

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

Кафедра "Процеси та обладнання хімічних
і нафтопереробних виробництв"

**Кваліфікаційна робота бакалавра
зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"**

Тема роботи: Установка підготовки нафти. Розробити трифазний
вертикальний сепаратор типу Heater-Treater.

Виконав:

студент групи ХМ-61 НГ

Самойленко Вадим Олегович

Залікова книжка

№ 18510240

Захищений з оцінкою:

Керівник:

д.т.н., професор. Ляпощенко О. О.

підпис

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 66 с., 9 рис., 6 табл., 1 додаток, 34 джерела.

Графічні матеріали: технологічна схема установки, складальне креслення апарата, складальне креслення вузла(опора), креслення деталей(обичайка, днище) – усього 3 аркуші формату А1.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: ”Установка підготовки нафти.
Розробити трифазний вертикальний сепаратор типу Heater-Treater”.

Наведені теоретичні основи та особливості процесу сепарації у виробництві та очищенні нафти та інших сумішей, виконані розрахунки матеріального і теплового балансів процесу, технологічні розрахунки апарата, виконані конструктивні розрахунки апарату, визначені його розміри, гідравлічний опір, обґрунтований вибір матеріалу для виготовлення апарата, розраховане і вибране допоміжне обладнання.

Розрахунками на міцність і герметичність показана надійність роботи спроектованого апарата. В рамках цього розділу були виконані такі розрахунки: товщина стінки обичайки, днища, укріплення отворів, розрахунок фланцевого з’днання, вибір та розрахунок опори.

Всі розрахунки були виконані за допомогою спеціальної літератури.

Ключові слова: АПАРАТ, УСТАНОВКА, СЕПАРАЦІЯ, НАФТА,
ТРИФАЗНИЙ СЕПАРАТОР, РОЗРАХУНОК, ТОВЩИНА СТІНКИ, МОНТАЖ,
РЕМОНТ.

Вступ

Нафта є основною сировиною для нафтопереробних та нафтохімічних виробництв. Продукція свердловин на нафтових родовищах являє собою багатофазну багатоконпонентну суміш, тому вона не придатна для прямої переробки. Одводненість сирової нафти пластовою водою та розчиненими солями призводить до зниження яко-сті як самої нафти, так і продуктів її переробки. Отже руйнування стійкої водонафтової емульсії і зневоднення нафти є основним процесом на промислових установах комплексної підготовки нафти (УКПН) перед подачею її на нафтопереробні заводи (НПЗ). Тому задача вдосконалення технологій підготовки нафти та розробка ресурсозберігаючого нафтопромислового обладнання поряд з традиційно застосовуваними низько енергоефективними способами та застарілими конструкціями постає сьогодні однією з актуальних проблем перед фахівцями нафтогазової промисловості.

Основним апаратом УКПН є б'ючний трифазний сепаратор (установка попереднього скидання (УПС) води), який використовується для дегазації нафти, її розділення на очищену нафту та пластову воду, а також попереднього підігріву за рахунок жарових труб та за рахунок декількох ступенів (тарілок) для відпарки легких фракцій та для підвищення ефективності сепарації. А у верхній частині апарата вловлювання бризок з подібного нафтово-го газу.

[1],

Можна зазначити, що на даний момент часу процес сепарації є актуальним у світі. Цей процес може використовуватися не тільки в нафтогазовому, нафтохімічному та нафтопереробному виробництві, а і у безлічі різних галузей промисловості.

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ док.ум.	Підп.	Дата
------	------	-----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

2

1. Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми виробництва

Підготовлена нафта з УПН під тиском до 1,2 МПа і температурою до 80°C насосом поз. Н-2 подається в теплообмінник поз. Т-1 в міжтрубний простір, де нагрівається за рахунок тепла стабільної нафти з колони К-1. Після теплообмінника Т-1 нафта подається на тарілку сепараційного простору колони К-1.

З верху колони К-1 газова суміш (пари ШФЛВ) поступає в холодильник-конденсатор Х-1, де охолоджується і конденсується до температури 45°C. Після холодильника-конденсатора суміш потрапляє в сепаратор С-1. Конденсація ШФЛВ в холодильнику-конденсаторі Х-1 здійснюється за рахунок зворотної води, яка подається насосом поз. Н-4.

В сепараторі С-1 проходить розділення: газ – вода – очищена нафта. З низу сепаратора С-1 вода дренується в каналізацію, очищена нафта відкачується в товарний парк насосом Н-6. С верху сепаратора відводиться газ, що не сконденсувався.

З низу колони К-1 стабільна нафта поступає в трубний простір теплообмінника Т-1 де віддає своє тепло сирій нафті. Потім в теплообмінник Т-2 де охолоджується зворотною водою до температури не більше 40° С. Після теплообмінника Т-2 стабільна нафта поступає в товарний парк.

Таблиця 1 – Склад ШФЛВ рідини

Компонент	% мас
-С ₁	-
-С ₂	0,1
-С ₃	7,0
-іС ₄	4,8
-нС ₄	19,4
-іС ₅	20,0
-нС ₅	31,0
-нС ₆	17,7

Підп. і дата
Інв. № діляч.
Взам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

3

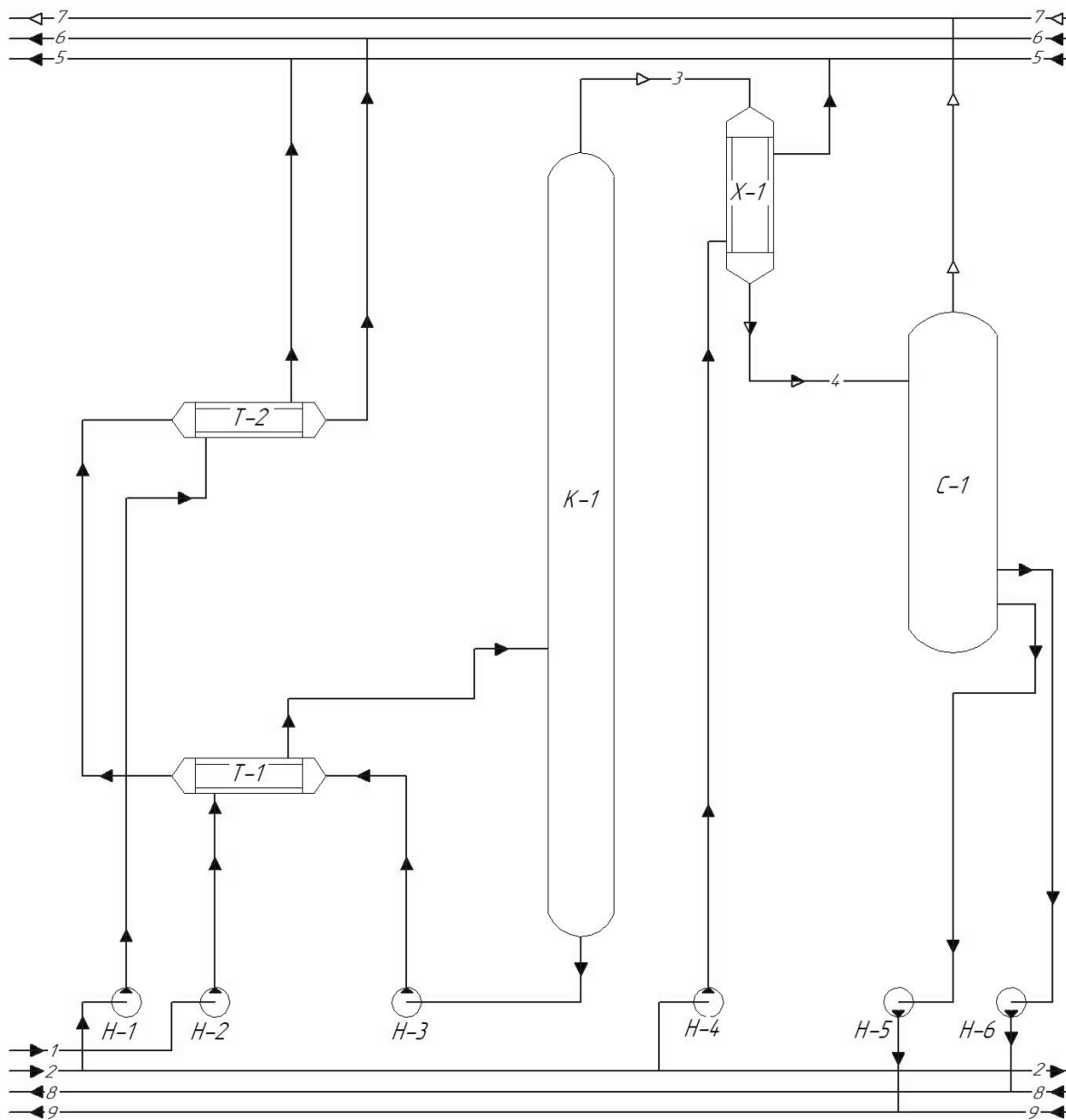


Рис. 1 - Схема установки стабілізації нафти

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дѣл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
4

Копировал

Формат А4

того щоб дегазація відбувалась найбільш повноцінно, необхідно забезпечити ламінарний режим руху рідинної суміші та необхідний час передубання в апараті. Високо інтенсивні турбулентні режими призводять до інтенсивного утворення піни, яка представляє собою газорідинну систему, що складається з бульбашок подібного нафтового газу, розділених тонкими плівками в язкої нафти. Відомо, що при бульбашковому режимі дегазація відбувається досить повільно, як наслідок потрібний час передубання нафти в сепараторі збільшується в декілька раз. Другим фактором, який впливає на утворення бульбашок – це висота з якої рідина спадає в шар нафти. Тодто для більшої ефективності дегазації необхідно цю висоту зменшити. Останнім основним фактором, який впливає на ефективність дегазації – це наявність пристроїв для збільшення поверхні контакту фаз. [12]

Також в конструкції нашого апарату передбачені ще декілька процесів, а саме: підігрів емульсії через жарові труби (теплообмін) та відпарка легких фракцій на тарілках (ректифікація). Теплообмін (теплопередача) – фізичний процес передавання енергії у вигляді певної кількості теплоти від тіла з вищою температурою до тіла з нижчою температурою до настання термодинамічної рівноваги. Не можливо зупинити передачу тепла між сусідніми об'єктами з різними температурами – її можна лише сповільнити.

Одиницею вимірювання теплової енергії в системі СІ є Джоуль (раніше використовувалась калорія).

Є три види теплообміну: теплопровідність, конвекція, випромінення. Теплопровідність – це явище передачі внутрішньої енергії від однієї частини тіла до іншої або від одного тіла до іншого за їхнього безпосереднього контакту. Зауважимо, що за явища теплопровідності не відбувається перенесення речовини. Різні речовини мають різну теплопровідність. Так, метали краще проводять тепло, ніж дерево, тому ручки сковорідок виготовляють з дерева чи пластмас. Серед металів високу теплопровідність мають срібло і мідь.

Наступний вид теплообміну – конвекція. Під час конвекції енергія

Попл. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инд. № попл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
7

переноситься потоками газу чи рідини. У твердих тілах цей спосіб теплообміну неможливий. Конвекція зумовлює виникнення таких явищ природи, як вітер, теплі і холодні течії в океанах тощо.

Розрізняють природну конвекцію, приклади якої вже наводилися, і вимушену конвекцію, що відбувається, коли, наприклад, нерівномірно нагріту рідину переміщують мішалкою. Конвекція, як і теплопровідність, широко використовується в подумі. Саме завдяки конвекції нагрівається рідина в посудині, яка стоїть на гарячій плиті, обігрівуються приміщення.

Випромінення (променевиї теплообмін), подібно до теплопровідності та конвекції, є видом теплообміну.

Випроміненням енергія може передаватися на великі відстані і не потребує наявності речовини між тілами. Яскравий приклад – випромінення Сонця, яке досягає Землі, проходячи відстань 149 000 000 км крізь майже безповітряний простір.

Енергію випромінюють усі тіла – і сильно, і слабо нагріті. Чим вища температура тіла, тим більше енергії воно випромінює.

[4]

Ректифікація (рос. ректификация, англ. rectification, fractionation; нім. Rektifikation f) – розділення рідких сумішей, що містять два або кілька компонентів різної питомої ваги, багаторазовим випаровуванням суміші і конденсацією пари.

Рухлива сила ректифікації – різниця між фактичними і рівноважними концентраціями компонентів у паровій фазі, що відповідають складу рідкої фази.

Для ректифікації, як правило, використовують колонні апарати, що дозволяє реалізувати багаторазовий контакт між потоками рідкої і газоподібної фаз.

Ректифікація – один із найбільш енергоємних технологічних процесів.

Застосовують у хімічній, нафтовій, спиртовій промисловості (отримання ректифікованого етилового спирту), а також для розділення ізотопів, виділення індивідуальних речовин тощо.

РЕКТИФІКАЦІЯ НАФТИ – процес випаровування із нафти летких вуглеводнів та конденсації в ректифікаційних колонах – виділення бензинів, гасу та інших фракцій з нафти. [5]

Підп. і дата
Інв. № докл.
Взам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Ізм.	Лист	№ докum.	Підп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ	Лист
						8

1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів

Вертикальний трифазний сепаратор (рис. 2) складається з корпусу 1, еліптичного днища 2, кришки 3. В середині знаходиться пристрій дегазації.

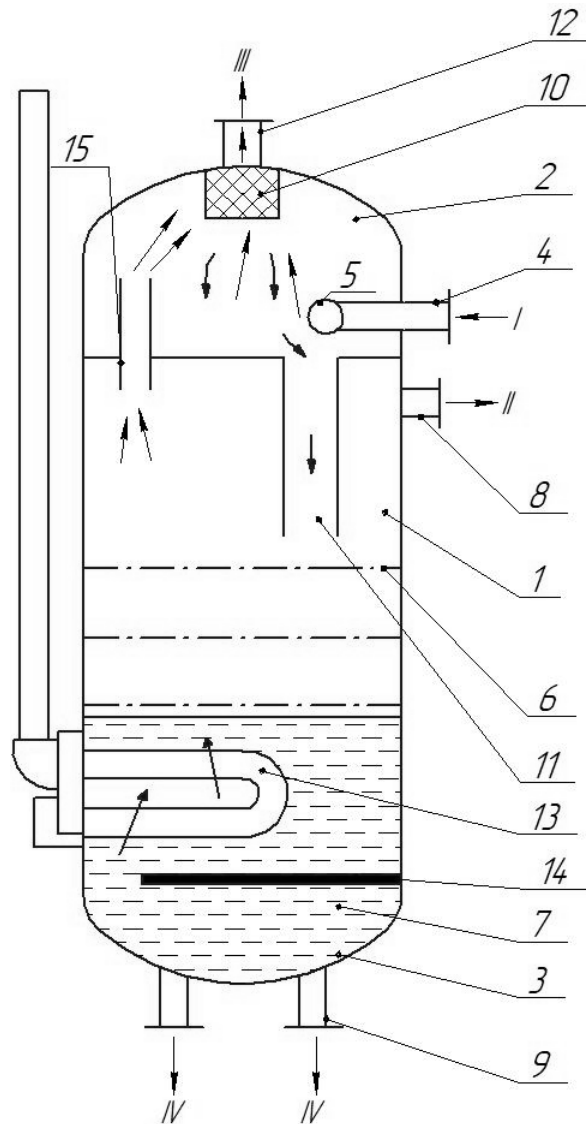


Рис. 2 – Вертикальний сепаратор типу Heater-treater
 I – вхід суміші ШФ/В або емульсії; II – вихід очищеної нафти; III – вихід газу; IV – вихід води; 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – еліптичне днище; 4 – штуцер введення сировини; 5 – розподільний колектор; 6 – тарілка; 7 – секція збору рідинної суміші; 8 – штуцер виведення очищеної нафти; 9 – штуцер виведення води; 10 – жалюзійний краплеуловлювач; 11 – зливний патрубкок; 12 – штуцер виведення газу; 13 – жарова труба; 14 – перегородка; 15 – труба

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
10

для відводу газу.

Сепаратор працює наступним чином: він являє собою вертикальний циліндричний апарат. Апарат працює за принципом безперервного розділення. Газорідинна суміш (рис. 2) під тиском надходить через штуцер 4 до роздаточного колектора 5, з якого рідина протікаючи по посудині, що збільшує час стікання суміші та створює велику площу виділення бульбашок газу, потрапляє в зливний патрубок 11. Газ в свою чергу відбирається у верхню частину посудини. Відповідно відбувається дегазація процесу, під час якої рідина та газ розділюються. Спеціально розроблені перегородки (тарілки) спрямовують вільну частину води донизу, а легшу в свою чергу емульсію нафти/води вгору. Рідина по зливному патрубку потрапляє на перегородку 14. Вода видаляється з дна апарату через штуцери 9. Оскільки вода має більшу густину вона буде накопичуватися внизу сепаратора, а емульсія в свою чергу буде підніматися вгору та проходити повз жарові труби 13, які використовуються для підігріву розділюваної емульсії, поглинаючи тепло. Спека і очищувальна дія перегородкових лотків (тарілок) б руйнують емульсію в міру проходження через посудину. Окремі краплі води зливаються і осідають на дні, поки нафта продовжує зростати. Очищена нафта видаляється вгору через штуцер 8. Бажаний рівень нафти/води можна підтримувати ззовні, регулюючи сифонний ніпель. Також частина газу через спеціальну трубу, де також знаходиться вирівнювач тиску 15, поглинається з секції де знаходиться очищена нафта та направляється до краплеуловлювача. Основний потік газу разом з дрібними крапельками рідини піднімається вгору і надходить в жалюзійний краплеуловлювач 10, в якому відбувається «захоплення» (прилипання) крапельок рідини. Вловлена рідина потім стікає плівкою та надходить до зливного патрубку 11 в секцію 7. Газ через штуцер 12 виводиться з сепаратора.

Вертикальні сепаратори мають ту перевагу, що вони дозволяють достовірно визначити об'єм рідини, що обумовлює застосування більш простих засобів для регулювання його роботи. Процес очищення таких сепараторів простий, тому їх рекомендується

Попл. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инд. № попл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

11

Вибір конструкційного матеріалу для виготовлення апарату.
Для виготовлення корпусу, днища, штуцерів та ін. використо-
вуємо сталь марки 12Х18Н10Т.

Клас: Сталь конструкційна криогенна

Вид поставки: сортовий прокат, в тому числі фасонний: ГОСТ 5949-75, ГОСТ 2590-2006, ГОСТ 2879-2006. Калібрований пруток ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78. Шліфований пруток та Серебрянка ГОСТ 14955-77, ГОСТ 18907-73. Лист товстий ГОСТ 7350-77. Лист тонкий ГОСТ 5582-75. Стрічка ГОСТ 4986-79. Дріт ГОСТ 18143-72. Поковки і ковани заготовки ГОСТ 25054-81, ГОСТ 1133-71 Труби ГОСТ 9940-81, ГОСТ 9941-81, ГОСТ 14162-79.

Використання в промисловості: деталі, що працюють до 600°C. Зварні апарати і посудини, що працюють в розведених розчинах азотної, оцтової, фосфорної кислот, розчинах лугів і солей та інші деталі, що працюють під тиском при температурі від -196 до +600°C, а при наявності агресивних середовищ до +350°C.; сталь аустенітного класу.

Хімічний склад ц% сталі 12Х18Н10Т (стар. Х18Н10Т)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
до 0,12	до 0,8	до 2	9-11	до 0,02	до 0,035	17-19	до 0,3	0,4-1	~67

Питома вага: 7920 кг / м³

Термообробка: Гарт 1050 - 1100°C, вода

Температура кування: початку 1200°C, кінця 850°C. Перетини до 350 мм охолоджуються на повітрі

Твердість матеріалу: HB 10⁻¹ = 179 МПа

Зварюваність матеріалу: без обмежень, способи зварювання: РДС (електроди ЦТ-26), ЕШС і КТС. Рекомендується наступна термообробка

Різанням: в загартованому стані при HB 169 і $\sigma_B = 610$ МПа,

$K_{u\text{тв.спл}} = 0,85$, $K_{u\text{д.ст}} = 0,35$

Флокеночутливість: не чутлива

Жаростійкість: в повітрі при T = 650°C 2-3 група стійкості, при T = 750°C 4-5 група стійкості

Межа витривалості: $\sigma_{-1} = 279$ МПа, n = 107.

Подп. и дата
Инв. № докл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
13

Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т (стар. Х18Н10Т)

<i>ГОСТ</i>	<i>Стан поставки, режим термообробки</i>	<i>Перетин, мм</i>	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %
<i>ГОСТ 5949-75</i>	<i>Прутки. Гарт 1020-1100 °С, повітря, масло або вода.</i>	<i>60</i>	<i>196</i>	<i>510</i>	<i>40</i>	<i>55</i>
<i>ГОСТ 18907-73</i>	<i>Прутки шліфовані, оброблені на задану міцність. Прутки загартовані.</i>	<i>до 5</i>	<i>-</i>	<i>590-830</i> <i>930</i>	<i>20</i> <i>-</i>	<i>-</i> <i>-</i>
<i>ГОСТ 7350-77</i>	<i>Листи гарячекатані і холоднокатані: - гарт 1000-1080 °С, вода або повітря.</i>	<i>>4</i>	<i>236</i>	<i>530</i>	<i>38</i>	<i>-</i>
<i>ГОСТ 5582-75</i>	<i>- гарт 1050-1080 °С, вода або повітря. - загартовані</i>	<i>до 3,9</i> <i>до 3,9</i>	<i>205</i> <i>-</i>	<i>530</i> <i>880-1080</i>	<i>40</i> <i>10</i>	<i>-</i> <i>-</i>
<i>ГОСТ 18143-72</i>	<i>Дріт термооброблений</i>	<i>1-6</i>	<i>-</i>	<i>540-880</i>	<i>20</i>	<i>-</i>
<i>ГОСТ 9940-8</i>	<i>Труби безшовні гарячодіформовані без термообробки</i>	<i>3,5-32</i>	<i>-</i>	<i>529</i>	<i>40</i>	<i>-</i>
<i>ГОСТ 25054-81</i>	<i>Паковки. Загартування 1050-1100 °С, вода або повітря.</i>	<i>до 1000</i>	<i>196</i>	<i>510</i>	<i>35</i>	<i>40</i>

Характеристика та осодливості електрошлакового зварювання сталі 12Х18Н10Т: хромонікелетитанова аустенітна сталь 12Х18Н10Т набула найбільшого поширення в промисловості зважаючи на можливість успішного використання її в різноманітних експлуатаційних умовах. Вона має високу корозійну стійкість в ряді рідких середовищ, стійка проти міжкристалічної корозії після зварювального нагріву, порівняно мало охрупчується в результаті тривалого впливу високих температур і може бути застосована в якості жароміцного матеріалу при температурах ~600° С. Будучи високопластичною в умовах глибокого холоду, ця сталь використовується в установках для отримання рідкого кисню. Зварні шви конструкції, що працюють в контакті з агресивними рідинами, повинні перш за все володіти стійкістю проти міжкристалічної корозії. Застосовувані для електрошлакового зварювання пластинчасті електроди з гарячекатаних листів містять не менше 0,10% С. При такому вмісті вуглецю через уповільнення охолодження, характерного для електрошлакового зварювання, можлива поява

<i>Підп. і дата</i>	
<i>Інв. № докл.</i>	
<i>Взам. інв. №</i>	
<i>Підп. і дата</i>	
<i>Інв. № подл.</i>	

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
-------------	-------------	-----------------	--------------	-------------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

схильності шва до міжкристалічної корозії. Цьому сприяє також крупнокристалічна будова металу шва.

При використанні фторидних флюсів окислення титану, що міститься в електроді, невелике і не перевищує 20%. Однак навіть невелике зменшення концентрації титану в шві при утриманні 0,1% C тягне за собою зниження корозійної стійкості. Тому при електрошлаковому зварюванні рекомендується застосовувати електроди з сталей зі знизеним вмістом вуглецю, з тим щоб концентрація його в шві не перевищувала 0,08%. Якщо його концентрація в основному металі дорівнює 0,12%, необхідно застосовувати пластинчастий електрод, що містить не більше 0,03% C.

Для виготовлення кріпильних виробів: шпильки, болти, гайки, шайби використовуємо сталь марки 45X.

Клас: Сталь конструкційна легована.

Використання в промисловості: вали, шестерні, осі, болти, шатуни і інші деталі, до яких пред'являються вимоги підвищеної твердості, зносостійкості, міцності і працюють при незначних ударних навантаженнях.

Хімічний склад ц% сталі 45X

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,41-0,49	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8-1,1	до 0,3	~97

Термообробка: Нормалізація

Твердість матеріалу: $HV 10^{-1} = 229 \text{ МПа}$

Температура критичних точок: $A_{c1} = 735$, A_{c3} (A_{cm}) = 770, A_{r3} (A_{rcm}) = 690, $A_{r1} = 660$, $M_n = 355$

Зварюваність матеріалу: важкозварювальна.

Флокеночутливість: чутлива.

Схильність до відпускнуї крихкості: схильна.

Механічні властивості сталі 45X при $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Прокат	Розмір	σ_B (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (кДж/м ²)
Поковки	до 100	570	315	17	38	390

[10]

Попл. и дата									
Инв. № докл.									
Взам. инв. №									
Попл. и дата									
Инв. № подл.									
<p style="text-align: center;">ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ</p>									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					15

витрата нафти: $G_H = G_1 - G_{H2O} = 91 - 18,2 = 72,8 \text{ т/год}$;

- при вмісті води в нафті $X_0 = 90\%$

витрата води: $G_{H2O} = G_1 \cdot X_0 = 91 \cdot 0,9 = 81,9 \text{ т/год}$;

витрата нафти: $G_H = G_1 - G_{H2O} = 91 - 81,9 = 9,1 \text{ т/год}$;

Тепловий баланс.

Тепловий розрахунок необхідний для знаходження кількості теплоти Q , кВт, необхідної для підігріву водонафтової емульсії до робочої температури процесу $T_K = 50^\circ\text{C}$. Кількість теплоти може бути знайдена виходячи з відомих витрат води (G_{H2O} кг/с) та нафти (G_H кг/с):

$$Q = G_H \cdot C_H \cdot (T_K - T_H) + G_{H2O} \cdot C_{H2O} \cdot (T_K - T_H);$$

де C_H , C_{H2O} , - питома теплоємність нафти та води при середній температурі відповідно, кДж/(кг·К).

Середня температура дорівнює $T, ^\circ\text{C}$:

$$T = \frac{(T_K - T_H)}{2} = \frac{(50 - 15)}{2} = 32,5 ^\circ\text{C};$$

Питому теплоємність нафти C_H , при середній температурі $T, ^\circ\text{C}$ розраховуємо по емпіричній залежності:

$$C_H = \frac{1,687 + 0,00399 \cdot T}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}};$$

де $\rho_{15}^{15} = 0,852$ - відносна густина нафти (визначається як відношення густини нафти при температурі $15,5^\circ\text{C}$ до густини води при рівній температурі), кДж/(кг·К);

$$\rho_{15}^{15} = \rho_{15}^{20} + 5 \gamma,$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,848 + 5 \cdot 0,0007 = 0,852,$$

$$C_H = \frac{1,687 + 0,00399 \cdot 32,5}{\sqrt{0,852}} = 1,968 \text{ кДж/(кг·К)};$$

Питома теплоємність води: $C_{H2O} = 4,19 \text{ кДж/(кг·К)}$;

Кількість теплоти, при 20%, дорівнює:

$$Q = \frac{72,8 \cdot 1000}{3600} \cdot 1968 \cdot (50 - 15) + \frac{18,2 \cdot 1000}{3600} \cdot 4190 \cdot (50 - 15) = 2,134 \text{ МВт};$$

Кількість теплоти, при 90%, дорівнює:

Подп. и дата					
Инв. № докл.					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					17

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

$$Q = \frac{9,1 \cdot 1000}{3600} \cdot 1968 \cdot (50-15) + \frac{81,9 \cdot 1000}{3600} \cdot 4190 \cdot (50-15) = 3,51 \text{ МВт};$$

Необхідну витрату паливного газу $G_{ПГ}$, кг/с, визначаємо з рівняння теплового балансу:

$$G_{ПГ} = \frac{Q}{\eta \cdot Q_H},$$

де η – к.к.д. нагрівачого пристрою; $Q_H = 48,6 \text{ МДж/кг}$ – робоча теплота згоряння палива, кДж/кг.

$$\eta = 1 - \frac{Q_{ух}}{Q_H} - \frac{Q_{окр}}{Q_H},$$

де $q_{ух}$ – теплота, втрачена з вихідними димовими газами, з одного кг газу, кДж/кг, $q_{окр}$ – теплота, втрачена до навколишнього середовища з одного кг газу кДж/кг.

Для інженерних розрахунків допускається прийняти:

$$\frac{Q_{ух}}{Q_H} \approx 0,24 \frac{Q_{окр}}{Q_H} = 0,05,$$

$$\eta = 1 - 0,24 - 0,05 = 0,71$$

при 20%:

$$G_{ПГ} = \frac{Q}{\eta \cdot Q_H} = \frac{2,134 \cdot 10^6}{0,71 \cdot 48,6 \cdot 10^6} = 0,06184 \text{ кг/с} \approx 222,64 \text{ кг/год.}$$

при 90%:

$$G_{ПГ} = \frac{Q}{\eta \cdot Q_H} = \frac{3,51 \cdot 10^6}{0,71 \cdot 48,6 \cdot 10^6} = 0,1 \text{ кг/с} \approx 366,2 \text{ кг/год.}$$

Розрахуємо об'ємну витрату паливного газу:

$$V_{ПГ} = \frac{G_{ПГ}}{\rho_{ПГ}},$$

де $\rho_{ПГ} = 0,932 \text{ кг/нм}^3$ – густина подічного нафтового газу;

$$V_{ПГ} = \frac{222,64}{0,932} = 238,884 \text{ нм}^3/\text{год}, \text{ – при 20\% вмісту води в нафті};$$

$$V_{ПГ} = \frac{366,2}{0,932} = 392,92 \text{ нм}^3/\text{год}, \text{ – при 90\% вмісту води в нафті};$$

Розрахуємо об'ємну витрату суміші рідини в умовах сепаратору:

$$V_{см} = \frac{G_H}{\rho_H} + \frac{G_{H2O}}{\rho_{H2O}};$$

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ	Лист	
												18	
											Копировал	Формат	A4

$$W_{OCБ} = \frac{(100 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (848 - 0,92) \cdot 9,81}{18 \cdot 9,6 \cdot 10^{-6}} = 0,481 \text{ м/с.}$$

Більшість розрахунків зроблено на прикладі згідно [11],[12],[13],[14]
Розрахунок фазової рівноваги та умови дегазації.

Таблиця 2 – Склад ШФЛВ рідини (вхідної суміші газ-рідина)

Компонент	% мас
-C ₁	-
-C ₂ H ₆ (M=30)	0,1
-C ₃ H ₈ (M=44)	7,0
-iC ₄ H ₁₀ (M=58)	4,8
-nC ₄ H ₁₀ (M=58)	19,4
-iC ₅ H ₁₂ (M=72)	20,0
-nC ₅ H ₁₂ (M=72)	31,0
-nC ₆ H ₁₄ (M=86)	17,7

Далі ми повинні склад суміші перевести з масових часток в мольні. Зробимо це наступним чином:

$$C_i' (\text{мольна частка } i\text{-го компонента}) = \frac{C_i \cdot \sum M_i C_i}{M_i}$$

де C_i – масова частка i -го компонента; M_i – молекулярна маса i -компонента; $\sum M_i C_i$ – середня молекулярна маса (M_{CP}).

$$\sum M_i C_i (M_{CP}) = 0,03 + 3,08 + 2,784 + 11,252 + 14,4 + 22,32 + 15,222 = 69,088.$$

$$C_2H_6 (\text{мол}) = \frac{C_2H_6 (\text{мас}) \cdot M_{CP}}{C_2H_6 (M)} = \frac{0,1 \cdot 69,088}{30} = 0,23.$$

$$C_3H_8 (\text{мол}) = \frac{C_3H_8 (\text{мас}) \cdot M_{CP}}{C_3H_8 (M)} = \frac{7 \cdot 69,088}{44} = 10,99.$$

$$iC_4H_{10} (\text{мол}) = \frac{iC_4H_{10} (\text{мас}) \cdot M_{CP}}{iC_4H_{10} (M)} = \frac{4,8 \cdot 69,088}{58} = 5,717.$$

$$nC_4H_{10} (\text{мол}) = \frac{nC_4H_{10} (\text{мас}) \cdot M_{CP}}{nC_4H_{10} (M)} = \frac{19,4 \cdot 69,088}{58} = 23,1.$$

$$iC_5H_{12} (\text{мол}) = \frac{iC_5H_{12} (\text{мас}) \cdot M_{CP}}{iC_5H_{12} (M)} = \frac{20 \cdot 69,088}{72} = 19,191.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №	Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ	Лист
												20

$$n_{C_5H_{12}}(\text{мол}) = \frac{n_{C_5H_{12}}(\text{мас}) \cdot M_{CP}}{n_{C_5H_{12}}(M)} = \frac{31.69,088}{72} = 29,746.$$

$$n_{C_6H_{14}}(\text{мол}) = \frac{n_{C_6H_{14}}(\text{мас}) \cdot M_{CP}}{n_{C_6H_{14}}(M)} = \frac{17,7.69,088}{86} = 14,219.$$

Для визначення покомпонентного складу газової фази, яка утворилася слід розрахувати процес одноразового випаровування/конденсації, для цього використовується рівняння:

$$y_i = \frac{C_i K_i}{1 + (K_i - 1)e}$$

де y_i - мольна доля i -го компонента в газовій фазі, яка утворилася та знаходиться в рівновазі з рідким залишком; C_i - мольна доля i -го компонента у вхідній суміші; K_i - константа фазової рівноваги i -го компонента в умовах сепарації (при певних значеннях надлишкового тиску $P=0,4$ МПа та температурі $T=50^\circ\text{C}$)

Для кожного елемента згідно метод. вказівок [32]:

$$K(C_2H_6) = 10;$$

$$K(C_3H_8) = 3,5;$$

$$K(iC_4H_{10}) = 1,7;$$

$$K(nC_4H_{10}) = 1,2;$$

$$K(iC_5H_{12}) = 0,55;$$

$$K(nC_5H_{12}) = 0,45;$$

$$K(C_6H_{14}) = 0,18;$$

e - мольна доля відгону, прийmemo $e = 0,006236$.

$$y'(C_2H_6) = \frac{0,23 \cdot 10}{1 + (10 - 1) \cdot 0,006236} = 2,178.$$

$$y'(C_3H_8) = \frac{10,99 \cdot 3,5}{1 + (3,5 - 1) \cdot 0,006236} = 37,87.$$

$$y'(iC_4H_{10}) = \frac{5,717 \cdot 1,7}{1 + (1,7 - 1) \cdot 0,006236} = 9,676.$$

$$y'(nC_4H_{10}) = \frac{23,1 \cdot 1,2}{1 + (1,2 - 1) \cdot 0,006236} = 27,685$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ Лист 21
Взам. инв. №	Инд. № докл.	Копировал	Формат	A4			

$$y'(iC_5H_{12}) = \frac{19,191 \cdot 0,55}{1 + (0,55 - 1) \cdot 0,006236} = 10,5847.$$

$$y'(nC_5H_{12}) = \frac{29,746 \cdot 0,45}{1 + (0,45 - 1) \cdot 0,006236} = 13,43.$$

$$y'(nC_6H_{14}) = \frac{14,219 \cdot 0,18}{1 + (0,18 - 1) \cdot 0,006236} = 2,57.$$

Розрахунки розгазування нафти в сепараторах при невеликих тисках (до 0,9 МПа) з остаточною для практичних цілей точністю можна проводити по закону Рауля-Дальтона:

$$y_i = K_i \cdot x_i,$$

де x_i – мольна доля i -го компоненту в рідкому залишку.

$$x_i = \frac{y_i}{K_i}.$$

$$x'(C_2H_6) = \frac{2,178}{10} = 0,2178.$$

$$x'(C_3H_8) = \frac{37,87}{3,5} = 10,82.$$

$$x'(iC_4H_{10}) = \frac{9,676}{1,7} = 5,69.$$

$$x'(nC_4H_{10}) = \frac{27,685}{1,2} = 23,07.$$

$$x'(iC_5H_{12}) = \frac{10,5847}{0,55} = 19,24.$$

$$x'(nC_5H_{12}) = \frac{13,43}{0,45} = 29,84.$$

$$x'(nC_6H_{14}) = \frac{2,57}{0,18} = 14,27.$$

[15]

Розрахунок поверхні масопередачі.

Поверхню масопередачі можна знайти на основі кінетичного рівняння масопередачі:

$$M = K_M \cdot \Delta C_{CP} \cdot F_M,$$

де M – швидкість процесу масопередачі, $[kg/m^2 \cdot s]$; ΔC_{CP} –

Підп. и дата										
Инв. № докл.										
Взам. инв. №										
Підп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ					Лист
										22

середня рушійна сила процесу масопередачі (різниця між концентраціями речовин) [кг/кг]; F_M – поверхня масопередачі, m^2 .

Відповідно:

$$F_M = \frac{M}{K_M \cdot \Delta C_{CP}} = \frac{5,1}{4,6 \cdot 0,058} = 19,11 m^2.$$

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
<i>ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ</i>				Лист
				23

Копировал Формат А4

2.2 Конструктивні розрахунки.

Визначення діаметру корпусу апарату.

Розшарування суміші нафти та води у стані спокою починається одразу, але практично повне розділення відбувається через 15–20 хв.

При розрахунку для розділення такої системи зазвичай приймають середню швидкість потоку w_1 в зоні відстою, вважаючи по витраті суміші, рівною 0,002–0,005 м/с, а час передування суміші в цій зоні τ_1 складе 15–30 хв.

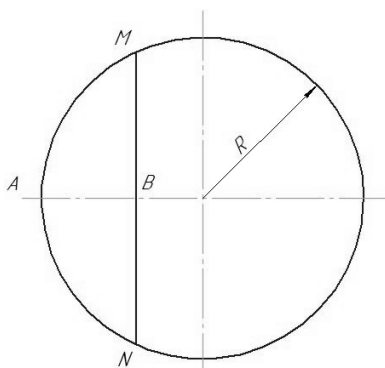


Рис. 3– схема сепаратора

В даному розрахунку прийmemo $w_1 = 0,005$ м/с та $\tau_1 = 15$ хв = 900 с. Необхідний вільний перетин зони відстою рідинної суміші складе:

$$S_1 = V_{CM} / w_1 = 0,0289 / 0,005 = 5,78 \text{ м}^2$$

З іншого боку вільний перетин зони відстою в найбільш вузькому місці відповідає різниці повного поперечного перерізу корпусу сепаратора $S = \pi R^2$ та площі S_2 сегменту MAN (див рис.3), утвореного горизонтальною перегородкою:

$$S_1 = S - S_2 = \pi R^2 - S_2;$$

де R– радіус корпусу сепаратора, м.

Горизонтальна перегородка забезпечує плавний вхід рідинної суміші в зону розділення. Якщо умовно прийняти $AB = 0,5R$, то площа сегменту $S_2 = 0,61418R^2$.

В цьому випадку рівняння набуде виду:

$$S_1 = S - S_2 = (\pi - 0,61418) R^2$$

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

24

Звідки враховуючи, що діаметр корпусу сепаратора $D = 2R$, отримуємо формулу для визначення діаметру сепаратора при розрахунку його на процес розділення суміші нафти та води:

$$D = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi - 0,61418}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,78}{3,14 - 0,61418}} = 3 \text{ м.}$$

Необхідне значення діаметра корпусу сепаратора при розрахунку по газовому потоку складе:

$$D' = \sqrt{\frac{4V_G}{\pi w_G}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,194}{3,14 \cdot 1,014}} = 0,5 \text{ м.}$$

де V_G – витрата газу при розгазуванні сирої нафти.

Також ще проведемо розрахунок діаметру апарата, згідно аналогії з розрахунком діаметру тарілчастої колони.

Діаметр апарату дорівнює:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}}$$

де V – витрата пару (газу), який проходить по апарату, $\text{м}^3/\text{с}$;

w – швидкість пару (газу), яка віднесена до повного поперечного перетину апарату, $\text{м}/\text{с}$.

Рекомендована швидкість пару (газу) в апараті розраховують за формулою:

$$w = C \sqrt{\rho_{ж} / \rho_{г}}$$

де C – коефіцієнт, який залежить від конструкції тарілок, відстані між тарілками, робочого тиску в апараті, навантаження апарату по рідині.

Густина пару (газу) при робочих умовах:

$$\rho_{г} = \frac{\rho_0 T_0 P}{P_0} = \frac{1,25 \cdot 273 \cdot 0,5}{323 \cdot 1,033} = 0,51 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Значення C знаходимо згідно рис. 7.2 [17].

Підп. і дата						ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ	Лист
Інв. № докл.							25
Взам. інв. №							
Підп. і дата							
Інв. № подл.							
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

перегородки до рівня чистої води (водяна подушка). Можна умовно прийняти $h_1 \approx 0,7H_{CM}$.

Повний перетин корпусу при $D = 3$ м складає:

$$S = 0,785 \cdot 3^2 = 7,065 \text{ м}^2$$

При цьому вільний перетин S_1 зони відстою:

$$S_1 = S - 0,61418R^2 = 7,065 - 0,61418 \cdot 1,5^2 = 5,683 \text{ м}^2$$

При розрахунковому часі відстою суміші $\tau_1 = 900$ с буде наступне відношення:

$$0,7H_{CM}S + 0,3H_{CM}S_1 = \tau_1 V_{CM}$$

звідки

$$H_{CM} = \frac{\tau_1 V_{CM}}{0,7S + 0,3S_1}$$

тоді

$$H_{CM} = \frac{900 \cdot 0,025}{0,7 \cdot 7,065 + 0,3 \cdot 5,683} = 3,38 \text{ м}$$

$$h_1 = 0,7H_{CM} = 0,7 \cdot 3,38 = 2,37 \text{ м}$$

В нашому випадку достатньо мати висоту слою чистої води (водяна подушка) $H_B \approx 0,5 - 0,6$ м. Але при відсутності автоматичного регулятора висота слою чистої води має бути не менше 1 м. В даному випадку прийmemo $H_B = 1$ м.

Для запобігання можливості попадання водяних крапель разом з зрошенням в ректифікаційну колону в сепараторі необхідно мати шар чистої нафти $H_H = 0,5$ м. Умовою для вибору H_H може служити вираз:

$$0,5 \leq H_H \geq \frac{g_B \tau_2}{\rho_B S_1}$$

де H_H – висота шару нафти, м; τ_2 – час, с.

Умовно задамося $\tau_2 = 10$ хв і підставимо в даний вираз.

$$0,5 \leq H_H \geq \frac{5,055 \cdot 10 \cdot 60}{1000 \cdot 5,683} = 0,53 \text{ м}$$

Тому прийmemo $H_H = 1$ м.

Висоту h_3 між верхньою тарілкою та штуцером, який відводить нафту в приймальну ємність, розрахуємо, виходячи, наприклад з

Інв. № подл.	Попл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Попл. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ	Лист
											28

$$d = \sqrt{\frac{0,194}{0,785 \cdot 5}} = 0,22 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 250$ мм.
для виходу очищеної нафти

$$d = \sqrt{\frac{20,22/848}{0,785 \cdot 2,5}} = 0,11 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 125$ мм.
для виходу води

$$d = \sqrt{\frac{5,055/1000}{0,785 \cdot 2,5}} = 0,05 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 50$ мм.
для входу суміші

$$d = \sqrt{\frac{0,025}{0,785 \cdot 2,5}} = 0,11 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 120$ мм.
[17]

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дѣл.	Подп. и дата	ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	Формат А4

2.3 Гідрравлічний опір апарату

Гідрравлічний опір апарату знаходимо як суму місцевих опорів і опір тертя об стінки апарату.

Опір тертя знаходимо за формулою Дарсі-Вейсбаха:

$$\Delta p_{тр} = \lambda \cdot \frac{H}{D} \cdot \frac{\rho w^2}{2};$$

де λ – коефіцієнт опору.

$$\lambda = \frac{32 \mu}{\rho w r};$$

де $r = D/2$

$$\lambda_z = \frac{32 \cdot 9,6 \cdot 10^{-6}}{0,92 \cdot 0,015 \cdot 1,5} = 0,01484$$

$$\lambda_p = \frac{32 \cdot (0,6025 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12 + 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot (1-0,12))}{(1000 \cdot 0,12 + 848 \cdot (1-0,12)) \cdot 0,005 \cdot 1,5} = 0,00124$$

Підставляємо отримані значення у формулу

$$\Delta p_{тр}^z = 0,01484 \cdot \frac{9,25}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{0,92 \cdot 0,015^2}{2} = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$$

$$\Delta p_{тр}^p = 0,00124 \cdot \frac{9,25}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{(1000 \cdot 0,12 + 848 \cdot (1-0,12)) \cdot 0,005^2}{2} = 2,73 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

Місцеві опори знаходяться за формулою:

$$\Delta p_{мо} = \zeta \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

де ζ – коефіцієнт місцевого опору

Вхід суміші

$$\Delta p_{мо,1} = 1 \cdot \frac{2,5^2 \cdot 848 \cdot (1-0,27) + 0,92 \cdot 0,27}{2} = 1934,62 \text{ Па}$$

Вихід газу

$$\Delta p_{мо,2} = 0,5 \cdot \frac{0,015^2 \cdot 0,92}{2} = 5,175 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

Вихід очищеної нафти

Інв. № подл.	Подп. і дата	Інв. № докл.	Взам. інв. №	Подп. і дата	Інв. № подл.	Лист
	Лист					
ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ						Лист
Копіював						Формат А4

$$\Delta p_{mo,3} = 0,5 \cdot \frac{0,005^2 \cdot 848}{2} = 0,0053 \text{ Па}$$

Вихід води

$$\Delta p_{mo,4} = 0,5 \cdot \frac{0,005^2 \cdot 1000}{2} = 0,00625 \text{ Па}$$

Знаходимо загальний опір апарату

$$\Delta p = \Delta p_{тр}^z + \Delta p_{тр}^p + \Delta p_{mo,1} + \Delta p_{mo,2} + \Delta p_{mo,3} + \Delta p_{mo,4}$$

$$\Delta p = 1,56 \cdot 10^{-6} + 2,73 \cdot 10^{-5} + 1934,62 + 5,175 \cdot 10^{-5} + 0,0053 + 0,00625 =$$

$$= 1934,632 \text{ Па}$$

[17], [19]

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дѣл.	Подп. и дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	Формат А4

2.4 Вибір допоміжного обладнання

У якості додаткового обладнання використовується вихровий сепаратор, розрахуємо його основні габаритні розміри виходячи з продуктивності по газовій фазі підігрівача-деемультатора, отже вихідні дані наступні:

- 1) Густина газу $\rho_{Г0} = 0,932 \text{ кг/нм}^3$;
- 2) Тиск (надлишковий) $P = 0,4 \text{ МПа}$;
- 3) Температура $T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 4) Витрата $V_{Г0} = 392,92 \text{ нм}^3/\text{год}$
- 5) або $V_{Г0} = 0,11 \text{ нм}^3/\text{с}$.

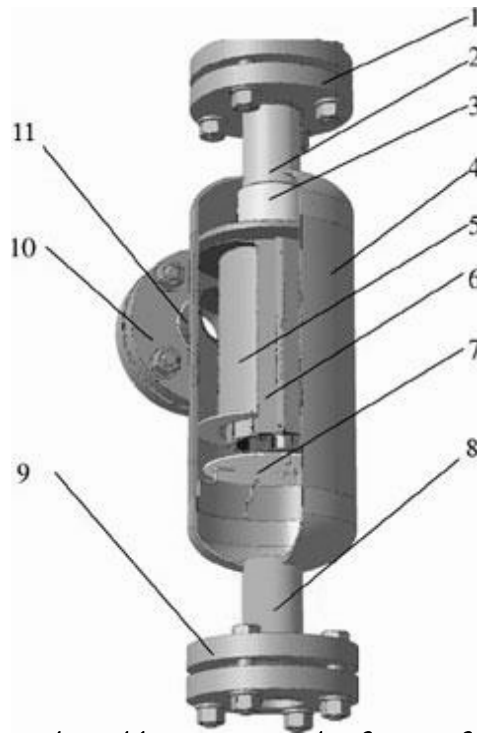


Рис. 4 – Конструкція вихрового сепаратора:

1, 9, 11 – фланці; 2 – вихідний патрубок; 3 – конфузор; 4 – корпус; 5 – дефлектор; 6 – сепараційний пакет; 7 – днище; 8 – зливний патрубок для рідини; 10 – вхідний газовий патрубок.

Розрахуємо об'ємну витрату газу в робочих умовах $V_{ГГ}$, $\text{м}^3/\text{с}$ за наступним рівнянням:

$$V_{Г} = V_{Г0} \cdot \frac{P_0 T}{P T_0} = 0,11 \cdot \frac{0,1 \cdot (273 + 15)}{(0,1 + 0,4) \cdot 273} = 0,0232 \text{ м}^3/\text{с}$$

Підп. і дата	
Інв. № відп.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

33

Тепловий розрахунок секції підігріву. Для забезпечення надійності та тривалої роботи апарата необхідно, щоб одна жарова труба забезпечувала 50% сумарної теплової потужності апарата [20]:

$$Q_{1-1} = 0,5Q_1,$$

де Q_{1-1} – теплове навантаження однієї жарової труби, МВт.

$$Q_{1-1} = 0,5 \cdot 3,51 = 1,755 \text{ МВт.}$$

Отже для забезпечення максимального проектного теплового навантаження необхідна кількість для згоряння паливного газу на один апарат становить: $G_{ТГ1}=0,1 \text{ кг/с}$ або $V_{ТГ1}=392,92 \text{ м}^3/\text{год} = 0,11 \text{ м}^3/\text{с}$, на одну жарову трубу $G_{ТГ1-1}=0,034 \text{ кг/с}$ або $V_{ТГ1-1}=130,973 \text{ м}^3/\text{год} = 0,036 \text{ м}^3/\text{с}$.

Розрахунок основних горілок для жарових труб. Теоретична необхідна кількість повітря L_0 , для повного згоряння 1 м^3 паливного газу [21]:

$$L_0 = 0,0476 (0,5H_2 + 0,5CO + 1,5H_2S + 2CH_4 + \sum (m+n/4) C_mH_n) - O_2,$$

де $H_2, CO, H_2S, CH_4, C_mH_n, O_2$ – вміст відповідних компонентів у складі паливного газу, % об.:

$$L_0 = 0,0476 (0,5 \cdot 49,99 + (2+6/4) \cdot 21,25 + (3+8/4) \cdot 16,02 + (4+10/4) \cdot 3,561 + (5+12/4) \cdot 0,398 + (6+14/4) \cdot 4,342) = 15,3 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Питома витрата повітря $L_n, \text{ м}^3/\text{м}^3$:

$$L_B = \alpha' L_0,$$

де $\alpha' = 1,05$ – коефіцієнт первинного повітря [12]

$$L_B = \alpha' L_0 = 1,05 \cdot 15,3 = 16,1 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Швидкість витікання повітря газоповітряної суміші з насадки горілки повинна бути менше швидкості поширення полум'я для суміші даного газу при мінімальній витраті газу горілкою. Приймаємо [22]:

– швидкість повітря газоповітряної суміші $w_{кр} = 10 \text{ м/с}$;

– температура газоповітряної паливної суміші на виході з пальника $T_{см} = 323 \text{ К}$.

Підп. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
35

Густина газоповітряної суміші $\rho_{см}$, кг/м³:

$$\rho_{см} = \frac{V_{ТГ}\rho_{ТГ} + L_B\rho_B}{1+L_B} \cdot \frac{T_0}{T_{см}}$$

де $\rho_B = 1,293$ кг/м³ – густина повітря,

$$\rho_{см} = \frac{0,11 \cdot 0,932 + 16,1 \cdot 1,293}{1+16,1} \cdot \frac{273}{323} = 1,034 \text{ кг/м}^3$$

Площа кратера (вогняного отвору) $f_{кр}$, м²:

$$f_{кр} = \frac{V_{ТГ-1}(1+L_B)}{w_{кр}} \cdot \frac{T_{см}}{T_0}$$

$$f_{кр} = \frac{0,036(1+16,1)}{10} \cdot \frac{323}{273} = 0,073 \text{ м}^2$$

Діаметр кратера $D_{кр}$, м:

$$D_{кр} = \sqrt{\frac{4f_{кр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,073}{3,14}} = 0,305 \text{ м}$$

приймаємо $D_{кр} = 350$ мм.

Площа вихідного перетину дифузора f_4 , м²:

$$f_4 = 1,7 \cdot f_{кр} = 1,7 \cdot 0,073 = 0,124 \text{ м}^2$$

Швидкість газоповітряної суміші на виході з дифузора w_4 , м/с:

$$w_4 = \frac{V_{ТГ-1}(1+L_B)}{f_4} \cdot \frac{T_{см}}{T_0} = \frac{0,036(1+16,1)}{0,124} \cdot \frac{323}{273} = 5,87 \text{ м/с}$$

Діаметр дифузора D_4 , м:

$$D_4 = \sqrt{\frac{4f_4}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,124}{3,14}} = 0,397 \text{ м, приймаємо } D_4 = 400 \text{ мм}$$

Діаметр горла (змішувача) D_3 , м:

$$D_3 = 0,65D_4 = 0,65 \cdot 0,4 = 0,26 \text{ м, приймаємо } D_3 = 300 \text{ мм}$$

Площа перетину змішувача горілки f_3 , м²:

$$f_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,07 \text{ м}^2$$

[34]

Підп. і дата	
Інв. № відп.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ

Лист

36

Визначення розмірів жарових та димових труб. Необхідна розрахункова площа поверхні теплообміну однієї жарової труби F , m^2 :

$$F = Q_{T-1}/q = (1,755 \cdot 10^3)/80 = 21,93 m^2.$$

де q – середня теплонапруженість труб нагрівачного пристрою, прийнята для забезпечення необхідних габаритних розмірів жарових труб $80 \text{ кВт}/m^2$. [11], [14]

Для прийнятих розмірів газової горілки діаметр факела буде рівним $d_\phi = 0,4 \text{ м}$. Внутрішній діаметр d_T , m , жарових труб приймається з співвідношення $d_T = (1,5 - 2)d_\phi = 0,6 - 0,8 \text{ м}$. Згідно до сортаменту для виготовлення жарових труб приймаємо трубу $\phi 720 \times 16 \text{ мм}$, матеріал – сталь 12Х18Н10Т.

Довжина жарових труб l_T , m :

$$l_T = \frac{F}{\pi d_T} = \frac{21,93}{3,14 \cdot 0,72} = 10 \text{ м}.$$

приймаємо довжину прямолінійних ділянок жарових труб $l_T = 3,8 \text{ м}$.

Отже, приймаємо для встановлення у проектуванні нафтогазоводорозділювач дві U-подібні жарові труби діаметром $\phi 720 \times 16 \text{ мм}$ з довжиною прямолінійних ділянок 3 м та сегментним коліном на 180 градусів.

Оптимальна висота димової труби повинна бути $h_T \geq 5 \text{ м}$. [21]
Приймаємо висоту димової труби $h_T = 6 \text{ м}$.

Розрахунок діаметру відвідного (зливного) патрубку.

Діаметр патрубка:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}}$$

де V – витрата суміші на вході в апарат, m^3/c ; w – швидкість рідини, яка рухається у патрубку, m/c .

$$V = \frac{G}{\rho_{20}} = \frac{36,11}{848} = 0,04258 m^3/c.$$

де G – масова витрата суміші на вході в апарат, kg/c ; ρ_{20} – густина нафти при температурі $20^\circ C$, kg/m^3 .

Приймаємо $w = 0,2 m/c$.

Подп. и дата	
Инв. № д/дл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

37

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}} = \sqrt{\frac{0,04258}{0,785 \cdot 0,2}} = 0,52 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр зливного патрубку $D = 520 \text{ мм.}$

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № відп.	Підп. і дата	ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ	Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		38

3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність

3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки (днища).

Вхідні дані: Середовище в апараті – газ, вода і нафта; t °C – 50 °C; Тиск середовища P_c – 0,4 МПа; $D_{\text{внутр}}$ – 3000 мм; Висота корпусу апарату H – 9250 мм; Швидкість корозії Π = 0,02 мм/рік; Термін експлуатації T_B = 10 років; Марка сталі 12X18H10T.

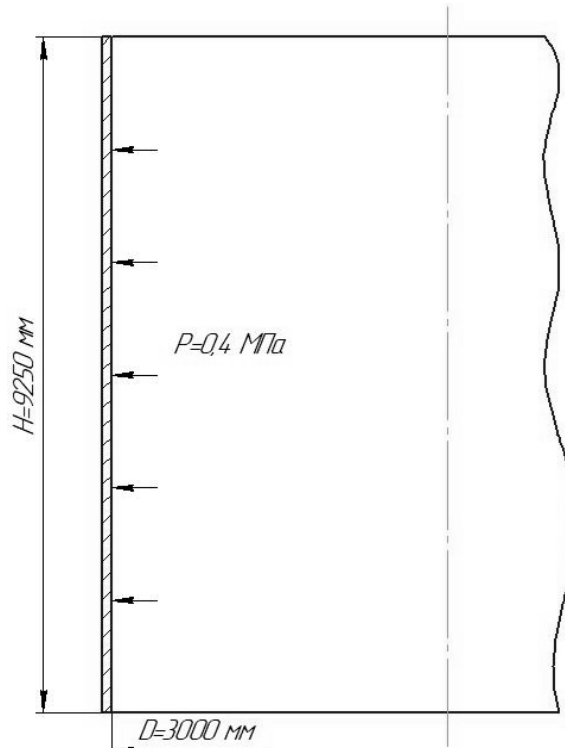


Рис. 5 – Розрахункова схема обчислювача

Обчислюємо допустиме напруження при температурі 50 °C методом інтерполяції, згідно [24]:

$$[\sigma_{20^\circ}] = 184 \text{ МПа} \quad [\sigma_{50^\circ}] = 184 - \frac{184 - 174}{80} \cdot 30 = 180,25 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{100^\circ}] = 174 \text{ МПа}$$

Знаходимо значення розрахункового тиску $P_R = P + \rho gh = 0,4 + (1000 \cdot 9,81 \cdot 9,250 \cdot 10^{-6}) = 0,49 \text{ МПа}$

Товщина стінки в робочому режимі.

$$S = \frac{P_R \cdot D}{2[\sigma]_{\text{пр}} \cdot \varphi - P_R} = \frac{0,49 \cdot 3000}{2 \cdot 180,25 \cdot 1 - 0,49} = 4,083 \text{ мм.}$$

Товщина стінки в режимі випробування.

Подп. и дата										
Инв. № дробл.										
Взам. инв. №										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ					Лист
										39

$$S_R = \frac{P_{np} \cdot D}{2[\sigma]_{np} \cdot \varphi - P_{np}} = \frac{0,625 \cdot 3000}{2 \cdot 250,9 \cdot 1 - 0,625} = 3,74 \text{ мм.}$$

Допустиме напруження при температурі 20°С:

$$[\sigma_T]_{np20^\circ} = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{276}{1,1} = 250,9 \text{ МПа}$$

Пробний тиск

$$P_{np} = 1,25 \cdot P_R \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 0,49 \frac{184}{180,25} = 0,625 \text{ МПа}$$

Виконавча товщина стінки обичайки:

$$S = S_R + C = 3,74 + 0,2 + 0,6 \approx 4,54 \text{ мм.}$$

Приймаємо $S = 8 \text{ мм.}$

Визначаємо допустимий тиск в робочому режимі та в режимі випробування.

$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi(S-C)}{D+(S-C)} = \frac{2 \cdot 180,25 \cdot 1 \cdot (8-0,8)}{3000+(8-0,8)} = 0,863 \text{ МПа} > 0,49 \text{ МПа}$ – в робочому режимі умова міцності виконується.

$[P]_{np} = \frac{2 \cdot 250,9 \cdot 1 \cdot (8-0,8)}{3000+(8-0,8)} = 1,2 \text{ МПа} > 0,625 \text{ МПа}$ – умова міцності в режимі випробування виконується. [23], [24]

Розрахунок верхньої кришки(днища).

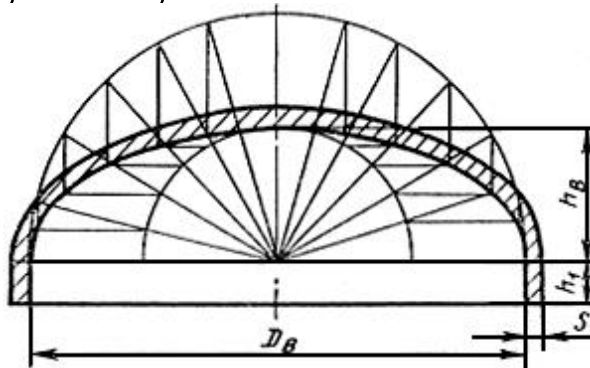


Рис. 6 – Розрахункова схема кришки

Радіус кривизни у вершині днища

$$R = \frac{D^2}{4H}; \text{ де } R=D \text{ для еліптичних днищ с } H=0,25D.$$

$$R = 3000 \text{ мм. } H = 0,25 \cdot 3000 = 750 \text{ мм.}$$

Товщина стінки

Подп. и дата										
Инв. № д/д										
Взам. инв. №										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ					Лист
										40
Копировал					Формат А4					

$$S_1 = S_{1P} + C.$$

$$\text{де } S_{1P} = \frac{PR}{2\varphi[\sigma] - 0,5P} = \frac{0,4 \cdot 3000}{2 \cdot 180,25 - 0,5 \cdot 0,4} = 3,33 \text{ мм.}$$

$$S_1 = 3,33 + 0,2 + 0,6 + 0,5 = 4,63 \approx 8 \text{ мм.}$$

Допустимий тиск із умови міцності

$$[P] = \frac{2(S_1 - C)\varphi[\sigma]}{R + 0,5(S_1 - C)} = \frac{2(8 - 1,3) \cdot 180,25}{3000 + 0,5(8 - 1,3)} = 0,8 \text{ МПа.}$$

0,8 МПа > 0,4 МПа – в робочому режимі умова міцності виконується.

Допустимий тиск в режимі випробування

$$[P]_{\text{пр}} = \frac{2(S_1 - C)\varphi[\sigma]_{\text{пр}}}{R + 0,5(S_1 - C)} = \frac{2(8 - 1,3) \cdot 1 \cdot 250,9}{3000 + 0,5(8 - 1,3)} = 1,12 \text{ МПа.}$$

Пробний тиск

$$P_{\text{пр}} = 1,25 \cdot P_R \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 0,49 \cdot \frac{184}{180,25} = 0,625 \text{ МПа.}$$

1,12 МПа > 0,625 МПа – в режимі випробування умова міцності виконується.

Згідно даних ГОСТ 6533-78

Так як $D_B = 3000$ мм, то $h_1 = 40$ мм; $h_B = 750$ мм; $S = 8$ мм; Маса днища = $640,6$ кг; $F = 10,13$ м²; $V = 3801$ дм³.

[23], [25]

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Лист
	Лист					
ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ						Лист
Копировал						Формат А4

3.2 Розрахунок укріплення отворів.

Перш за все ми розрахуємо максимальний допустимий діаметр отвору в обичайці та днищі, який не потребує укріплення, щоб зрозуміти доцільність розрахунку на укріплення отвору.

Розрахунковий діаметр одиночного отвору, який не потребує додаткового укріплення, при наявності надлишкової товщини стінки сосуду для обичайки (штуцер Д1, $d_y=400$ мм):

$$d_o = 2 \left(\frac{S-C}{S_R} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R(S-C)},$$

Розрахункові діаметри укріплювальних елементів:

$$D_R = D = 3000 \text{ мм.}$$

$$d_R = d + 2C_S = 400 + 2 \cdot 0,2 = 400,4 \text{ мм.}$$

$$d_o = 2 \left(\frac{8-0,8}{3,74} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{3000(8-0,8)} = 330,681 \text{ мм.}$$

$d_R \leq d_o$, умова не виконується, тому необхідно виконувати розрахунок на укріплення даного отвору.

Розрахунковий діаметр одиночного отвору, який не потребує додаткового укріплення, при наявності надлишкової товщини стінки сосуду для еліптичного днища (штуцер Р1, $d_y=250$ мм):

$$d_o = 2 \left(\frac{S-C}{S_R} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R(S-C)},$$

Розрахункові діаметри укріплювальних елементів:

$$D_R = 2D \sqrt{1 - 3 \left(\frac{X}{D} \right)^2} = 2 \cdot 3000 \sqrt{1 - 3 \left(\frac{0}{3000} \right)^2} = 6000 \text{ мм}$$

$$d_R = d + 2C_S = 250 + 2 \cdot 0,2 = 250,4 \text{ мм.}$$

$$d_o = 2 \left(\frac{8-1,3}{3,33} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{6000(8-1,3)} = 486,01 \text{ мм.}$$

$d_R \leq d_o$, умова виконується, тому немає необхідності виконувати розрахунок на укріплення даного отвору. Також інші отвори, які знаходяться на еліптичному днищі не потребують виконання розрахунку на укріплення отвору.

1. Штуцер Д1 (на обичайці) $d_y=400$ мм (люк).

Вхідні дані: температура середовища $t_c = 50^\circ\text{C}$; $P = 0,4$ МПа; $D_B =$

Попл. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № попл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
42

= 3000 мм; H= 9250 мм; діаметр штуцера $d_y = 400$ мм; швидкість корозії= 0,02 мм/рік; термін експлуатації апарату– 10 років.

$P_{розр} = 0,49$ МПа; $P_{пр} = 0,625$ МПа

Розрахункова товщина стінки штуцера, який навантажений внутрішнім тиском:

$$S_{1P} = \frac{P \cdot (d + 2C_S)}{2\phi_1[\sigma]_1 - P} = \frac{0,49 \cdot (400 + 2 \cdot 0,2)}{2 \cdot 180,25 - 0,49} = 0,545 \text{ мм}$$

Товщина стінки

$$S_1 = S_{1P} + C$$

$$S_1 = 0,545 + C(0,2 + 0,6) = 1,345 \approx 3 \text{ мм}$$

Розрахункові діаметри укріплювальних елементів

$$D_R = D = 3000 \text{ мм}$$

$$d_R = d + 2C_S = 400 + 2 \cdot 0,2 = 400,4 \text{ мм}$$

Розрахункова товщина стінки зміцнюючих елементів

$$S_R = \frac{P_R \cdot D_R}{2\phi \cdot [\sigma] - P} = \frac{0,49 \cdot 3000}{2 \cdot 180,25 - 0,49} = 4,083 \text{ мм}$$

$$S = 8 \text{ мм}$$

Розрахункові довжини зовнішньої і внутрішньої частин штуцера, які беруть участь в зміцненні отвору

$$l_{1R} = \min \{ l_1; 1,25 \sqrt{(d + 2C_S)(S_1 - C_S)} \};$$

$$l_{1R} = 1,25 \sqrt{(400 + 2 \cdot 0,2)(3 - 0,2)} = 4,1854 \text{ мм}$$

$$l_{3R} = \min \{ l_3; 0,5 \sqrt{(d + 2C_S)(S_3 + 2C_S)} \};$$

$$l_{3R} = 0,5 \sqrt{(400 + 2 \cdot 0,2)(3 - 2 \cdot 0,2)} = 16,13 \text{ мм}$$

Ширина зони зміцнення в обичайках, переходах і днищах

$$L_0 = \sqrt{D_R(S - C)} = \sqrt{3000(8 - 0,8)} = 146,97 \text{ мм}$$

Розрахункова ширина зони укріплення в стінці обичайки, переходу або днища в околиці штуцера:

$$l_R = L_0 = 146,97 \text{ мм}$$

Умова зміцнення

$$l_{1R} \cdot (S_1 - S_{1R} - C_S) + l_{2R} \cdot S_2 + l_{3R} \cdot (S_3 - 2C_S) + l_R \cdot (S - S_R - C) \geq 0,5(d_R - d_{OR})S_R.$$

Розрахунковий діаметр отвору

$$d_{OR} = 0,4 \sqrt{D_R(S - C)} = 0,4 \sqrt{3000(8 - 0,8)} = 58,787 \text{ мм}$$

Розрахункова ширина накладного кільця

Підп. и дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № подл.	

$$l_{2R} = \min\{l_2; \sqrt{D_R(S_2+S-C)}\};$$

$$l_{2R} = \sqrt{3000(6+8-0,8)} = 198,99 \text{ мм}$$

$$4,1854 \cdot (3-0,545-0,2) + 198,99 \cdot 6 + 16,13(3-2 \cdot 0,2) + 146,97(8-4,083-0,8) \geq 0,5 (400,4-58,787) \cdot 4,083.$$

$$1788,36 \geq 697,4$$

Умова зміцнення отвору виконується.

[23], [26]

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ					Лист
										Изм.

3.3 Розрахунок опори апарата

Розрахунок ваги апарату.

Максимальна вага апарату при гідровипробуваннях:

$$G_{\text{апар}} = G_m + G_{\text{сер}},$$

де G_m – маса металевої частини апарату;

$G_{\text{сер}}$ – маса середовища в апараті

$$G_m = (G_{\text{од}} + 2G_{\text{дн}}) \cdot 1,1$$

де $G_{\text{од}}$ – маса об'ємної частини апарату;

$$G_{\text{од}} = \pi \cdot (D + s) \cdot H \cdot s \cdot \rho \cdot g$$

де D_B – внутрішній діаметр апарату, $D_B = 3$ м;

s – товщина стінки, $s = 8$ мм;

$H_{\text{од}}$ – висота об'ємної частини, $H_{\text{од}} = 9250$ м;

ρ – щільність сталі, $\rho = 7850$ кг/м³.

$$G_{\text{од}} = 3,14 \cdot (3,0 + 0,008) \cdot 9,250 \cdot 0,008 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 53824,23 \text{ кг} = 538,2 \text{ кН.}$$

$G_{\text{дн}}$ – маса днища, дорівнює 640,6 кг (згідно ГОСТ 6533–78).

Маса середовища в апараті:

$$G_{\text{сер}} = (V_{\text{од}} + 2V_{\text{дн}}) \cdot \rho \cdot g = (0,785 \cdot D^2 \cdot H + 2 \cdot 3,801) \cdot 1000$$

де $V_{\text{од}}$ – об'єм об'ємної частини, м³;

$V_{\text{дн}}$ – об'єм днища, м³;

ρ – густина води, кг/м³;

$$G_{\text{сер}} = (0,785 \cdot 3,0^2 \cdot 9,250 + 2 \cdot 3,801) \cdot 1000 \cdot 9,81 = 715671,382 \text{ кг}$$

$$G_m = (53824,23 + 2 \cdot 640,6) \cdot 1,1 = 60615,97 \text{ кг}$$

$$G_{\text{апар}} = 606,16 + 7156,7 = 7762,86 \text{ кН} = 776286 \text{ кг.}$$

Розрахунок опори.

Приймаємо тип опори – юбочна (опора конічна з кільцевим опорним поясом) згідно [23].

Формули для знаходження приведених навантажень.

$Q_{\text{тах}}$ – максимальне приведені навантаження в МН (кгс),
приймається рівним більшому з двох значень:

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

45

$$Q_{\max} = \frac{4M_1}{D} + P_1 \quad \text{або} \quad Q_{\max} = \frac{4M_2}{D} + P_2$$

де M_1 і P_1 – розрахунковий згинальний момент в $\text{МН} \cdot \text{м}$ ($\text{кгс} \cdot \text{см}$) і розрахункове осьове стискальне зусилля в МН (кгс), що діють на апарат в місці приєднання опорного кільця в робочих умовах;

M_2 і P_2 – те ж саме в умовах випробування;

Величини M_1 , M_2 , P_1 , P_2 визначаються по [23], [2]

Q_{\min} – мінімальне приведенне навантаження в МН (кгс) визначається за формулою:

$$Q_{\min} = \frac{4M_3}{D} - P_3,$$

де M_3 і P_3 – розрахунковий згинальний момент в $\text{МН} \cdot \text{м}$ ($\text{кгс} \cdot \text{см}$) і розрахункове осьове стискальне зусилля в МН (кгс), що діють на апарат в місці приєднання опорного кільця в умовах монтажу, визначаються по [23], [2]

Розрахунок проводиться для робочих умов та для умов гідравлічного випробування колони. Використовуються розрахункові навантаження в трьох перетинах опори: $x-x$ – в підставі опори; $y-y$ – в місці зварного з'єднання опори з корпусом апарату; $z-z$ – по центрам отворів в опорі.

На опорі діють: $P=G$ – осьове стискальне зусилля від сили тяжіння апарату та середовища, допоміжних пристроїв, встановлених на колоні, ізоляції; M – сумарний згинаючий момент від вітрового та сейсмічного навантаження та від ексцентрично прикладених до осі апарату сил тяжіння в окремих внутрішніх та зовнішніх пристроях.

Опора висотою $h = 1780$ мм для колонного апарату с $D = 3000$ мм, $H = 12800$ мм.

Вага апарату:

- в робочих умовах $G_1 = 0,6$ МН
- в умовах випробування $G_2 = 7,76$ МН
- в умовах монтажу (мінімальний) $G_3 = 0,25$ МН

Згинальний момент у перетині YY від дії вітрових навантажень:

- в робочих умовах $M_{V1} = 0,3$ МН · м
- в умовах випробування $M_{V2} = 0,35$ МН · м

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

46

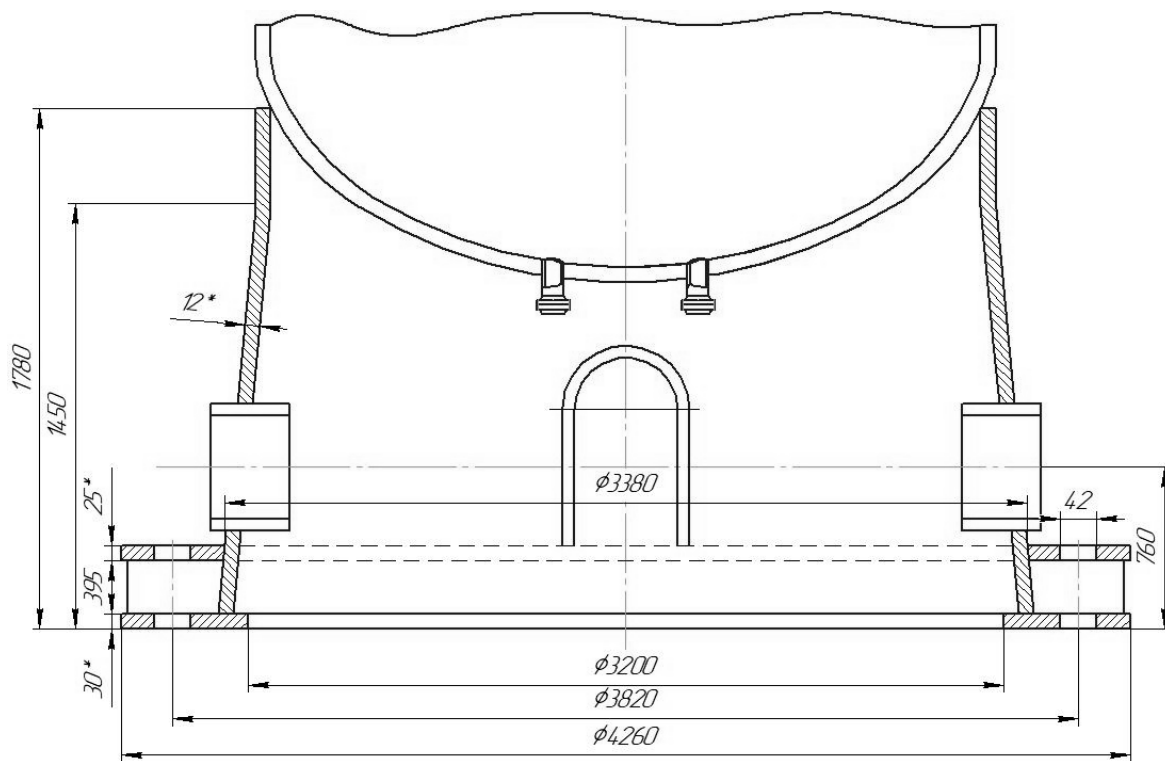


Рис. 7 - Опора

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дѣла	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ				Лист
Копировал				48
Формат А4				

3.4 Розрахунок фланцевого з'єднання.

Оскільки апарат цільнозварний, то розраховуємо з'єднання арматурного фланця найбільшого діаметру, кришка люка $D_y=400$ мм.

Для розрахунку фланцевого з'єднання використовувався програмний комплекс "Пассат". Результати розрахунку наведені в додатку А.

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ				Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					49

4. Монтаж та ремонт апарата

4.1 Монтаж розробленого апарата

В даному пункті ми детально опишемо дані та відомості щодо монтажу вертикального трифазного сепаратора, вимоги та особливості щодо цього.

Установка, експлуатація та технічне обслуговування сепаратора.

Всі роботи по монтажу та обслуговуванню повинні проводитися під наглядом персоналу, що має спеціальний допуск. Монтаж сепаратора на об'єкті повинен проводитися з урахуванням габаритних і приєднувальних розмірів, вимог технічної документації та справжньої інструкції з експлуатації. При установці сепаратора працівники повинні бути забезпечені передбаченими для такого виду робіт засобами захисту. При монтажі і установці сепаратора слід дотримуватися норм і вимог безпеки, що діють для котельної установки. Сепаратор встановлюється строго по вертикалі на заздалегідь підготовлений бетонований фундамент або на металевий майданчик. Опори закріплюються за допомогою анкерів до закладних фундаменту. Установка сепаратора на опорній конструкції повинна виключати зависання його на підвідних і відвідних трубопроводах. Після установки сепаратора на опори необхідно зняти транспортну упаковку, встановити контрольні-вимірювальні прилади, запобіжні пристрої і зробити обв'язку трубопроводами. При установці необхідно передбачити вільний, зручний і безпечний доступ до сепаратора для обслуговування і ремонту.

Після установки і кріплення сепаратора, обв'язки і оснащення його арматурою необхідно виконати гідравлічне випробування. Після гідравлічного випробування проводяться промивка сепаратора і трубопроводів, перевірка працездатності арматури, регулятора рівня, запобіжного клапана, після чого сепаратор включають в роботу. При монтажі сепаратор необхідно ізолювати мінеральною ватою товщиною 100 мм.

Підп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
50

4.2 Ремонт апарата

В даному пункті ми висвітлемо основні відомості про ремонт даного апарату. План-графік ремонтних робіт, вимоги до ремонту.

Ремонт і обслуговування сепаратора повинні проводитися своєчасно, у відповідності до розробленого плану-графіка ремонтних робіт (рис. 8).

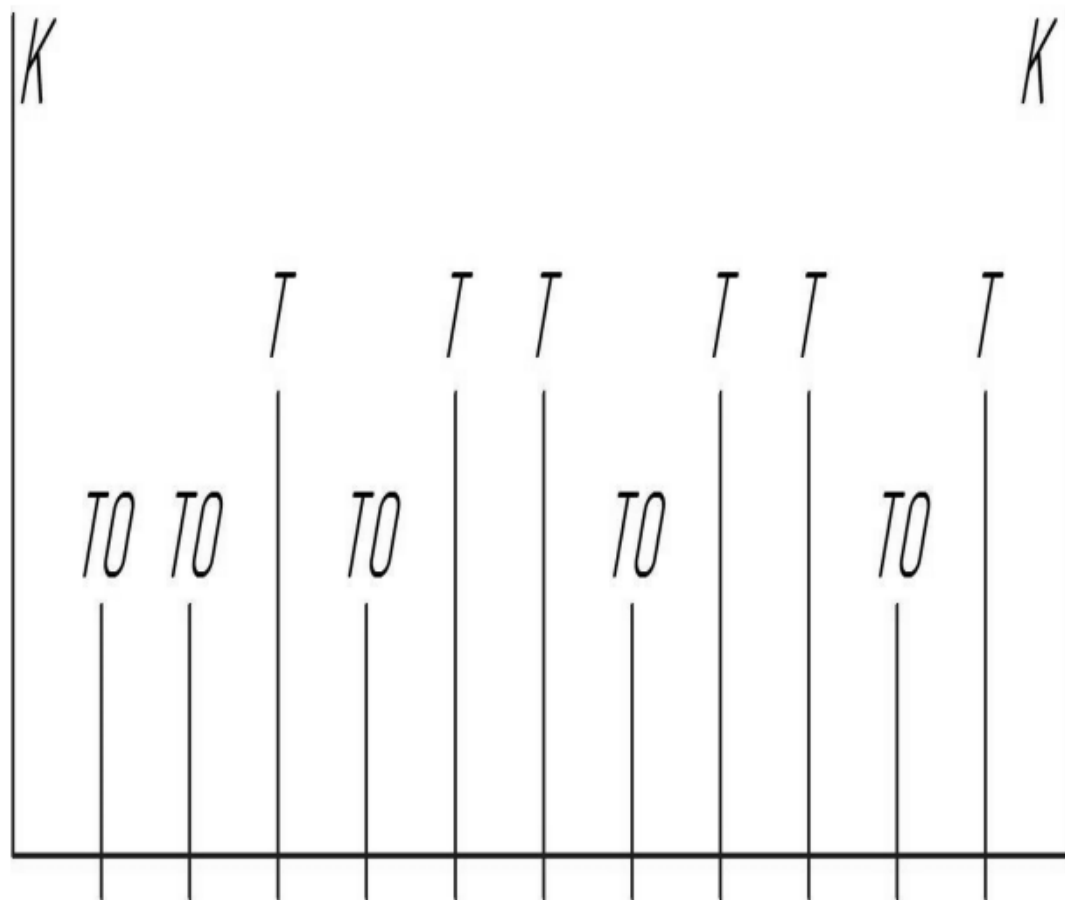


Рис. 8 – Річний план-графік ремонтних робіт

К – капітальний ремонт; ТО – технічне обслуговування; Т – поточний ремонт.

Ремонт сепаратора і його елементів, що знаходяться під тиском, не допускається. При ремонті мають виконуватись вимоги з техніки безпеки, викладені в галузевих правилах та інструкціях. До початку виконання робіт всередині сепаратора, з'єданого з іншими працюючими посудинами спільним трубопроводом, сепаратор повинен бути відділений від них заглушкою або від'єднаний. Від'єднані трубопроводи повинні бути заглушені.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

53

У ключів повинні бути паралельні незношені та несточені зубки. Розсубні ключі не повинні бути ослабленими у рухомих частинах. Для перенесення інструментів, якщо це потрібно за умовами роботи, робочому повинна видаватися сумка або легкий переносний ящик, або спеціальний пересувний візок.

Перед початком роботи слід перевірити всі інструменти, несправні замінити.

Електроінструменти повинні зберігатися в інструментальній та видаватися робочому тільки після попередньої перевірки спільно з захисними пристосуваннями: гумові рукавички, килимки, діелектричні калоші і т.д.

Металеві корпуси електроінструментів, які живляться від мереж напругою вище 42 В змінного струму і вище 110 В постійного, в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках повинні бути заземлені або занулені, за винятком електроінструментів з подвійною ізоляцією або які живляться від розділових трансформаторів.

Електричний інструмент, що працює від мережі з напругою вище 42 В, повинен мати шланговий провід або багатожильні гнучкі проводи типу ПРГ з ізоляцією, розрахованою на напругу не нижче 500 В, і штепсельну вилку з подовженим заземлюючим контактом.

Для забезпечення безперервної роботи сепаратора необхідно не рідше 2 разів в зміну здійснювати контроль:

1. за тиском всередині сепаратора;
2. за працездатністю запобіжного клапана;
3. за наявністю нормального рівня нафти в корпусі.

Технічне обслуговування сепаратора повинно здійснюватися у відповідності до графіка технічного обслуговування.

Технічне обслуговування сепараторів проводиться в міру необхідності, але не менше одного разу на рік і включає в себе огляд і виявлення дефектів вузлів і деталей сепаратора, а саме: зовнішній огляд, перевірку зварних і фланцевих з'єднань, перевірку стану поверхонь нагрівання на наявність слідів інтенсивної корозії, ерозії і відкладення солей.

Видалення нафтопродуктів повинно здійснюватись в наступному порядку:

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
55

1. зупинити сепаратор і вивести його з експлуатації;
2. знизити тиск;
3. очистити сепаратор від залишків нафти;
4. видалити залишки піногасника і шлам;
5. оглянути;
6. при необхідності очистити внутрішню поверхню промиванням, замінити прокладки;
7. провести ревізію встановленої арматури;
8. запустити систему в роботу.

Ремонт сепаратора і його елементів під час роботи не допускається. При тривалому ремонті, а також недостатній щільності відключаючої арматури ремонтване обладнання слід відглушити. Товщина заглушок повинна відповідати параметрам робочого середовища. Тривалість міжремонтного циклу сепаратора очищення нафти становить 3 роки.

При капітальному ремонті здійснюється:

1. заміна каплевіддійної насадки;
2. комплексна очистка внутрішньої частини сепаратора;
3. внутрішній огляд корпусу апарату з вимірюванням товщини стінок;
4. ревізія і ремонт, опресовування арматури, датчика рівня нафти, автоматичних клапанів на трубопроводах із заміною прокладок і ревізією ущільнення;
5. зачистка і шліфування поверхонь ущільнювачів на апараті і деталях апарату;
6. фарбування обладнання та трубопроводів;
7. ремонт і заміна ізоляції на обладнанні та трубопроводах.
8. технічний огляд апарату відповідно до правил Держпромнагляду;

При зупинці на капітальний ремонт проводять візуальний і вимірвальний контроль внутрішньої поверхні корпусу сепаратора, зварних швів штуцерів, внутрішніх пристроїв, каплевіддійника, теплоізоляційного шару.

При цьому візуальним оглядом фіксують стан робочих поверхонь, наявність тріщин, слідів корозії і т.п.

Ділянки зі спученої поверхнею плакуючого шару можна виявити за допомогою світлового променя, спрямованого по дотичній до

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

56

поверхні. Потім для контролю застосовують методи кольорової та магнітопорошкової дефектоскопії. Для виявлення розшарувань використовують в основному ультразвукову дефектоскопію і товщинометрію.

Для зменшення обсягу робіт на висоті монтаж обладнання та технологічних конструкцій виконують в зборі або максимально укріпленими блоками, що збираються внизу на стендах. До підйому монтовані конструкції оглядають зовні, перевіряють відповідність геометричних розмірів проекту.

[28]

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дѣл.	Подп. и дата	<p style="text-align: center;">ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ</p>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	Формат А4

5. Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності.

Законодавство про працю містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії, норми, що регулюють робочий час і час відпочинку, звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці щодо жінок, молоді, гігієнічні норми і правила тощо.

Загальний нагляд за додержанням норм охорони праці покладено на прокуратуру, спеціальний на професійні спілки. Контроль за безпекою праці здійснюють також, державні й відомчі спеціалізовані інспекції (Держгіртехнагляд, Держенергонагляд тощо).

Вимоги до підприємства

Головні пункти, які має виконати підприємство, для відповідності законодавству України у сфері охорони праці:

1. Створити службу охорони праці.
2. Розробити та затвердити на підприємстві положення, інструкції та інші акти з охорони праці.
3. Організувати проведення інструктажів з питань охорони праці.
4. Забезпечити навчання і перевірку знань з питань охорони праці.
5. Подбати про проведення медичних оглядів.
6. Забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, милом, молоком, солоною водою та інше.
7. Провести атестацію робочих місць.
8. Налаштувати облік нещасних випадків.

В даному розділі нам необхідно записати інформацію на тему індивідуального завдання в даному розділі. В нашому випадку це "Явища, що виникають при стіканні електричного струму в землю. Напруга кроку та дотику".

Підп. и дата	
Інв. № дієл.	
Взам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

58

При проходженні струму в землю, на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, параметрами електричної мережі, властивостями ґрунту.

При переміщенні людини в зоні розтікання струму в землі її ноги будуть торкатися ділянок землі з різними потенціалами, а на людину буде діяти напруга, яка визначається різницею їх потенціалу і наз.напруга кроку – різниця потенціалів між двома точками на поверхні землі в зоні розтікання струму, які знаходяться на відстані кроку (0,8 м) одна від одної. [31]

Крокова напруга – електрична напруга, що виникає між двома точками навколо струмопровідної лінії, яка торкається землі, на відстані одного кроку.

Чим ближче людина знаходиться до місця торкання, тим вищою є небезпека ураження при пересуванні в небезпечній зоні. На відстані 1 м від заземлювача зниження напруги становить 68%, на відстані 10 м – 92%. Практично на відстані 20 м і більше від місця торкання струмопровідної частини небезпечний вплив електричного струму на людину зводиться до нуля. Напруга, що уражає людину, залежить від ширини кроку: чим більше крок, тим небезпечніше. Навіть невелика напруга в 50–80 В викликає мимовільні судорожні скорочення м'язів ніг і, як наслідок, падіння людини на землю. Якщо людина падає убік місця дотику, тоді вражаюча напруга стає смертельною. У загрозовій ситуації при виході з небезпечної зони необхідно застосувати ходу «п'ята – носок» у сторону від місця падіння струмопровідної частини.

Аналіз небезпеки, що виникає при стіканні струму в землю. Захисне заземлення.

Стікання струму в землю можливе тільки через провідник, який знаходиться в безпосередньому контакті з землею. Такий контакт може бути випадковим або навмисним. В останньому випадку провідник, який знаходиться в контакті з землею, називається заземлювачем.

При стіканні струму в землю відбувається різке пониження

Попл. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инд. № попл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист
60

потенціалу заземленої струмопровідної частини до значення потенціалу заземлювача, рівного добутку струму, що стікає в землю, на опір, який цей струм зустрічає на своєму шляху.

Це явище різкого зниження потенціалу є досить благоприємним по умовам безпеки і використовується як одна з мір захисту від ураження струмом при випадковій появі напруги на металічних струмопровідних частинах, які з цією метою заземлюють.

Однак наряду з пониженням потенціалу заземленої струмопровідної частини при стіканні струму в землю виникають і негативні явища, а саме:

1) поява потенціалу на заземлювачі і металічних частинах, які знаходяться з ним в контакті;

2) поява потенціалу на поверхні ґрунту навколо місця стікання струму в землю.

Далі ми опишемо деякі загальні риси та вимоги з охорони праці на підприємстві.

1. Мікроклімат приміщень – це сукупність фізичних чинників та умов навколишнього середовища, які зумовлюють його тепловий стан і впливають на теплообмін людини.

Основними чинниками, які формують мікроклімат приміщень, є: температура, швидкість руху та вологість повітря, а також радіаційна температура, тобто середня температура поверхонь обгороджувальних конструкцій і предметів.

Температура повітря визначається термометрами (ртутними, спиртовими і електричними та термографами в градусах за шкалою Цельсія).

2. Терморегуляція – сукупність фізіологічних процесів, що підтримують температуру тіла організму відмінною від температури навколишнього середовища.

Розрізняють такі види терморегуляції у теплокровних:

Ендотермія – здатність деяких організмів контролювати температуру своїх тіл за допомогою внутрішніх засобів, наприклад,

Підп. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

61

тремтіння м'язів або внутріклітинних засобів. Протилежність ендотермії – екзотермія.

Гоміотермія – терморегуляція, що дозволяє підтримувати постійну внутрішню температуру тіла попри зовнішній вплив.

Тахіметаболізм – вид терморегуляції, характерний для організмів із високим рівнем основного обміну, тобто швидкості метаболізму у стані спокою.

3. За важкістю та енерговитратами роботи класифікують на такі категорії:

I категорія – легка робота, що виконуються сидячи (I а), стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів (I б); енерговитрати за таких робіт відповідно складають 105...140 Дж/с (I а) та 138...174 Дж/с (I б). Це роботи користувачів комп'ютерів, основні процеси точного приладобудування.

II категорія – роботи середньої важкості, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують перенесення вантажів (II а) та роботи, пов'язані із ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг (II б); енерговитрати відповідно складають 175...232 Дж/с (II а) та 232...290 Дж/с (II б). Це роботи у механоскладальних, механічних цехах.

III категорія – важкі роботи, пов'язані з перенесенням вантажів вагою понад 10 кг і систематичним напруженням; енерговитрати – більше 290 Дж/с. Це роботи у ковальських цехах з ручною ковкою, немеханізовані роботи у ливарних цехах тощо.

4. Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Попл. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

Лист

62

5. Допустимі мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень чи порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатись дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

6. Вологість повітря – вміст водяної пари в повітрі, характеризується пружністю водяної пари, відносною вологістю, дефіцитом волози, точкою роси, – є одним з найважливіших параметрів атмосфери, що визначає погоду, а також те, наскільки комфортно почуває себе людина в цей момент часу.

Є два способи кількісної оцінки вологості:

Абсолютна вологість – маса водяної пари, що утримується в одиницях об'єму повітря.

Відносна вологість – відношення абсолютної вологості до її максимального значення при даній температурі. При 100% відносній вологості в повітрі може відбутися конденсація водяних пар з утворенням туману, випаданням води. Температура, при якій це трапляється, називається точкою роси.

Максимальна вологість – пружність (напруга) водяних пар при повному насиченні повітря вологою при даній температурі або кількість водяних пар у грамах, необхідне для повного насичення 1 мг повітря при даній температурі.

Оптимальна для людини вологість 40–60%.
[30]

Інв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата						ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ Лист 63
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Список літератури

1. Синайский Э.Г., Лапуза Е.Я., Зайцев Ю.В. Сепарация многофазных многокомпонентных систем. М.:Недра, 2002. 622с.

2. ГОСТ 24757-81.

3. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сепарація>; Білецький В. С., Смирнов В. О. Технологія збагачення корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. – 272 с.

4. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Теплообмін>; Лабаї В. Й. Тепломасообмін – Л.: Тріада Плюс, 1998. – 260 с.

5. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ректифікація>; Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. – Д. : Східний видавничий дім, 2004–2013.

6. https://uk.wikipedia.org/wiki/Вода#Фізичні_власливості; Деркач Ф. А. Хімія. – Л. 1968.

7. Газ природний, палива та оливи / М. П. Андріішин, Я. С. Марчук, С. В. Бойченко, Л. А. Рябокони. – О. : Астропринт, 2010. – 230 с. Бібліогр.: 58 назв; https://uk.wikipedia.org/wiki/Природний_газ#Фізичні_власливості.

8. Білецький В. С. Основи нафтогазової справи / В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. І. Дмитренко, А. М. Похилко. Полтава: ПолтНТУ, Київ: ФОП Халіков Р. Х., 2017. – 312 с.; https://uk.wikipedia.org/wiki/Нафта#Хімічна_природа_і_утворення.Склад_і_власливості_нафти.

9. Білецький В. С. Основи нафтогазової справи / В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. І. Дмитренко, А. М. Похилко. Полтава: ПолтНТУ, Київ: ФОП Халіков Р. Х., 2017. – 312 с.

10. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

11. Кадиоров М.М., Гумеров О.А., Сбор, промысловая подготовка продукции скважин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – 70 с.

12. Складінський В. І. Технологічні основи нафто- та газопереробки / Складінський В. І. Ляпощенко О. О., Артюхов А. Е.

Попл. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНП.ВТС.00.00.000.ПЗ

- Суми: Сумський державний університет, 2011. – 187 с.

13. Каспарьянц К. С., Кузин В. И., Григорян Л. Г. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти газа М.: Недра, 1977. –254 с.

14. Ишмурзин А.А., Храмов Р.А. Процессы и оборудование системы сбора и подготовки нефти, газа и воды. – Уфа: УГНТУ 2003. – 144 с.

15. Леонтьев С. А. Расчет технологических установок системы сбора и подготовки скважинной продукции / С. А. Леонтьев, Р. М. Галикеев, О. В. Фоминых. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 116 с.

16. Эмирджанов Р.Т., Лемберанский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии.

17. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.

18. Кузнецов, А. А. Расчеты основных процессов и аппаратов переработки углеводородных газов : справ. пособие / А. А. Кузнецов, Е. Н. Судаков. – М. : Химия, 1983. – 223 с.

19. Мильштейн Л.М., Бойко С.И., Запорожец Е.П. Нефтегазопромысловая сепарационная техника – Справочное пособие.

20. Михеев В.П. Газовое топливо и его сжигание. – М: Недра, 1966. – 328 с.

21. Каруш С. А. Расчет газовых горелок. – Томск: ТГАСУ, 2014. 36 с.

22. Логинов В.И. Обезвоживание и обессоливание нефтей. – М.: Химия, 1979. – 216 с., ил.

23. Конструирование сварных химических аппаратов. Лащинский А.А. 1981.

24. ГОСТ 14249-89.

25. ГОСТ 6533-78.

26. ГОСТ 24755-89.

27. <http://www.gosthelp.ru/text/ATK2420004900porycilindri.html>.

28. <https://core.ac.uk/download/pdf/81246303.pdf>;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	ПОХНП.ВТС.00.00.0000.ПЗ					Лист
						Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	65
						Копировал					Формат А4

