляду до повного випуску тиску і виключення трубопроводів, через які може утворитися тиск;
- відкривати люк при наявності тиску в апараті;
- проводити підтяжку фланців і люків при наявності тиску в апараті;
- подавати в апарат тиск, поки не закриті люки;
- пускати в роботу апарати при несправності манометрів або запобіжних клапанів.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ

1. Пусковий пристрій привода повинен мати напис назви апарату і порядковий номер.
2. Подання пари до котла повинно бути механізовано.
3. Перед заповненням апарату переконайтесь у відсутності в ньому людей і сторонніх предметів.

4. Подачу пари у парові оболонки здійснювати повільним поворотом маховика вентиля на паровій оболонці.

5. Виконувати стравлення повітря з парової оболонки, переконавшись у відсутності працівників поблизу відвідної труби.

6. Постійно слідкувати за показанням манометрів. Не допускати підвищення тиску вище дозволеного робочого, позначеного червоною рисою або стрілкою.

7. Заповнення об'єму рект. колони бардою проводити відповідно до паспортної місткості. При її перевищенні можливе вибрикування барди.

8. Слідкуйте, щоб розсувні огороження сферичних котлів під час їх експлуатації були закриті.

9. перед вимірюванням об'єму та густини спирту, закрийте вентиль подачі пари, повільно відкрийте розсувні огороження на кришці котла.

10. Щоб запобігти вибрикуванню і уникнути опіків не дозволяється:

- залишати котли без нагляду під час кип'ятіння;
- відкривати розсувні огороження сферичної кришки котла;
- допускати інтенсивне кипіння.

11. При необхідності застосування місцевого освітлення користуйтеся переносним світильником напругою не вище 12 В у вологозахисному виконанні з металевою сіткою.

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Категорія ректифікаційного відділення по вибухо-пожежонебезпеці:
Д.

Пожежна безпека підприємства складається з системи запобігання пожежам та систем пожежного захисту. Система пожежного захисту забезпечується застосуванням вогневідсічних пристроїв на технологічних комунікаціях, в системах вентиляції, і кондиціонування повітря.

У ректифікаційному відділенні є щит на якому закріплені первинні засоби пожежегасіння (вогнегасник, лопата, відро і т.п.), під щитом знаходиться ящик з піском.

1. Територія цеху повинна постійно утримуватись у чистоті і порядку, систематично очищатися від відходів виробництва.

2. Проходи, виходи, коридори не дозволяється захаращувати різними предметами. Всі двері евакуаційних виходів повинні легко відкриватись в бік виходу приміщення.

3. Забороняється утеплювати трубопроводи мішковиною та іншими матеріалами, які можуть загорятися.

4. У приміщеннях, де роботи не проводяться, освітлення потрібно виключати.

Вимоги до технологічного обладнання:

1. Технологічне обладнання при нормальних режимах роботи повинно бути пожежобезпечним і на випадок несправностей і порушень встановленого режиму роботи необхідно передбачити заходи, обмежуючі масштаби і наслідки пожежі або повністю їх виключати.

2. Робота технологічного обладнання і його навантаження повинні відповідати вимогам паспортних даних і технологічного регламенту.

3. Технологічне обладнання повинно проходити поточний і капітальний ремонт відповідно з технологічними умовами і в строки, визначені графіком, затверджені технічним директором.

4. Ремонтні роботи на обладнанні, яке знаходиться під тиском на апаратах і трубопроводах без зниження в системі тиску, забороняється

При виникненні пожежі у варильному відділенні:

- вимкніть припливно-витяжну вентиляцію;
- сповістіть пожежну охорону (ДПД) та адміністрацію;

- розпочніть гасіння, використовуючи кран внутрішнього протипожежного водопроводу або за допомогою первинних засобів пожежогасіння /вогнегасників, води, піску/.

При загорянні електропроводів вимкніть рубильник. Електропровода, які знаходяться під напругою, гасить вуглекислотним вогнегасником або піском. Не можна їх гасити водою або пінним вогнегасником. Розрахунковий запас води при 3-годинному пожежогасінні визначається із формули, м³:

$$Q = \frac{3 \cdot 3600(n_1 + n_2)}{1000} \approx 11(n_1 + n_2),$$

де 3600 і 1000 – переводні коефіцієнти відповідно годин – в секунди і літрів – в м³

n_1 – потреба води на внутрішнє ($2 \times 2,5 = 5$ л/с) пожежогасіння;

n_2 – зовнішнє пожежогасіння (10...40 л/с)

ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПОКРАЩЕННЮ УМОВ ПРАЦІ

На спиртзаводі умови праці відповідають нормам техніки безпеки. У ректифікаційному відділенні на першому /підвальному/ поверсі, де розміщені приводні станції, насоси, трубопроводи, електродвигуни, рівень шуму перевищує норму. Таким чином, для зменшення шуму до допустимої величини пропоную застосувати такі засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- вкладиші протишумні з матеріалу ФПП-Ш. Біруши для захисту від високочастотного шуму із рівнем до 100 дБ;
- протишумні заглушки Антифони;
- навушники протишумні ПШ-ОО тощо.

Навушники не дуже зручні в експлуатації, тому краще використовувати вкладиші, які виготовлені з перхлорвінілу типу ФПП. Вкладиші мають еластичну структуру і малий діаметр волокон, тому вони не руйнують шкіру зовнішнього слухового каналу. Такі вкладиші еластичні і заповнюють слуховий канал і не здійснюють неприємної дії на нього.

7. Технологічний маршрут виготовлення деталі. Фланець

У цьому розділі мова йде про технологію виготовлення фланця. Цей фланець знаходиться під манометром на колонні. Він потрібен для з'єднання елементів між собою. Далі представлений безпосередньо технологічний маршрут та розрахунок токарної операції.

Для виготовлення фланця потрібно спочатку вилити заготовку. Потім виконують токарну операцію, торцюють поверхню, свердлять отвір, нарізають різьбу, знімають фаску.

Технологічний маршрут виготовлення фланця

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна. УЗЗ. Лиття	Вилити заготовку Ø120мм
20	Токарна Установити, закріпити, зняти.(УЗЗ)	Токарно – гвинтовий Верстат 16К20, трьохкулачковий патрон, центра
20.1	Торцювати поверхню 1, z=2мм	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6 $\gamma=10^{\circ}$, $\phi=45^{\circ}$, $\alpha=8^{\circ}$, В×Н×L=16×25×140, ЩЦ1

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцдренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

20.2	Розточувати поверхню 2 на L=55мм Ø40 мм начорно	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
20.3	Розточувати поверхню 2 на L=55мм Ø40 мм начисто	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
20.4	Торцювати пов.(3) z=2 мм	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6 γ= 10 ⁰ , φ=45 ⁰ , α=8 ⁰ , В×Н×L=16×25×140, ШЦ1
20.5	Свердлити отвір Ø20мм пов.(1)	Свердло Ø20 Р6М5
20.6	Точити канавку пов.4 b×h=2×2 мм, L=28мм	Різець канавочний Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
20.7	Нарізати різьбу М20×1.5 Н7	Різець розточний
20.8	Зняти фаску 2×45 ⁰ пов.(1)	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1

30.0	Токарна УЗЗ	Токарно – гвинтовий Верстат 16К20, трьохкулачковий патрон
30.1	Торцювати поверхню 1, z=2мм	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45°

		ШЦ1
30.2	Точити поверхню 2 Ø120мм начорно	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=90°
30.3	Точити поверхню 2 Ø120мм начисто	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
30.4	Точити пов.3 до Ø60мм на b=5мм	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
40.0	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2А125. Лещата. Упор
40.2	Свердлити 4 отв. пов.(1) Ø10мм l=20 мм	Свердло Ø 10мм Р6М5

Розрахунок різання токарної операції

Перехід 30.1 Точити пов. 2 на Ø 120 мм начорно

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{35 - 30}{2} = 2.5$ мм.

Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 2.25$ мм.

На чистову обробку залишається $t = 0,25$ мм

Подача табл. №17 $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{371}{60^{0,2} \cdot 2.25^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 187.9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_{\dot{A}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 187.9}{3,14 \cdot 35} = 1709.6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_{\dot{A}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\dot{A}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1600}{1000} = 175.8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 120 + 2 + 2.25 = 124.25 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 120$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2.25$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{124.25}{1600 \cdot 0,5} = 0,155 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\dot{A}} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

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

$t_3 = 0,7$ хв – заміна різця.

Перехід 30.2 Точити пов. 2 начисто Ø120мм

На чистову обробку залишається $t = 0,25$ мм

Подача табл. №17 $S = 0,18 \div 0,22$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_s = 0,2$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{371}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} = 353,8 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_A = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_c} = \frac{1000 \cdot 353,8}{3,14 \cdot 30,5} = 3694,2 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_A = \frac{\pi \cdot d \cdot n_A}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30,5 \cdot 1600}{1000} = 153,2 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 120 + 0 + 0,25 = 120,25 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=120$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 0$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0,25$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{120,25}{1600 \cdot 0,2} = 0,375 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_A = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленим різцем по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

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

Перехід 30.4 Точити Ø60 $l=5$ мм. пов. 3

Приймаємо глибину різання 1.5 мм.

Подача табл. №17 $S=0,4\dots0,5$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{371}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 196,2 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_A = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_\zeta} = \frac{1000 \cdot 196,2}{3,14 \cdot 30} = 2082,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_A = \frac{\pi \cdot d \cdot n_A}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1600}{1000} = 150,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 5 + 2 + 1,5 = 8,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5$ мм

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{8,5}{1600 \cdot 0,5} = 0,01 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_A = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. 26).

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

8. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Транспортні витрати (в тис. грн.)

$$K_T = 5\% \cdot K_0 = 0,05 \cdot 3547 = 177,35$$

де $K_0 = 3547$ – витрати на придбання, тис. грн.;

Заготівельно-складські витрати (в тис. грн.)

$$K_c = 1,25\% \cdot K_0 = 0,0125 \cdot 3547 = 44,34$$

Витрати на монтаж (в тис. грн.)

$$K_M = 25\% \cdot K_0 = 0,25 \cdot 3547 = 886,75$$

Витрати на проектні роботи (в тис. грн.)

$$K_{пр} = 4\% \cdot K_0 = 0,04 \cdot 3547 = 141,88$$

Капітальні витрати (в тис. грн.)

$$K = K_0 + K_T + K_c + K_M + K_{пр} = 3547 + 177,35 + 44,34 + 886,75 + 141,88 = 4797,32$$

Вихідні дані, зібрані на спиртовому заводі і визначені завданням, приведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Показники	Значення
1. Добовий обсяг виробництва безводного спирту, дал.	7000
2. Вихід спиртопродуктів, %	
- спирт ректифікат вищої очистки	96
- спирт етиловий головна фракція	0,3
- сивушне масло	3
3. Оптова ціна за 1 дал, грн..	
- спирт ректифікат вищої очистки	51,0

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кудренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

- спирт етиловий головна фракція	18,75
- сивушне масло	12,5
4. Норма витрат на 1 дал	
- меляса, кг	33,89
- діафоній фосфат, кг	0,0529
- хлорне вапно, кг	0,0254
- соляна кислота, кг	0,5526
- вода, кг	105,9
- умовне паливо, кг	6
- електроенергія кВт · год	0,75
5. Вид натурального палива	Газ
6. Коефіцієнт перерахунку умовного палива в натуральне	1,2
7. Норма виходу на 1 дал:	
- дріжджі хлібопекарні, кг	3,5
- диоксид вуглецю, кг	2,4
8. Ціна за одиницю, грн.	
- меляса, кг	0,693
- діафоній фосфат, кг	5,8
- хлорне вапно, кг	4,0
- соляна кислота, кг	1,2
- вода, кг	0,0046
- газ, м ³	1,33
- електроенергія, кВт·год	0,597
9. Годинна тарифна ставка, грн.	
- 2 розряд	4,04
- 3 розряд	4,84
- 4 розряд	5,64
- 4 ремонтний розряд	7,45

10. Витрати по статтях калькуляції, % до заробітної плати виробничих робітників	
- відрахування на соціальні заходи виробничих робітників	37,08
- витрати на підготовку та освоєння виробництва	3
- загальновиробничі витрати	390
- адміністративні витрати	410
11. Витрати на збут, % до виробничої собівартості з адмінвитратами.	7,7
12. Ставка податку на прибуток, %	25
13. Вартість придбання ректифікаційної колони, тис.грн	4797,8

ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА

Розрахунок виробничої програми приведений в таблиці 8.2

ТАБЛИЦЯ 8.2

Назва продукції	%	Добовий обсяг виробництва, дал	Режим роботи, діб	Річний обсяг виробництва, тис. дал	Оптова ціна за 1 дал, грн.	Товарна продукція, тис. дал
Безводний спирт	-	7000	300	2100	-	-
Спирт ректифікат вищого очищення	96	6720		2016	51,00	102816,0
Головна фракція етилового спирту	3	210		63	18,75	1181,25

Сивушне						
масло	0,3	21		6,3	12,50	78,15
Всього	99,3	-		-	-	104076,0

ПРАЦЯ І ЗАРОБІТНА ПЛАТА

Баланс робочого часу одного робітника приведений в таблиці 8.3.

ТАБЛИЦЯ 8.3

Показники	Кількість
Календарні дні	365
Вихідні та святкові дні	114
Номінальний фонд робочого часу (Φ_n)	251
Чергові та додаткові відпустки	24,0
Невиходи по хворобі та декретні відпустки	5,1
Невиходи з дозволу адміністрації	0,5
Інші невиходи	2,4
Корисний фонд робочого часу (Φ_k), днів	219
Корисний фонд робочого часу (Φ_k), годин	1752

Коефіцієнт спискового складу ($K_{сп}$) визначається за формулою 8.1

$$K_{сп} = \Phi_n / \Phi_k, \quad (8.1)$$

$$K_{сп} = 251 / 219 = 1,146$$

Спискова чисельність робітників ($\mathcal{C}_{сп}$) визначається за формулою 41

$$\mathcal{C}_{сп} = \mathcal{C}_{яв} \cdot K_{сп}, \quad (8.2)$$

$$\mathcal{C}_{сп} = 26 \cdot 1,146 = 29,8 \text{ чол.} \approx 30 \text{ чол.}$$

де $\mathcal{C}_{яв}$ – явочна чисельність робітників (розрахунок в табл. 8.4)

Розрахунок чисельності та фонду заробітної плати виробничих робітників приведений в таблиці 8.4.

ТАБЛИЦЯ 8.4

Назва професії робітника	Ч _я в	К _{сп}	Ч _{сп}	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд основн ої зар. плати, тис.гр н.	Фонд додатково ї зар. плати, тис.грн	Загальний фонд зар.плати, тис. грн.
1. Приймальник- здавальник	1	1,14	1,14	3	4,84	9,72	3,89	13,61
2. Оператор вирощування ЧК	3	6	6	4	5,64	33,97	13,59	47,56
3. Апаратник процесу бродіння	3		3,43 8	4	5,64	33,97	13,59	47,56
4. Апаратник перегонки і ректифікації спирту	6		3,43 8	5	6,48	78,06	31,23	109,29
5. Слюсар- ремонтник	3 3		6,87 6	5 5	7,45 7,45	44,87 44,87	17,95 17,95	62,82 62,82
6. Електро- монтер			3,43 8 3,43 8					
7. Машиніст насосних установок	3		3,43 8	3	4,84	29,15	11,66	40,81
8. Регулюваль- ник полів	1			3	4,84	9,72	3,89	13,61

Фільтрації			1,14					
9. Підсобний робітник	3		6	2	4,04	24,55	9,82	34,37
	26			-	-	308,88	123,57	432,45
Всього			3,43 8 29,8					

СОБІВАРТІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

Розрахунок вартості сировини і основних матеріалів приведений в таблиці 8.5

ТАБЛИЦЯ 8.5

Назва сировини і основних матеріалів	Норма витрат на 1 дал	Річний обсяг виробництва, тис. дал.	Потреба на рік, тис.од.	Ціна за одиницю, грн..	Вартість всього, тис. грн.
М'яса, кг	33,8913	2100	71171,73	0,693	49322,0

Розрахунок вартості попутної продукції відходів реалізації приведений в таблиці 8.6

Назва попутної продукції	Вихід на 1 дал., кг	Річний обсяг виробництва, тис. дал.	Вихід на річний обсяг виробництва, тис. од.	Ціна за одиницю, грн	Вартість всього, тис. грн.
1. Дріжджі хлібопекарські, кг	3,5	2100	7350	0,16	1176
2. Диоксид вуглецю, кг	2,4		5040	0,08	403,2
Всього	-		-	-	1579,2

Вартість сировини за вирахуванням попутної продукції (відходів реалізації)

49322,0 – 1579,2 = 47742,8 тис. грн.

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів приведений в таблиці 8.7

ТАБЛИЦЯ 8.7

Назва допоміжних матеріалів	Норма витрат на 1 дал	Річний обсяг виробництва, тис. дал.	Потреба на рік, тис. од.	Ціни за одиницю, грн.	Вартість всього, тис. грн.
1. Діамоній фосфат, кг	0,0529	2100	111,09	5,8	644,322
2. Хлорне вапно, кг	0,0254		53,34	4,0	213,36
3. Соляна кислота, кг	0,5526		1160,46	1,2	1392,532
4. Вода, кг	105,9		222390	0,0046	1022,994
Всього	-		-		3273,228

Розрахунок вартості палива на технологічні потреби приведено в таблиці 8.8

ТАБЛИЦЯ 8.8

Назва продукції	Річний обсяг виробн. тис. дал	Норма витрат умовн. Палива на 1дал., кг	Річна потреба в умовному паливі, т.	Вид натурального палива	Коефіцієнт перерахунку	Потреба в натур. паливі, тис. м ³	Ціна 1 м ³ , грн.	Вартість всього, тис. грн.
Безводний спирт	2100	6	12600	газ	1,2	10500	1,33	13965

Розрахунок вартості електроенергії на технологічні потреби
приведено в таблиці 8.9

ТАБЛИЦЯ 8.9

Назва продукції	Річний обсяг вир-цтва, тис. дал.	Норма витрат на 1 дал, кВт·год	Потреба на рік, тис. кВт·год	Тариф за 1 кВт·год, грн..	Вартість всього, тис. грн..
Безводний спирт	2100	0,75	1575	0,597	940,275

Відрахування на соціальне страхування:

$$432,45 \cdot 0,3708 = 160,35 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на підготовку та освоєння виробництва:

$$432,45 \cdot 0,03 = 12,97 \text{ тис. грн.}$$

Загальновиробничі витрати:

$$432,45 \cdot 3,9 = 1686,56 \text{ тис. грн.}$$

Адміністративні витрати:

$$232,45 \cdot 4,1 = 1773,05 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на збут:

$$(68213,633 + 1773,05) \cdot 0,077 = 538897 \text{ тис. грн.}$$

Калькуляція собівартості безводного спирту приведена в таблиці 8.10

ТАБЛИЦЯ 8.10

Статті витрат	Витрати	
	На 2100 тис. дал., тис. грн.	На 1 дал., грн.
1. Сировина і основні матеріали за вирахуванням попутної продукції (відходів реалізації)	47742,8	22,735
2. Допоміжні матеріали	3273,228	1,559
3. Паливо на технологічні потреби	13965	6,65
4. Електроенергія на технологічні потреби	940,275	0,448

5. Основна і додаткова зар. плата виробничих робітників	432,45	0,206
6. Відрахування на соц. страхування та ін.	160,35	0,076
7. Витрати на підготовку та освоєння виробництва.	12,97	0,006
8. Загальновиробничі витрати.	1686,56	0,803
Виробнича собівартість.	68213,633	32,483
9. Адміністративні витрати.	1773,05	0,844
10. Витрати на збут.	5388,97	2,566
Повна собівартість.	75375,653	35,893

Витрати на 1 грн. товарної продукції ($V_{\text{ТП}}$) визначається за формулою 8.3

$$V_{\text{ТП}} = C / \text{ТП}, \quad (8.3)$$

де C – повна собівартість товарної продукції, тис. грн.

$$V_{\text{ТП}} = 75375,653 / 104076,0 = 0,72 \text{ грн.}$$

ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КАПІТАЛОВКЛАДЕНЬ

Розрахунок суми прибутку приведений в таблиці 8.11

ТАБЛИЦЯ 8.11

Назва продукції	Оптова ціна, грн.	Коеф. пере-рахунку	Собівартість 1 дал., грн.	Прибуток на 1 дал., грн.	Річний обсяг вир-цтва, тис.дал.	Прибуток, тис.грн.
1. Спирт ректифікат вищого очищення	51,0	0,67	34,17	16,83	2016	33929,28
2. Головна						

фракція етилового спирту.	18,75		12,56	6,19	63	389,97
3. Сивушні масла.	12,5		8,375	4,125	6,3	25,99
Всього	-		-	-	-	34345,24

Рентабельність продукції (Р) визначається за формулою 8.4

$$P = (П / С) \cdot 100\%, \quad (8.4)$$

де П – сума прибутку, тис. грн.;

С – повна собівартість товарної продукції, тис. грн.

$$P = (34345,24 / 69986,683) \cdot 100\% = 49,1\%$$

Термін окупності капіталовкладень (Т) визначається за формулою 8.5

$$T = K / П_{ч}, \quad (8.5)$$

де К – кошторисна вартість будівництва, тис. грн.;

П_ч – чистий прибуток, тис. грн.

Чистий прибуток визначається за формулою 8.6

$$П_{ч} = П - п, \quad (8.6)$$

де п – податок на прибуток, тис. грн.

$$п = 34345,24 \cdot 0,25 = 8586,31 \text{ тис. грн.}$$

Отже,

$$П_{ч} = 34345,24 - 8586,31 = 25758,93 \text{ тис. грн.}$$

$$T = 4797,32 / 25758,93 = 0,2$$

Коефіцієнт економічної ефективності (К_{еф}) капіталовкладень визначається за формулою 8.7

$$K_{ef} = 1 / T = 1 / 0,2 = 5 \quad (8.7)$$

Основні техніко-економічні показники ефективності проекту приведені в таблиці 8.12

ТАБЛИЦЯ 8.12

Показники	Значення
1. Річний обсяг виробництва, тис. дал.	
2. Товарна продукція, тис. грн.	2100
3. Повна собівартість товарної продукції, тис. грн.	104076,0 75375,653
4. Собівартість 1дал. безводного спирту, грн.	35,893
5. Прибуток, тис. грн.	34345,24
6. Рентабельність продукції, %	49,1
7. Кошторисна вартість ректифікаційної колони, тис. грн.	4797,32
8. Термін окупності капітальних вкладень, років	0,2 5
9. Коефіцієнт економічної ефективності	0,72
10. Витрати на 1грн. товарної продукції, грн.	

Висновок

Модернізація спиртової колони за рахунок збільшення концентраційної частини царг виконано у відповідності із кваліфікаційним завданням.

За рахунок збільшення числа тарілок концентраційної частини спиртової колони із 69 до 84 тарілок дозволяє економити до 10 % гріючої пари по відділенню ректифікації.

Завдяки встановленню додаткових царг виробник одержує можливість випускати постійно ректифікований харчовий спирт «люкс».

Модернізація спиртової колони виконується силами механічної майстерні заводу.

Висота виробничого приміщення дозволяє установку додаткових двох царг, висота складає 2,5 м.

Модернізація спиртової колони підтвержена економічними розрахунками.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кцдренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.КР.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яровенко В.Л. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и техноконтроль. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 336 с.
2. Баранцов В.И. Сборник задач по процессам и аппаратам пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1985. – 136 с.
3. Анистратенко В.А. Прямоточные контактные устройства брагоректификационных установок. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 159 с.
4. Грязков В.П. Практическое руководство по ректификации спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1968.
5. Стабников В.И. Перегонка и ректификация этилового спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 456 с.
6. Цыганков П.С. Ректификационные установки спиртовой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984 – 334 с.
7. Рудницкий П.В. Справочник работника спиртовой промышленности. – К.: ТЕХНІКА, 1972. – 377 с.
8. Бачурин П.Я. Оборудования для производства спирта и спиртпродуктов, 1985. – 343 с.
9. Иванов А.И. Оборудования спиртового производства. – М.: «Пищевая промышленность», 1981 – 207 с.
10. Цыганков П.С. Браго-ректификационные установки. – М.: «Пищевая промышленность», 1970 – 351 с.
11. Колоянов С.П. Оборудования спиртовых заводов. – М.: «Пищевая промышленность», 1975 – 294 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Доломакін Ю.Ю.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кудренко М.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>	191688.KP.05.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/

12. Рабинович Б.Д. Ремонт оборудования спиртовых заводов. – М.: «Пищевая промышленность», 1972 – 118 с.

13. Цыганков П.С. Реконструкция спиртовых заводов. – К.: «Техніка», 1978 – 207 с.

14. Смирнов В.А. Технология спирта – М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1981 – 415 с.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть.	Примітка			
				<u>Документація</u>					
A4			191686.KP.04.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1				
				<u>Складальні одиниці</u>					
		1	191686.KP.04.000.01	Станина	1				
		2	191686.KP.04.000.02	Конвейєр	1				
		3	191686.KP.04.000.03	Ділильна головка	1				
		4	191686.KP.04.000.04	Електрообладнання	1				
		5	191686.KP.04.000.05	Борошнопосипач	1				
				<u>Деталі</u>					
		6		Ведена зірочка	1				
		7		Шестерня	1				
		8		Колесо	1				
		9		Колесо	1				
		10		Головний вал	1				
		11		Шестерня	1				
		12		Втулка розпірна	1				
		13		Кришка	2				
		14		Ведуча зірочка	1				
		15		Щиток	4				
		16		Зірочка натяжна	1				
		17		Ходове колесо	4				
		18		Направляюча стрічка	1				
		19		Стяжка	1				
		20		Шків	1				
Відповідальна організація НУХТ		Технічне узгодження Доломакін Ю.Ю.		Розробник документа Колесник Р.О.		Документ затверджено Гавва О.М.		Масштаб	
Власник документа НУХТ				Вид документа Специфікація		Статус документа			
				Назва, додаткова назва Тістоподільник		191686.KP.04.000.01.СП			
				Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш		
						ua		1/3	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка		
		21		Стрічка конвеєра	1			
		22		Шайба	2			
				<u>Стандартні вироби</u>				
		23		Мотор-редуктор	1			
				MRC 042				
		24		Шпилька M16 *(30/35)	3			
				ГОСТ 11766-66				
		25		Гайка M16 ГОСТ 5915-70	3			
		26		Шайба 17 ГОСТ 11 371-68	3			
				<u>Деталі</u>				
		27		Труба	1			
		28		Вісь	1			
		29		Нижня частина станини	1			
		30		Підшипник	1			
		31		Кришка	1			
		32		КришкаШарикопідшипник №210	2			
		33		Болт M6 *20ГОСТ7798-70	8			
		34		Зірочка	1			
		35		Ущільнення	2			
		36		Шпонка A10*8*30ГОСТ8789-68	1			
		37		ГвинтM6 *20ГОСТ10336-63	4			
		38		Втулка розпірна	1			
191686.KP.04.000.01.CP					Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
							ua	2/3

