

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра хімічної технології високомолекулярних сполук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 6.050503 Обладнання хімічних виробництв і
підприємств будівельних матеріалів

Тема проекту: Виробництво ацетону. Ректифікаційна колона з барботажними тарілками потужністю по ацетону 6000кг/годину.

Виконав студент
Залікова книжка:
№ _____
Захищений з оцінкою:
Керівник проекту

Рощина А.В.

Закусило Р.В.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми установки

1.2 Теоретичні основи процесу

1.3 Опис конструкції колони та вибір основних конструкційних матеріалів

2 Технологічні розрахунки процесу і апарата

2.1 Матеріальний баланс

2.2 Технологічні розрахунки

2.3 Конструктивні розрахунки

2.4 Гідравлічний опір апарата

2.5 Тепловий баланс

2.6 Вибір допоміжного обладнання

3 Розрахунки на міцність та герметичність апарата

3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки

3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання

3.3 Розрахунок опори апарата

4 Монтаж та ремонт апарата

4.1 Монтаж апарата

4.2 Ремонт апарата

5 Охорона праці

5.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливостей під час роботи

5.2 Загальні заходи безпеки

5.3 Охорона праці і техніка безпеки при монтажі і ремонті технологічного устаткування

Список літератури

Додатки

					6.133.03.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вступ

Метою виконання дипломного проекту є розширення, закріплення і поглиблення теоретичних і практичних знань з загальнотехнічних і спеціальних дисциплін у напрямку навчання, а також формування навичок використання цих знань. При цьому використовувалася технічна і стандартна документація діючих підприємств, а також нова інформація по темі проекту, зазначена в науково - технічній літературі.

Завданням дипломного проекту є проведення і обґрунтування виконання технологічних, конструктивних та інших розрахунків по темі проекту на основі аналізу отриманої інформації. При оформленні проекту використовувалися сучасні методи і засоби оргтехніки.

В даному проекті висвітлено питання ректифікації бінарної суміші компонентів, а також розрахунок супутнього обладнання цього процесу.

Ректифікація - розділення рідких однорідних сумішей на складові речовини або групи складових речовин в результаті протivotочної взаємодії парової суміші та рідкої суміші.

Цей процес має велике значення в хімічній техніці. Як приклади досить вказати на поділ природних вуглеводнів нафти і синтетичних вуглеводнів з метою отримання моторних палив, на виділення індивідуальних газів з їх сумішей шляхом попереднього зрідження і після ректифікації рідкої суміші.

Можливість поділу рідкої суміші на складові її компоненти ректифікацією обумовлена тим, що склад пари, що утворюється над рідкою сумішшю, відрізняється від складу рідкої суміші в умовах рівноважного стану пара і рідки. Відомі рівноважні дані для конкретної суміші дозволяють проаналізувати можливість поділу цієї суміші, знайти граничні концентрації поділу і розрахувати рушійну силу процесу.

Основна складність при проектуванні тарілчастих ректифікаційних колон полягає в правильному виборі відстані між тарілками, діаметра колони і числа тарілок.

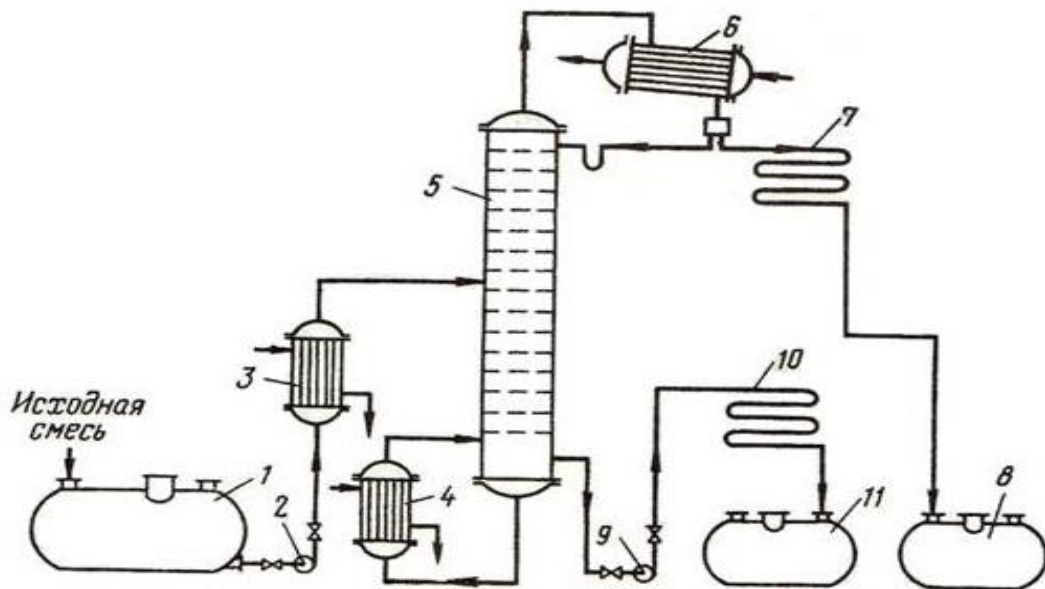
Оскільки в хімічному машинобудуванні чітко визначилася тенденція до зменшення відстані між тарілками, з'ясування умов, що визначають мінімальну відстань між ними, стало вельми актуальним.

					6.133.03.00.00.00		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

1 Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми установки

Принципова схема ректифікаційної установки має наступний вигляд. Вихідна суміш з проміжної ємності відцентровим насосом подається в теплообмінник, де підігрівається до температури кипіння. Нагріта суміш поступає на поділ в колону ректифікації на тарілку живлення, де склад рідини дорівнює складу вихідної суміші.



1 - ємність для вихідної суміші; 2,9 - насоси; 3 - теплообмінник-підігрівач; 4 - кип'ятильник; 5 - колона ректифікації; 6 - дефлегматор; 7 - холодильник дистилляту; 8 - ємність для збору дистилляту; 10 - холодильник кубової рідини; 11 - ємність для кубової рідини

Стікаючи вниз по колоні, рідина взаємодіє з паром, який піднімається вгору, що утворюється при кипінні кубової рідини в кип'ятильнику. Початковий склад пару приблизно дорівнює складу кубового залишку x_w , т. е. збіднений легколетучим компонентом. Для більш повного збагачення верхню частину колони зрошують відповідно до заданого флегмового числа рідиною (флегмою) складу x_r , яка виходить в дефлегматора після конденсації пара, що виходить з колони. Частина конденсату виводиться з дефлегматора у вигляді готового продукту поділу - дистилляту, який охолоджується в теплообміннику і направляється в проміжну ємність. З кубової частини колони насосом безперервно виводиться кубова рідина - продукт, збагачений труднолетучим компонентом, який охолоджується в теплообміннику і направляється в ємність.

Таким чином, в ректифікаційній колоні здійснюється безперервний нерівноважний процес поділу вихідної бінарної суміші на дистиллят з високим вмістом легколетучого компонента і кубовий залишок, збагачений труднолетучим компонентом.

1.2 Теоретичні основи процесу

Розглядаючи взаємодію пари і рідини в ректифікаційному апараті, зробимо такі припущення:

а) молярний теплоти випаровування компонентів однакові, тому кожен кілограм-моль пара при конденсації випаровує відповідно кілограм-моль рідини і, отже, молярний потік пара, що рухається в апараті від низу до верху, однаковий в будь-якому перетині апарату;

б) при конденсації пари в конденсаторі не відбувається зміни складу пара і, отже, склад пара, що потрапляє з ректифікаційного апарату, дорівнює складу дистилляту $y_p = x_p$;

в) при випаровуванні рідини в нижній частині агрегату випарника не відбувається зміни її складу і, отже, склад пари, що утворюється у випарнику, дорівнює складу залишку $y_w = x_w$;

Кількість дистилляту, отриманого в конденсаторі, дорівнює кількості пара, що направляєється в цей пристрій. Отриманий в конденсаторі дистиллят ділиться на дві частини - одна частина направляєється назад в колону (флегма), друга є готовим продуктом (дистиллят).

Нехай для отримання 1 кмоль дистилляту необхідні випаровування D кмоль рідини і повернення в апарат шляхом конденсації для взаємодії з паровим потоком R кмоль. Останню величину назвемо флегмове число; вона представляє собою відношення кількості повернутого в колону дистилляту (флегми) до кількості відібраного дистилляту у вигляді продукту.

Кількість пара, отриманого в нижній частині ректифікаційної колони, що проходить по колоні і переходить в конденсатор, званий дефлегматором,

$$D \cdot G_p = G_p \cdot R + G_p \text{ або } D = R + 1$$

Отримане рівність доводить, що поділ суміші при ректифікації можливо в результаті взаємодії потоків парів і рідин в ректифікаційному апараті при кратності випару $(R + 1)$ і кратності конденсації R.

Для визначення флегмового числа і виведення рівнянь ліній робочих концентрацій необхідно розглянути матеріальний баланс ректифікації.

Матеріальний баланс ректифікації по летучему компоненту може бути виражений загальною для всіх масообмінних процесів рівністю

$$G \cdot dy = L \cdot (-dx). \quad (1.1)$$

Нехай кількість взаємодіючих парів складе G кмоль, а рідини L кмоль. Тоді, згідно з прийнятим позначенням, (1.2) - для верхньої частини ректифікаційного апарату (1.3) - для нижньої частини апарату. Таким чином, для верхньої і нижньої частин апарату рівняння матеріального балансу запишуться у вигляді

$$(R + 1)dy = R(-dx); \quad (1.2)$$

$$(R + 1)dy = (R + F)(-dx). \quad (1.3)$$

Для довільного перетину верхньої частини апарату, де робочі концентрації x і y, і верху, де концентрації x_p і y_p , отримаємо

$$(R + 1) \cdot (y_p - y) = (R + 1) \cdot (x_p - x) = R \cdot (x_p - x) \quad (1.4)$$

						6.133.03.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

або

$$y = \frac{R}{R+1} \cdot x + \frac{x_p}{R+1} = A \cdot x + B. \quad (1.5)$$

Для довільного перетину нижньої частини апарату, де робочі концентрації x і y , і низу, де концентрації рідини і пара x_w і y_w , отримаємо

$$(R+1) \cdot (y - y_w) = (R+1) \cdot (y - x_w) = (F+R) \cdot (x - x_w) \quad (1.6)$$

або

$$y = \frac{R+F}{R+1} \cdot x - \frac{F-1}{R+1} \cdot x_w = A' \cdot x + B'. \quad (1.7)$$

Отримані вище рівняння є рівняннями ліній робочих концентрацій для верхньої і нижньої частини ректифікованого апарату.

Крім того, з рівняння для перетину апарату, відповідного введення вихідної суміші (x_f, y_f), і верху апарату (x_p, y_p) маємо

$$(R+1) \cdot (x_p - y_f) = R \cdot (x_p - x_f), \quad (1.8)$$

тоді

$$R = \frac{x_p - y_f}{y_f - x_f}. \quad (1.9)$$

1.3 Опис конструкції колони та вибір основних конструкційних матеріалів

Ректифікаційні колони, в залежності від їх внутрішнього устрою для розподілу флегми і висхідних парів поділяються на барботажні та насадочні.

Барботажні колони відрізняються конструкцією тарілок, т. е. існують колони з ковпачковими, сітчатими і провальними тарілками. Тарілчасті колони, що становлять основну групу апаратів з поверхнею контакту, яка утворюється в процесі руху потоків, властиві загальні закономірності в структурі потоків на тарілках. У свою чергу від гідродинамічної структури потоків, що визначають перемішування на тарілках, залежить ефективність тарільчатих колон.

Тарілчасті колони виконують у вигляді вертикальних циліндрів, усередині яких одна під іншою розміщені певне число горизонтальних тарілок, що забезпечують можливість зустрічної течії і контакту рідини і пара.

Вибір конструкції тарілки, в основному, залежить від фізико-хімічних властивостей поділюваних сумішей. В даному випадку вибір здійснений на користь сітчастої тарілки.

					6.133.03.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

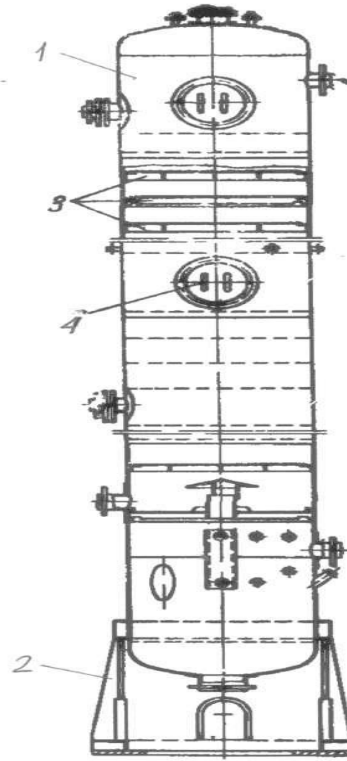


Рисунок 1.2 – Ескіз колона с сітчатими тарілками

1 – корпус; 2 – опора; 3 – тарілка; 4 - люк

Сітчаті тарілки мають отвори діаметром 2 - 5 мм; пар проходить через отвори і барботують через шар рідини на тарілці. При нормальній роботі колони рідина не протікає через отвори, так як вона підтримується знизу тиском газу. Висота шару рідини на тарілці становить 20 - 30 мм і визначається становищем верхніх кінців переливних труб. Сітчаті колони відрізняються простотою пристрою і високою ефективністю. Основний їх недолік полягає в тому, що вони задовільно працюють лише обмеженому діапазоні навантажень. При низьких навантаженнях, коли швидкість газу мала, рідина протікає через отвори і робота колони порушується. При великих навантаженнях гідравлічний опір тарілки сильно зростає, причому спостерігається значний винесення рідини (хоча в загальному на сітчаті тарілках винесення менше, ніж на ковпачкових тарілках). Інший недолік сітчатих колон полягає в тому, що отвори в тарілках можуть забиваються.

По конструкції корпусів розрізняють в основному три типи колон:

1) корпус зібраний з окремих царг, що з'єднуються між собою фланцями на про-кладках. Кришку і днище кріплять таким же способом. У такому корпусі не влаштовують люків-лазів;

					6.133.03.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2) корпус суцільнозварний; кришку кріплять за допомогою фланцевого з'єднання. Для огляду в корпусі передбачають оглядові люки;

3) корпус суцільнозварний, до нього приварюють кришку і днище. Для монтажу і демонтажу тарілок його обов'язково постачають люками-лазами.

Ректифікаційні колони виготовляють в основному з листової сталі. В даному випадку, з урахуванням експлуатаційних умов застосовується листовий прокат зі сталі 12X18H10T, як антикорозійний матеріал.

Конструкція тарілок приймається в залежності від знайденого значення діаметра колони і режиму роботи тарілок. Відстань між тарілками приймають з ряду значень: 200; 250; 300; 350; 400; 450 і 500 мм.

Глухі частини тарілок і інших внутрішніх пристроїв повинні мати дренажні отвори, що забезпечують повний злив рідини при зупинці апарата. Глухі порожнини колон і їх частин повинні мати отвори для видалення повітря перед гідравлічним випробуванням.

У конструкціях опор колонних апаратів необхідно передбачати лази або вікна для огляду зварних швів і полегшення обслуговування. Для колон діаметром 800 мм і більше лази повинні бути діаметром не менше 500 мм.

Загальний прогин встановленої тарілки не повинен перевищувати 3 мм.

Вибір конструкційного матеріалу, який визначається умовою експлуатації проектного елемента, вузла або апарата (температура, тиск, величина навантаження, характер агресивного впливу середовища, вимоги до якості переробляемого продукту і т. д.), Слід виконувати так, щоб при низькій вартості і не дефіцитності матеріалу забезпечувати ефективну технологію через виготовлених елементів (виробів).

Так як в апараті здійснюється технологічний процес, в якому не допускається утворення окислів металу, то для забезпечення умов роботи апарату прийнята корозіонностойкая сталь аустенітного класу 12X18H10T ГОСТ 5632-80.

Сталь характеризується гарною корозійною стійкістю, рекомендується застосовувати в температурному інтервалі - 256 ° С до + 525 ° С для корпусних елементів, до 600 ° С - для внутрішніх пристроїв без обмеження тиску. Сталь технологічна, добре зварюється, добре деформується в холодному і гарячому стані, добре обробляється всіма видами різання, характеризується задовільними лінійними властивостями. Хімічний склад і механічних властивості представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Хімічний склад та механічні властивості сталі 12X18H10T

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	Ti, %	S, %	P, %	E·10 ⁵ МПа	σ МПа	σ МПа	δ %
0,12	2,0	0,8	17-18	2-11	0,3	0,8	0,02	0,035	2,1	216	530	40

До недоліків цієї сталі слід віднести те, через велику в'язкість вона гірше піддається механічній обробці. Однак, з огляду на, що механічна обробка конструктивних елементів апарату здійснюється тільки за місцем стику зварюваних елементів конструкції, то цей фактор не має істотного впливу в ціло-

му на вартість виготовлення апарату.

Матеріал зовнішньої оснастки, опори, арматури, кріпильних елементів і т. д., що не мають контакту з середовищем, приймаємо конструкційну сталь 20 ГОСТ 380-71. Вибір на користь цієї сталі, заснований на її порівняно низьку вартість, гарну обробку і досить високи фізико-механічними властивості. Хімічний склад і механічні властивості представлені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Хімічний склад та механічні властивості сталі 20

C,%	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	As, %	S,%	P,%	$E \cdot 10^5$ МПа	σ МПа	σ МПа а	δ %
0,23 -0,3	0,5- 0,8	0,05 - 0,19	0,3	0,5	0,3	0,08	0,05	0,04	2,0	28 0	400	2 3

В якості прокладки, відповідно до цих же рекомендацій, приймаємо параніт, що отримується з суміші азбестових волокон, розчинника, каучуку і наповнювачів.

Листовий параніт загального призначення застосовують для ущільнення плоских роз'ємів нерухомих з'єднань з тиском середовища не більше 4,0 МПа.

Фізико - механічні показники паронита:

поглинання води, не більше, %	14;
межа міцності при розриві, не менше, МПа	6,0;
гранична температура застосування, °C	
для прісної води	250;
для водяної пари	450;
для повітря від	- 50 до +

50.

						6.133.03.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

2 Технологічні розрахунки процесу і апарата

2.1 Матеріальний баланс

З завдання на проект продуктивність установки по ацетону $G_D = 6000$ кг/год. Позначимо, що масова витрата вихідної суміші через G_F , кубового залишку через G_W . Прийнемо вміст ацетону, в молях: у вихідній суміші $X_F = 27\%$, в дистилляте $x_D = 94\%$, в кубовому залишку $x_W = 2,4\%$.

З рівнянь матеріального балансу [2, 7.4 і 7.5] маємо

$$6000 + G_W = G_F \quad (2.1)$$

$$6000 \cdot 0,94 + G_W \cdot 0,024 = G_F \cdot 0,27 \quad (2.2)$$

Висловимо концентрації початкової суміші, дистилляту і кубового залишку в масових частках:

$$\bar{x}_F = \frac{x_F \cdot M_A}{x_F \cdot M_A + (1 - x_F) M_B}, \quad (2.1)$$

$$\bar{x}_F = \frac{0,27 \cdot 58}{0,27 \cdot 58 + (1 - 0,27) \cdot 18} = 0,544,$$

$$\bar{x}_D = \frac{x_D \cdot M_A}{x_D \cdot M_A + (1 - x_D) \cdot M_B}, \quad (2.2)$$

$$\bar{x}_D = \frac{0,94 \cdot 58}{0,94 \cdot 58 + (1 - 0,94) \cdot 18} = 0,981,$$

$$\bar{x}_W = \frac{x_W \cdot M_A}{x_W \cdot M_A + (1 - x_W) \cdot M_B}, \quad (2.3)$$

$$\bar{x}_W = \frac{0,024 \cdot 58}{0,024 \cdot 58 + (1 - 0,024) \cdot 18} = 0,073,$$

де $M_A = 58$ кг/кмоль и $M_B = 18$ кг/кмоль – молярні маси ацетону і води відповідно.

З рівнянь матеріального балансу [2, 7.4 і 7.5] визначимо масові витрати вихідної суміші і кубового залишку

$$G_F = G_D \cdot \frac{\bar{x}_D - \bar{x}_W}{\bar{x}_F - \bar{x}_W}, \quad (2.4)$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_D = 6000 \cdot \frac{0,981 - 0,073}{0,543 - 0,073} = 11591 \text{ кг/ч,}$$

$$G_W = G_F \cdot \frac{\bar{x}_D - \bar{x}_F}{\bar{x}_D - \bar{x}_W}, \quad (2.5)$$

$$G_W = 11591 \cdot \frac{0,981 - 0,543}{0,981 - 0,073} = 5591 \text{ кг/ч}$$

Секундні витрати

$$G_D = \frac{6000}{3600} = 1,67 \text{ кг/с,}$$

$$G_W = \frac{5591}{3600} = 1,55 \text{ кг/с,}$$

$$G_F = \frac{11591}{3600} = 3,22 \text{ кг/с}$$

2.2 Технологічні розрахунки

З додатку X [1] маємо рівноважні склади рідини (x) і пара (y) в мольних %, і температури кипіння (t) в °С суміші ацетон - вода при атмосферному тиску, які заносимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1

x	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y	0	60,3	72	80,3	82,7	84,2	85,5	86,9	88,2	90,4	94,3	100
t	100	77,9	69,6	64,5	62,6	61,6	60,7	59,8	59,0	58,2	57,5	56,9

За даними таблиці 2.1 будемо криву рівноваги суміші ацетон - вода. Відносна молярна витрата початковий суміші

$$F = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W} \quad (2.6)$$

$$F = \frac{0,94 - 0,024}{0,27 - 0,024} = 3,72$$

Визначаємо мінімальне число флегми за рівнянням 7.10 [2]

					6.133.03.00.00.00 ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$R_{\text{мин}} = \frac{x_D - y_F}{y_F - x_F}, \quad (2.7)$$

де $y_F = 0,625$ – молярна частка ацетону в парі, рівноважному з рідиною початкової суміші, визначається по діаграмі у-х.

$$R_{\text{мин}} = \frac{0,94 - 0,625}{0,625 - 0,27} = 0,89$$

Робоче число флегми

$$R = 1,3 \cdot R_{\text{мин}} + 0,3 \quad (2.8)$$

$$R = 1,3 \cdot 0,89 + 0,3 = 1,15$$

Рівняння робочих ліній:

верхньої частині колони

$$y = \frac{R}{R+1} \cdot x + \frac{x_D}{R+1} = \frac{1,15}{1,15+1} \cdot x + \frac{0,94}{1,15+1} = 0,592 \cdot x + 0,384; \quad (2.9)$$

нижній частині колони

$$y = \frac{R+F}{R+1} \cdot x - \frac{F-1}{R+1} \cdot x_w = \frac{1,15+3,72}{1,15+1} \cdot x - \frac{3,72-1}{1,15+1} \cdot 0,024 = 2,11 \cdot x - 0,027 \quad (2.10)$$

Наносимо на діаграму положення робочих ліній. Відклавши на осі ординат 0,592 (59,2%), наносимо робочу лінію АВ для верхньої частини колони. Через точки А і С проводимо робочу лінію для нижньої частини колони.

Середні концентрації рідини:

верхньої частині колони

$$x_{\text{ср.в}} = \frac{x_D + x_F}{2} \quad (2.11)$$

$$x_{\text{ср.в}} = \frac{0,94 + 0,27}{2} = 0,605;$$

нижній частині колони

$$x_{\text{ср.н}} = \frac{x_F + x_W}{2} \quad (2.12)$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Да-		

$$x_{\text{ср.н}} = \frac{0,605 + 0,024}{2} = 0,315$$

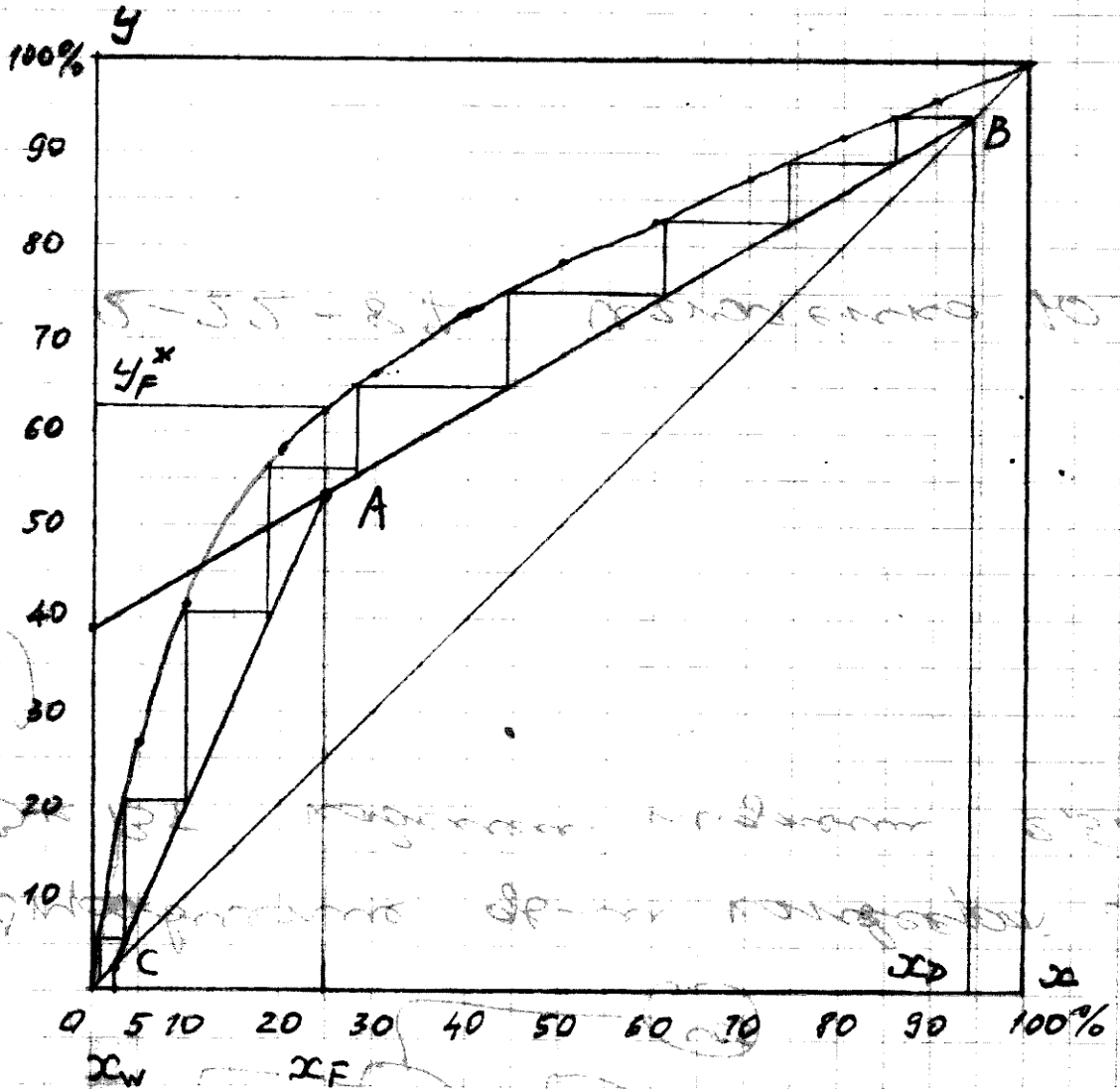


Рисунок 2.1 – Діаграма рівноваги бінарної суміші метанол - вода

Середні концентрації пара знаходимо за рівнянням робочих ліній:
верхньої частині колони

$$y_{\text{ср.в}} = 0,592 \cdot x_{\text{ср.в}} + 0,384 \quad (2.13)$$

$$y_{\text{ср.в}} = 0,592 \cdot 0,605 + 0,384 = 0,818$$

нижній частині колони

$$y_{\text{ср.н}} = 2,11 \cdot x_{\text{ср.н}} - 0,027 \quad (2.14)$$

$$y_{\text{ср.н}} = 2,11 \cdot 0,315 - 0,027 = 0,748$$

Середні температури пара знаходимо з таблиці 2.1 (див. вище) методом інтерполяції:

$$\text{при } y_{\text{ср.в}} = 0,818 \quad t_{\text{ср.в}} = 63^\circ\text{C};$$

$$\text{при } y_{\text{ср.н}} = 0,748 \quad t_{\text{ср.н}} = 67^\circ\text{C}.$$

Середні молярний маси щільності пара:
верхньої частині колони

$$M_{\text{ср.в}} = y_{\text{ср.в}} \cdot M_A + (1 - y_{\text{ср.в}}) \cdot M_B, \quad (2.15)$$

$$M_{\text{ср.в}} = 0,818 \cdot 58 + 0,182 \cdot 18 = 50,72 \text{ кг/кмоль},$$

$$\rho_{\text{ср.в}} = \frac{M_{\text{ср.в}} \cdot T_0}{22,4 \cdot T_{\text{ср.в}}}; \quad (2.16)$$

$$\rho_{\text{ср.в}} = \frac{50,72 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 63)} = 1,84 \text{ кг/м}^3;$$

нижній частині колони

$$M_{\text{ср.н}} = y_{\text{ср.н}} \cdot M_A + (1 - y_{\text{ср.н}}) \cdot M_B, \quad (2.17)$$

$$M_{\text{ср.н}} = 0,748 \cdot 58 + 0,252 \cdot 18 = 47,92 \text{ кг/кмоль},$$

$$\rho_{\text{ср.н}} = \frac{M_{\text{ср.н}} \cdot T_0}{22,4 \cdot T_{\text{ср.н}}}; \quad (2.18)$$

$$\rho_{\text{ср.н}} = \frac{47,92 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 67)} = 1,72 \text{ кг/м}^3;$$

Температура в верху колони при $x_D = 0,94$ дорівнює 57°C , а в кубі-випарнику при $x_W = 0,024$ дорівнює 100°C .

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Щільність ацетону при 57°C $\rho_A = 742 \text{ кг/м}^3$, води при 100°C $\rho_B = 958 \text{ кг/м}^3$
(1, приложение I).

Мольна маса вихідної суміші і дистилляту

$$M_F = M_A \cdot x_F + M_B \cdot (1 - x_F), \quad (2.19)$$

$$M_F = 58 \cdot 0,27 + 18 \cdot 0,73 = 28,8 \text{ кг/кмоль},$$

$$M_D = M_A \cdot x_D + M_B \cdot (1 - x_D), \quad (2.20)$$

$$M_D = 58 \cdot 0,94 + 18 \cdot 0,06 = 55,6 \text{ кг/кмоль}.$$

В'язкість рідини μ_x знаходимо за формулою (4, VII.11)

$$\lg \mu_x = x_{cp} \cdot \lg \mu_A + (1 - x_{cp}) \cdot \lg \mu_B, \quad (2.21)$$

де μ_A та μ_B – в'язкість ацетону і води при температурі суміші.

За додатком II [1]

$$\mu_{A,B} = 0,234 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\mu_{B,B} = 0,493 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\mu_{A,H} = 0,17 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\mu_{B,H} = 0,284 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Тоді відповідно в'язкість рідини у верхній і нижній частині колони

$$\lg \mu_{x,B} = x_{cp,B} \cdot \lg \mu_{A,B} + (1 - x_{cp,B}) \cdot \lg \mu_{B,B}, \quad (2.22)$$

$$\lg \mu_{x,B} = 0,605 \cdot \lg 0,234 \cdot 10^{-3} + 0,395 \cdot \lg 0,493 \cdot 10^{-3},$$

звідки

$$\mu_{x,B} = 0,314 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\lg \mu_{x,H} = x_{cp,H} \cdot \lg \mu_{A,H} + (1 - x_{cp,H}) \cdot \lg \mu_{B,H}, \quad (2.23)$$

$$\lg \mu_{x,H} = 0,315 \cdot \lg 0,17 \cdot 10^{-3} + 0,685 \cdot \lg 0,284 \cdot 10^{-3},$$

звідк

$$\mu_{x,H} = 0,242 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приймаємо відстань між тарілками $h = 400$ мм. Значення коефіцієнта C , залежить від конструкції тарілок, відстані між тарілками (2, рис. 7.2)

$$C = 0,044.$$

Швидкість пара:
верхньої частині колони

$$\omega_B = C \cdot \sqrt{\frac{\rho_{ж} - \rho_{п}}{\rho_{п}}}; \quad (2.24)$$

$$\omega_B = 0,044 \cdot \sqrt{\frac{742 - 1,84}{1,84}} = 0,88 \text{ м/с};$$

нижній частині колони

$$\omega_H = C \cdot \sqrt{\frac{\rho_{ж} - \rho_{п}}{\rho_{п}}}, \quad (2.25)$$

$$\omega_H = 0,044 \cdot \sqrt{\frac{958 - 1,72}{1,72}} = 1,04 \text{ м/с}$$

2.3 Конструктивні розрахунки

Середня масова витрата пара в колоні

$$G_B = G_D \cdot (R + 1) \cdot \frac{M_{cp.B}}{M_D}; \quad (2.26)$$

$$G_B = 1,67 \cdot (1,15 + 1) \cdot \frac{50,72}{55,6} = 2,39 \text{ кг/с};$$

$$G_H = G_D \cdot (R + 1) \cdot \frac{M_{cp.H}}{M_D}, \quad (2.27)$$

$$G_H = 1,67 \cdot (1,15 + 1) \cdot \frac{47,92}{55,6} = 2,26 \text{ кг/с}$$

Діаметр колони ректифікації визначаємо з рівняння витрати (4, VII.12)

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

6.133.03.00.00.00 ПЗ

ни, що приймається приблизно рівним 0,5.

Середні масові навантаження по рідини для верхньої та нижньої частин колонни

$$L_B = G_D \cdot R \cdot \frac{M_B}{M_D}, \quad (2.41)$$

$$L_B = 1,67 \cdot 1,15 \cdot \frac{50,72}{55,6} = 0,87 \text{ кг/с},$$

$$L_H = G_D \cdot R \cdot \frac{M_H}{M_D} + G_F \cdot \frac{M_H}{M_F}, \quad (2.42)$$

$$L_H = 1,67 \cdot 1,15 \cdot \frac{47,92}{55,6} + 3,22 \cdot \frac{47,92}{28,8} = 6,18 \text{ кг/с}$$

Об'ємна витрата рідини

$$V_{\text{ж.в}} = \frac{L_B}{\rho_A} \quad (2.43)$$

$$V_{\text{ж.в}} = \frac{0,87}{742} = 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Периметр зливний перегородки по Додатку 2 [4] для тарілки

$$\Pi = 0,86 \text{ м},$$

тоді

$$\Delta h = \left(\frac{1,17 \cdot 10^{-3}}{1,85 \cdot 0,86 \cdot 0,5} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,012 \text{ м}$$

Висота газорідинного шару на тарілці

$$h_{\text{пж}} = 0,04 + 0,012 = 0,052 \text{ м}$$

Опір газорідинного шару

$$\Delta p_{\text{пж}} = 1,3 \cdot 0,052 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \cdot 742 = 246 \text{ Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілки

$$\Delta p_B = 68 + 64 + 246 = 378 \text{ Па}$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Аналогічно розраховуємо гідравлічний опір тарілки для нижньої частини колони

$$\Delta p_{\text{сyx}} = 1,82 \cdot 6,35^2 \cdot \frac{1,72}{2} = 63 \text{ Па,}$$

$$\omega_0 = \frac{0,85}{0,1447} = 6,35 \text{ м/с}$$

$$\Delta p_{\sigma} = \frac{4 \cdot 63,2 \cdot 10^{-3}}{0,004} = 63 \text{ Па,}$$

де $\sigma = 63,2 \cdot 10^{-3}$ Н/м – поверхневий натяг рідини при середній температурі колони 67°C ; $d_0 = 0,004$ м – діаметр отворів тарілки.

$$V_{\text{ж.в}} = \frac{6,18}{958} = 6,45 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta h = \left(\frac{6,45 \cdot 10^{-3}}{1,85 \cdot 0,86 \cdot 0,5} \right)^{2/3} = 0,037 \text{ м}$$

$$h_{\text{пж}} = 0,04 + 0,037 = 0,077 \text{ м.}$$

$$\Delta p_{\text{пж}} = 1,3 \cdot 0,077 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \cdot 958 = 470 \text{ Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілки нижній частині колони

$$\Delta p_{\text{в}} = 63 + 63 + 470 = 596 \text{ Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілок

$$\Delta p = \Delta p_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}} + \Delta p_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}} = 378 \cdot 15 + 596 \cdot 7 = 9842 \text{ Па.}$$

2.5 Тепловий баланс

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючої воді в дефлегматорі

$$Q_{\text{д}} = G_{\text{D}} \cdot (1 + R) \cdot r_{\text{D}} \quad (2.44)$$

$$Q_{\text{д}} = 1,67 \cdot (1 + 1,15) \cdot 550 = 1975 \text{ кВт,}$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де

$$r_D = \bar{x}_D \cdot r_A + (1 - \bar{x}_D) \cdot r_B \quad (2.45)$$

$$r_D = 0,981 \cdot 515 + 0,019 \cdot 2368 = 550 \text{ кДж/кг}$$

питомі теплоти конденсації ацетону і води при 63С.

Витрата теплоти, що отримується в кубі-випарнику від пари, що гріє

$$Q_k = Q_d + G_D \cdot c_D \cdot t_D + G_W \cdot c_W \cdot t_W - G_F \cdot c_F \cdot t_F + Q_{\text{пот}} \quad (2.46)$$

$$Q_k = 1,03 \cdot (1975 + 1,67 \cdot 2,13 \cdot 63 + 1,55 \cdot 4,19 \cdot 100 - 3,22 \cdot 2,78 \cdot 63) = 2281 \text{ кВт.}$$

Тут теплові втрати $Q_{\text{пот}}$ прийняті в розмірі 3% від корисно витрачається теплоти; питомі теплоємності взяті відповідно при $t_D = 63^\circ\text{C}$, $t_W = 100^\circ\text{C}$ и $t_F = 67^\circ\text{C}$; температура кипіння визначена по таблиці 2.1.

Витрата теплоти в паровому підігрівачі вихідної суміші:

$$Q = 1,05 \cdot G_F \cdot c_F \cdot (t_F - t_H) \quad (2.47)$$

$$Q = 1,05 \cdot 3,22 \cdot 3,13 \cdot (63 - 20) = 617 \text{ кВт}$$

Тут теплові втрати прийняті в розмірі 5%, питома теплоємність вихідної суміші

$$c_F = \bar{x}_F \cdot c_A + (1 - \bar{x}_F) \cdot c_B \quad (2.48)$$

$$c_F = 0,27 \cdot 2,24 + 0,73 \cdot 4,19 = 3,13 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$$

взята при середній температурі

$$t_{\text{cp}} = \frac{t_F + t_H}{2} = \frac{63 + 20}{2} = 42,5^\circ\text{C.}$$

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючої воді у водяному холодильнику дистиляту

$$Q = G_D \cdot c_D \cdot (t_D - t_K) \quad (2.49)$$

$$Q = 2,16 \cdot 1,67 \cdot (57 - 25) = 153 \text{ кВт,}$$

де питома теплоємність дистиляту $c_D = 2,21 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ взята при середній температурі

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{cp} = \frac{57 + 25}{2} = 42^{\circ}\text{C}$$

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючої воді у водяному холодильнику кубового залишку:

$$Q = G_w \cdot c_w \cdot (t_w - t_k) \quad (2.50)$$

$$Q = 1,55 \cdot 4,19 \cdot (100 - 25) = 632 \text{ кВт},$$

де питома теплоємність кубового залишку $c_w = 4,19 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ взята при середній температурі

$$t_{cp} = \frac{100 + 25}{2} = 62,5^{\circ}\text{C}$$

Витрата пара, що гріє, і має тиск $p_{абс} = 4 \text{ ат}$ та вологість 5%:

а) в кубі-випарнику

$$G_{гп} = \frac{Q_k}{r_{гп} \cdot x} \quad (2.51)$$

$$G_{гп} = \frac{2281}{2141 \cdot 0,95} = 1,12 \text{ кг/с},$$

де $r_{гп} = 2141 \text{ кДж/кг}$ – питома теплота конденсації пари, що гріє;

б) підігрівачі вихідної суміші

$$G_{гп} = \frac{Q_F}{r_{гп} \cdot x} = \frac{617}{2141 \cdot 0,95} = 0,3 \text{ кг/с}.$$

Всього

$$G_{гп} = 1,12 + 0,3 = 1,15 \text{ кг/с}$$

Витрата охолоджуючої води при нагріванні її на $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$:

а) в дефлегматорі

$$V_B = \frac{Q_d}{c_B \cdot \Delta t \cdot \rho_B} \quad (2.52)$$

$$V_B = \frac{1865}{4,19 \cdot 20 \cdot 1000} = 22,23 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$$

б) у водяному холодильнику дистилляту

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_B = \frac{Q}{c_b \cdot \Delta t \cdot \rho_b} = \frac{153}{4,19 \cdot 20 \cdot 1000} = 1,83 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$$

в) у водяному холодильнику кубового залишку

$$V_B = \frac{632}{4,19 \cdot 20 \cdot 1000} = 7,54 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Всього

$$V_B = (22,23 + 1,83 + 7,54) \cdot 10^{-3} = 31,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

2.6 Вибір допоміжного обладнання

Вибір холодильника для кубового залишку.

З теплового балансу теплове навантаження апарату $Q = 632$ кВт, витрата охолоджуючої води $V_B = 7,54 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$.

Витрата води

$$G = V_B \cdot \rho \quad (2.53)$$

$$G = 7,54 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 = 7,54 \text{ кг/с}.$$

Среднелогарифмічна різниця температур

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{(100 - 30) - (25 - 10)}{\ln \frac{70}{15}} = 35,7 \text{ К}.$$

Орієнтовне значення коефіцієнта теплопередачі, що відповідає ламінарному течію теплоносіїв (4, табл. П.1)

$$K_{\text{op}} = 350 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

При цьому орієнтовне значення поверхні теплообміну складе

$$F_{\text{op}} = \frac{Q}{\Delta t \cdot K_{\text{op}}} \quad (2.54)$$

де Q – витрата теплоти в холодильнику кубового залишку, Вт;

$$F_{\text{op}} = \frac{632 \cdot 10^3}{35,7 \cdot 350} = 50,6 \text{ м}^2.$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

З табл. П.3[4] найближче підходить холодильник, який має параметри: діаметр кожуха $D = 400$ мм, діаметр труб $d_n = 25 \times 2$ мм, число ходів $z = 1$, загальне число труб $n = 111$ шт., довжина труб $l = 6,0$ м, площа теплообміну $F = 52$ м², площа вузького перетину міжтрубному простору $f_{\text{мтр}} = 0,02$ м², площа перерізу одного ходу по трубах $f_{\text{тр}} = 0,038$ м².

Далі проводимо уточнений розрахунок.

Значення критерію Re

$$Re = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d \cdot \left(\frac{n}{z}\right) \cdot \mu} \quad (2.55)$$

де μ – в'язкість охолоджуючої води, Па·с;

$$Re = \frac{4 \cdot 7,54}{3,14 \cdot 0,021 \cdot \left(\frac{111}{1}\right) \cdot 0,656 \cdot 10^{-3}} = 6281.$$

Значення критерію Pr

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (2.56)$$

де λ – теплопровідність охолоджуючої води, Вт/м·К;

$$Pr = \frac{4190 \cdot 0,656 \cdot 10^{-3}}{0,662} = 4,15.$$

Коефіцієнт тепловіддачі води, що рухається по трубах

$$\alpha_1 = \frac{0,662}{0,021} \cdot 0,023 \cdot 6281^{0,8} \cdot 4,15^{0,4} = 1400 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Для міжтрубному простору

$$Re = \frac{4 \cdot 3,09}{742 \cdot 0,025 \cdot 0,316 \cdot 10^{-3}} = 2109.$$

$$Pr = \frac{2032 \cdot 0,428 \cdot 10^{-3}}{0,164} = 5,3$$

Коефіцієнт тепловіддачі до ацетону складе

$$\alpha_2 = \frac{0,164}{0,025} \cdot 0,023 \cdot 2109^{0,8} \cdot 5,3^{0,36} = 1266 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Оскільки кубовий залишок містить в собі органічну рідину, то по табл. П.2 [4] приймемо термічні опору забруднень

$$r_1 = r_2 = \frac{1}{5800} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Теплопровідність нержавсталі $\lambda_{\text{ст}} = 17,5 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}.$

Сума термічних опорів стінки і забруднень дорівнює

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{5800} + \frac{1}{5800} = 4,58 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт теплопередачі дорівнює

$$K = \frac{1}{\frac{1}{1266} + \frac{1}{1400} + 4,58 \cdot 10^{-4}} = 510 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Необхідна поверхню становить

$$F = \frac{632 \cdot 10^3}{510 \cdot 35,7} = 34,7 \text{ м}^2,$$

що задовольняє обраному значенням $F = 42,0 \text{ м}^2$ при зменшенні довжини труб холодильника з 6 м до 4 м і збереженні всіх інших параметрів апарату.

Далі зробимо вибір кожухотрубного (горизонтального) дефлегматора за спрощеною схемою.

У дефлегматоре конденсується $1,67 \text{ кг/с}$ пара за рахунок охолодження води на 20°C . Умовно вважаємо, що вода нагрівається в дефлегматоре від 10 до 30°C .

Температурні умови процесу

$$57 \rightarrow 57$$

$$10 \leftarrow 30$$

$$\Delta t_{\delta} = 47 \quad \Delta t_{\text{м}} = 27$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

т. к. $\frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}} < 2$, маємо

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{47 + 27}{2} = 37 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

З таблиці (3, 4.8) орієнтовне значення коефіцієнта теплопередачі від пара, що конденсується, до води $K_{\text{оп}} = 250 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Теплове навантаження з теплового балансу колони

$$Q = 1865 \text{ кВт.}$$

Орієнтовне значення площі теплообміну

$$F_{\text{оп}} = \frac{Q}{K_{\text{оп}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}} \quad (2.57)$$

$$F_{\text{оп}} = \frac{1865 \cdot 10^3}{250 \cdot 37} = 198,3 \text{ м}^2.$$

Вибираємо стандартний конденсатор, який має параметри: діаметр кожуха $D = 800 \text{ мм}$, довжина труб $L = 6,0 \text{ м}$, площа теплообміну $F = 208 \text{ м}^2$, кількість труб $n = 442$, діаметр труб $25 \times 2 \text{ мм}$.

Потім виробляємо вибір кожухотрубного підігрівача вихідної суміші за спрощеною схемою.

Продуктивність підігрівача по вихідній суміші $G_f = 3,22 \text{ кг/с}$. З теплового балансу теплове навантаження апарату $Q = 617 \text{ кВт}$.

Температурні умови процесу при тиску пара, що гріє $p = 4 \text{ ата}$

$$143 \rightarrow 143$$

$$65 \leftarrow 20$$

$$\Delta t_{\text{м}} = 78 \text{ К} \quad \Delta t_{\text{б}} = 123 \text{ К}$$

Тоді

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{123 - 78}{\ln \frac{123}{78}} = 96,9 \text{ К.}$$

З таблиці (3, 4.8) орієнтовні значення коефіцієнта теплопередачі від пара, що конденсується, до органічних рідин $K = 250 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Орієнтовне значення поверхні теплообміну

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{op} = \frac{617 \cdot 10^3}{250 \cdot 96,9} = 23,4 \text{ м}^2.$$

Вибираємо стандартний теплообмінник, який має такі параметри:

діаметр кожуха

$D = 400 \text{ мм};$

довжина труб

$l = 3,0 \text{ м};$

площа теплообміну

$F = 24,0 \text{ м}^2;$

кількість труб

$n = 100;$

діаметр труб

$d = 25 \times 2 \text{ мм}.$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Розрахунки апарата на міцність и герметичність

3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки

Розрахункова температура вибирається від значень температури кипіння компонентів суміші ацетон – вода при заданому тиску в апараті (атмосферний тиск)

$$t_{\max} = \{ 56,9; 100^{\circ}\text{C} \},$$

де t – найбільша температура середовища, $t = 100^{\circ}\text{C}$.

Розрахунковий тиск для апаратів, що працюють при атмосферному тиску, приймається рівним [6, табл.1.1]

$$p_a = 0,2 \text{ МПа}$$

Напруга, що допускається, у робочому стані:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^*,$$

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^* = 1 \cdot 151 = 151 \text{ МПа},$$

де $\eta = 1,0$ для листового прокату [6, с. 10]; $\sigma^* = 151 \text{ МПа}$ – нормативна напруга, що допускається, при робочій температурі $t = 100^{\circ}\text{C}$ [6, табл.1.3] для сталі 12Х18Н10Т;

Коефіцієнт запасу стійкості для робочих умов [6, с. 11]

$$n_y = 2,4$$

Розрахункові значення модуля пружності для сталі 12Х18Н10Т при $t = 100^{\circ}\text{C}$ [6, с. 285]

$$E = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт міцності зварних швів при автоматичному дуговому електрозварюванні [6, табл.1.7]

$$\varphi = 1,0$$

Збільшення до розрахункових товщин стінок при терміні служби апарата $\tau = 10$ років [6, с. 11]:

а) для компенсації корозії: обичайки і днища корпуса:

$$c_k = \Pi \cdot \tau;$$

$$c_k = 0,13 \cdot 10 = 1,3 \text{ мм};$$

кришки:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

6.133.03.00.00.00 ПЗ

$$c_{к.кр} = П \cdot \tau = 0,13 \cdot 10 = 1,3 \text{ мм};$$

б) для компенсації ерозії $c_э = 0$, тому що ерозія відсутня;

в) для компенсації мінусового допуску й зменшення товщини стінки елементів апарата відповідно $c_2 = 0$ и $c_3 = 0$.

Тоді за умови, що $c_1 = c_к + c_э$, величина величина сумарного збільшення до розрахункових товщин:

обичайки і днища корпусу:

$$c = \sum c_i = c_к = 1,3 \text{ мм};$$

кришки:

$$c_{кр} = 1,3 \text{ мм}$$

Коефіцієнт лінійного розширення для вуглецевих сталей у температурному діапазоні від 20°C до 200°C [6, табл. X1]

$$\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

Розрахункова довжина царг апарату [3, табл. 8.1]:

$$l_p = 1200 \text{ мм}$$

Вихідні дані:

внутрішній діаметр корпуса

розрахунковий тиск в апараті

розрахункова температура середовища в апараті

матеріал апарата

термін служби апарата

$D = 1400 \text{ мм};$

$p = 0,2 \text{ МПа};$

$t = 100^\circ\text{C};$

сталь X18H10T;

$\tau = 10 \text{ років.}$

Так как аппарат работает при атмосферном давлении, то расчет толщины стенки осуществляем по давлению гидравлических испытаний.

Пробное давление при гидравлических испытаниях

$$p_{п} = 1,25 \cdot p \cdot \frac{[\sigma_{п}]}{[\sigma]} \quad (3.1)$$

где $[\sigma]$ – допустимое напряжение гидравлических испытаний; p – давление в аппарате.

$$[\sigma_{п}] = \frac{\sigma_T}{1,1} = \frac{240}{1,1} = 218 \text{ МПа.}$$

Тогда

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.133.03.00.00.00 ПЗ					

$$p_n = 1,25 \cdot 0,1 \cdot \frac{218}{150} = 0,18 \text{ МПа.}$$

Давление в аппарате от гидростатического напора

$$p_r = H \cdot \rho \cdot g \quad (3.2)$$

где H – высота колонны с учетом сепарационного и кубового пространства, м;

$$p_r = 15 \cdot 1000 \cdot 9,81 = 148 \cdot 10^3 \text{ Па} = 0,15 \text{ МПа.}$$

Расчетное давление в аппарате

$$p = p_n + p_r = 0,18 + 0,15 = 0,33 \text{ МПа.}$$

Расчетная толщина стенки

$$s_p = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_n] - p} \quad (3.3)$$

где D – диаметр аппарата, м.

$$s_p = \frac{0,33 \cdot 1400}{2 \cdot 0,9 \cdot 218 - 0,33} = 1,4 \text{ мм}$$

Принимаем прибавку к расчетной толщине за весь срок службы аппарата (10 лет)

$$c = 0,03 \cdot 10 = 0,3 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки корпуса

$$s = s_p + c \quad (3.4)$$

$$s = 1,4 + 0,3 = 1,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартне значення товщини стінки корпуса $s = 8,0$ мм [4, с. 113].

Розрахункова товщина стінки кришки

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$s_p = \frac{p_n \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_n] - 0,5p_n} \quad (3.5)$$

$$s_p = \frac{0,33 \cdot 1400}{2 \cdot 0,9 \cdot 218 - 0,50 \cdot 0,33} = 1,4 \text{ мм}$$

Виконавча товщина кришки

$$s = 1,4 + 0,3 = 1,7 \text{ мм.}$$

З метою уніфікації сортаменту матеріалу приймаємо $s_{кр} = 8,0$ мм.

3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання

Початкові дані:

внутрішній діаметр корпусу	$D = 1400$ мм;
розрахунковий тиск в апараті	$p = 0,33$ МПа;
розрахункова температура	$t = 100^\circ\text{C}$;
матеріал фланця –	сталь 12X18H10T;
матеріал болтів –	сталь 35 ХМ.

Фланці неізолювані, приварені встик. Зовнішній момент, що вигинає, і осьова сила відсутні. Коефіцієнт міцності зварних швів $\varphi = 0,8$. У фланцевому з'єднанні не передбачена перехідна трубка, т. е.

$$s_1 = s_0 = s = 8 \text{ мм.}$$

Визначимо діаметр болтової окружності [6, с.263]

$$D_6 = D + 2 \cdot (s + d_6 + u) \quad (3.6)$$

де $u = 6$ мм; $d_6 = 20$ мм.

$$D_6 = 1400 + 2 \cdot (8 + 20 + 8) = 1476 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_6 = 1540$ мм.

Зовнішній діаметр фланця [8, табл. 13.7]

$$D_H = D_6 + a \quad (3.7)$$

де $a = 60$ мм [8, табл. 13.27]

$$D_H = 1540 + 60 = 1600 \text{ мм}$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

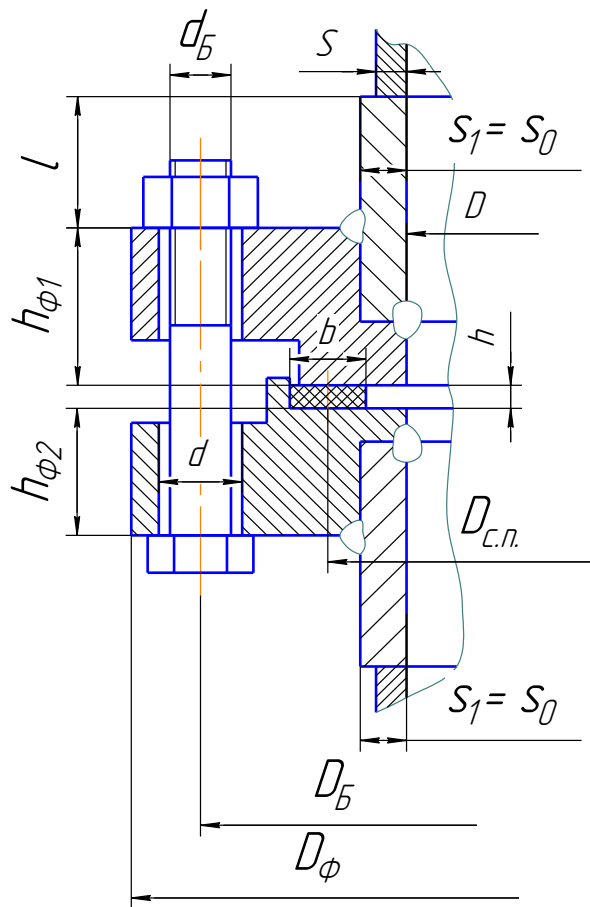


Рисунок 3.1 - Схема з'єднання фланця

Зовнішній діаметр прокладки визначається за формулою [8]

$$D_{н.п} = D_{\phi} - e \quad (3.8)$$

де $e = 30$ мм [8, табл. 13.27]

$$D_{н.п} = 1540 - 30 = 1510 \text{ мм}$$

Середній діаметр прокладки [6, 1,122]

$$D_{с.п} = D_{н.п} - b \quad (3.9)$$

де $b = 20$ мм – ширина прокладки [6, табл.1.42] для діаметра апарата $D = 1400$ мм

$$D_{с.п} = 1510 - 20 = 1490 \text{ мм}$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кількість болтів, необхідна для забезпечення герметичності з'єднання, визначається за формулою [6, 1.123]

$$n_{\text{б}} \geq \frac{\pi \cdot D_{\text{б}}}{t_{\text{ш}}} \quad (3.10)$$

де $t_{\text{ш}} = 4,6 \cdot d_{\text{б}} = 4,6 \cdot 20 = 92$ мм – крок болтів при $p = 0,33$ МПа (6, табл. 1.43).

$$n_{\text{б}} = \frac{3,14 \cdot 1540}{92} = 43$$

Приймаємо $n_{\text{б}} = 44$, кратне чотирьом.

Товщина фланця

$$h_{\text{ф}} \geq \lambda_{\text{ф}} \cdot \sqrt{D \cdot s} \quad (3.11)$$

где $\lambda_{\text{ф}} = 0,38$ для $p = 0,33$ МПа [6, табл. 1.43]

$$h_{\text{ф}} = 0,38 \cdot \sqrt{1400 \cdot 10} = 38 \text{ мм.}$$

Приймаємо $h_{\text{ф}} = 40$ мм.

Розрахункова довжина болта між опорними поверхнями голівки болта і гайки

$$l_{\text{б.о}} = 2 \cdot (h_{\text{ф}} + h_{\text{п}}) \quad (3.12)$$

де $h_{\text{п}} = 2$ мм – товщина прокладки.

$$l_{\text{б.о}} = 2 \cdot (40 + 2) = 84 \text{ мм}$$

Навантаження, що діє на фланцеве з'єднання

$$F_{\text{д}} = \frac{p \cdot \pi \cdot D_{\text{с.п}}^2}{4} \quad (3.13)$$

$$F_{\text{д}} = \frac{0,33 \cdot 3,14 \cdot 1,49^2}{4} = 0,63 \text{ МН.}$$

Реакція прокладки за робочих умов [6, 1.128]

$$R_{\text{п}} = \pi \cdot D_{\text{с.п}} \cdot b_0 \cdot k_{\text{пр}} \cdot p \quad (3.14)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

6.133.03.00.00.00 ПЗ

де $k_{пр} = 2,5$ – коефіцієнт, що залежить від матеріалу прокладки [8, табл. 13.28]

$$b_0 = 0,12 \cdot \sqrt{0,02} = 17 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

$$R_{\pi} = 3,14 \cdot 1,645 \cdot 17 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 0,33 = 0,068 \text{ МН}$$

Зусилля, що виникає від температурних деформацій

$$F_t = \frac{y_{\phi} \cdot n_{\phi} \cdot f_{\phi} \cdot E_{\phi} \cdot (\alpha_{\phi} \cdot t_{\phi} - \alpha_{\phi} \cdot t_{\phi})}{y_{\pi} + y_{\phi} + 0,5 \cdot y_{\phi} \cdot (D_{\phi} - D_{с.п})^2}, \quad (3.15)$$

де $\alpha_{\phi} = 16,6 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ и $\alpha_{\phi} = 13,3 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу фланця и болтів; $t_{\phi} = 0,96 \cdot t = 0,96 \cdot 100 = 96^{\circ}\text{C}$ – розрахункова температура неізолюваних фланців (6, табл. 1.37); $t_{\phi} = 0,95 \cdot t = 0,95 \cdot 100 = 95^{\circ}\text{C}$ – розрахункова температура неізолюваних болтів (6, табл. 1.37); $E_{\phi} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – для болтів из сталі 35ХМ; $f_{\phi} = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – для болтів М20; y_{ϕ} , y_{π} , y_{ϕ} – піддатливість болтів, прокладки, фланців.

Для болтів

$$y_{\phi} = \frac{l_{\phi}}{E_{\phi} \cdot f_{\phi} \cdot n_{\phi}} \quad (3.16)$$

де $l_{\phi} = l_{\phi,о} + 0,28 \cdot d_{\phi} = 84 + 0,28 \cdot 20 = 90 \text{ мм}$ – розрахункова длина болта.

$$y_{\phi} = \frac{90 \cdot 10^{-3}}{1,9 \cdot 10^5 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 44} = 41,1 \cdot 10^{-6} \text{ м/МН}$$

Для прокладки

$$y_{\pi} = \frac{h_{\pi}}{E_{\pi} \cdot \pi \cdot D_{с.п} \cdot b} \quad (3.17)$$

де $E_{\pi} = 2000 \text{ МПа}$ для прокладки из паронита.

$$y_{\pi} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2000 \cdot 3,14 \cdot 1,49 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 9,8 \cdot 10^{-6} \text{ м/МН}$$

Для фланця

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.133.03.00.00.00 ПЗ					

$$y_{\phi} = [1 - \nu \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda_{\phi})] \cdot \frac{\Psi_2}{h_{\phi}^3 \cdot E} \quad (3.18)$$

де

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{\phi}}{\sqrt{D \cdot s}} \quad (3.19)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{40}{\sqrt{1400 \cdot 8}} = 0,395;$$

$$\Psi_2 = \frac{D_H + D}{D_H - D} \quad (3.20)$$

$$\Psi_2 = \frac{1600 + 1400}{1600 - 1400} = 27,7;$$

$$\nu = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \lambda_{\phi} \cdot \left(1 + \frac{\Psi_1 \cdot h_{\phi}^2}{s^2}\right)} \quad (3.21)$$

$$\nu = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot 0,395 \cdot \left(1 + \frac{0,04 \cdot 40^2}{8^2}\right)} = 0,58,$$

при

$$\Psi_1 = 1,28 \cdot \lg \frac{D_H}{D} \quad (3.22)$$

$$\Psi_1 = 1,28 \cdot \lg \frac{1600}{1400} = 0,04;$$

$E = 2 \cdot 10^5$ МПа – для матеріала фланця.

Тоді

$$y_{\phi} = [1 - 0,58 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,395)] \cdot \frac{27,7}{0,04^3 \cdot 2 \cdot 10^5} = 0,237 \text{ м/МН}$$

Тоді

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_t = \frac{41,1 \cdot 10^{-6} \cdot 44 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot (16,6 \cdot 96 - 13,3 \cdot 95) \cdot 10^{-6}}{9,8 \cdot 10^{-6} + 41,1 \cdot 10^{-6} + 0,5 \cdot 0,237 \cdot (1,54 - 1,49)^2} = 0,121 \text{ МН.}$$

Визначимо коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання

$$k_{ж} = \frac{y_{\delta} + 0,5 \cdot y_{\phi} \cdot (D_{\delta} - D - s) \cdot (D_{\delta} - D_{с.п})}{y_{п} + y_{\delta} + 0,5 \cdot y_{\phi} \cdot (D_{\delta} - D_{с.п})^2} \quad (3.23)$$

$$k_{ж} = \frac{41,1 \cdot 10^{-6} + 0,5 \cdot 0,237 \cdot (1,54 - 1,4 - 0,01) \cdot (1,54 - 1,49)}{9,8 \cdot 10^{-6} + 41,1 \cdot 10^{-6} + 0,5 \cdot 0,237 \cdot (1,54 - 1,49)^2} = 1,31.$$

Визначимо болтове навантаження. В умові монтажу [8]

$$F_{\delta 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_{ж} \cdot F_{д} + R_{п} \\ 0,5 \cdot \pi \cdot D_{с.п} \cdot b_0 \cdot p_{пр} \end{array} \right\} \quad (3.24)$$

де $p_{пр} = 20$ Мпа пробний тиск стиску прокладки, для парониту [8, табл. 4]

$$F_{\delta 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,31 \cdot 0,69 + 0,072 \\ 0,5 \cdot 3,14 \cdot 1,49 \cdot 17 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,976 \\ 0,87 \end{array} \right\} = 0,976 \text{ МН}$$

За робочих умов [8]

$$F_{\delta 2} = F_{\delta 1} + (1 - k_{ж}) \cdot F_{д} + F_t \quad (3.25)$$

$$F_{\delta 2} = 0,976 + (1 - 1,31) \cdot 0,69 + 0,121 = 0,88 \text{ МН.}$$

Визначимо приведений згинальний момент за формулою 1.145 [6]

$$M_0 = 0,5 \cdot (D_{\delta} - D_{с.п}) \cdot F_{\delta 1} \quad (3.26)$$

$$M_0 = 0,5 \cdot (1,54 - 1,49) \cdot 0,976 = 0,024 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Умова міцності болтів [6]

$$\frac{F_{\delta 1}}{n_{\delta} \cdot f_{\delta}} < [\sigma]_{\delta}^{20}; \quad (3.27)$$

де $[\sigma]_{\delta}^{20} = 230$ МПа – для матеріалу болтів при температурі $t = 20$ °С.

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\frac{0,976}{44 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}} = 94 \text{ МПа} < 230 \text{ МПа};$$

$$\frac{F_{62}}{n_6 \cdot f_6} < [\sigma]_6; \quad (3.28)$$

де $[\sigma]_6 = 229 \text{ МПа}$ – для матеріалу болтів при температурі $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\frac{0,88}{44 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}} = 85 \text{ МПа} < 229 \text{ МПа}$$

Умова міцності для прокладки

$$\frac{F_{6\max}}{\pi \cdot D_{c.п} \cdot b} \quad (3.29)$$

де $[p_{пр}] = 130 \text{ МПа}$ – для прокладки из паронита (6, табл. 1.44).

$$\frac{0,88}{3,14 \cdot 1,49 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа}$$

Максимальна напруга в перетині фланця

$$\sigma_1 = \frac{T_\phi \cdot M_0 \cdot v}{D \cdot (s - c)^2} \quad (3.30)$$

де

$$T_\phi = \frac{D_H^2 \cdot \left[1 + 8,55 \cdot \lg\left(\frac{D_H}{D}\right) \right] - D^2}{(1,05 \cdot D^2 + 1,945 \cdot D_H^2) \cdot \left(\frac{D_H}{D} - 1\right)} \quad (3.31)$$

$$T_\phi = \frac{1,6^2 \cdot \left[1 + 8,55 \cdot \lg\left(\frac{1,6}{1,4}\right) \right] - 1,6^2}{(1,05 \cdot 1,4^2 + 1,945 \cdot 1,6^2) \cdot \left(\frac{1,6}{1,4} - 1\right)} = 1,88$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.133.03.00.00.00 ПЗ					

$$\sigma_1 = \frac{1,88 \cdot 0,024 \cdot 0,58}{1,4 \cdot (0,01 - 0,0003)^2} = 174 \text{ МПа}$$

Максимальна напруга в перетині по розміру s

$$\sigma_0 = f_\phi \cdot \sigma_1 \quad (3.32)$$

де $f_{cp} = 1$ при $\frac{s_0}{s} = 1$ (6, рис. 1.42).

$$\sigma_0 = 1 \cdot 174 = 174 \text{ МПа}$$

Окружна напруга в кільці фланця

$$\sigma_k = M_0 \cdot [1 - \nu \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda_\phi)] \cdot \frac{\Psi_2}{D \cdot h_\phi^2} \quad (3.33)$$

$$\sigma_\varepsilon = 0,024 \cdot [1 - 0,58 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,395)] \cdot \frac{27,7}{1,4 \cdot 0,04^2} = 36 \text{ МПа.}$$

Напруга в стінці обечайки от внутрешнего тиска:
тангенціальне

$$\sigma_t = \frac{p \cdot D}{2 \cdot (s - c)} \quad (3.34)$$

$$\sigma_t = \frac{0,33 \cdot 1400}{2 \cdot (8 - 0,3)} = 28 \text{ МПа;}$$

мерідиональне

$$\sigma_m = \frac{p \cdot D}{4 \cdot (s - c)} \quad (3.35)$$

$$\sigma_m = \frac{0,33 \cdot 1400}{4 \cdot (8 - 0,3)} = 14 \text{ МПа.}$$

Напруга, що допускається, для фланця в перетині s при кількості навантажень з'єднання (зборка-розбирання) не більше $2 \cdot 10^3$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sqrt{(\sigma_0 + \sigma_m)^2 + \sigma_t^2} - (\sigma_0 + \sigma_m) \cdot \sigma_t < \varphi \cdot [\sigma]_0, \quad (3.36)$$

$[\sigma]_0 = 0,002 \cdot E = 0,002 \cdot 2 \cdot 10^5 = 400 \text{ МПа}$ – для фланця из сталі 12Х18Н10Т.

$$\sqrt{(174 + 14)^2 + 28^2} - (174 + 14) \cdot 28 = 178 \text{ МПа} < 0,8 \cdot 400 = 320 \text{ МПа}$$

Визначаємо кут повороту фланця за формулою 1.150 [6]

$$\Theta = \frac{\sigma_k}{E} \cdot \frac{D}{h_\phi} \quad (3.37)$$

де $[\Theta] = 0,009 \text{ рад}$ – кут повороту фланця, що допускається, при $D = 1400 \text{ мм} < 2000 \text{ мм}$.

$$\Theta = \frac{36}{2 \cdot 10^5} \cdot \frac{1,4}{0,05} = 0,0051 < [\Theta] = 0,009 \text{ рад}$$

тобто умова герметичності з'єднання виконується.

3.3 Розрахунок опори

Вибір типу опори залежить від ряду умов: місця установки апарату, відношення висоти і діаметра апарату, його маси і т.д. При відношенні $H / \geq D$ 5 обрана опора, зображена на кресленні колони. За ОСТ 26-467-78 вибираємо циліндричну опору виконання 1 і проводимо перевірочні розрахунки.

З додатку 4 [9] маса однієї тарілки при $D = 1400 \text{ мм}$

$$m_T = 62 \text{ кг},$$

отже, при числі тарілок $n = 22$ загальна маса тарілок

$$m_1 = m_T \cdot n \quad (3.38)$$

$$m_1 = 62 \cdot 22 = 1364 \text{ кг}.$$

Маса обичайки колони

$$m_2 = \pi \cdot (D + s) \cdot s \cdot H \cdot \rho \quad (3.39)$$

$$m_2 = 3,14 \cdot (1,4 + 0,01) \cdot 0,01 \cdot 15 \cdot 7850 = 2682 \text{ кг}.$$

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Маса оснащення колони приймається в розмірі 20% від маси обичайки

$$m_3 = 0,2 \cdot m_2 \quad (3.40)$$

$$m_3 = 0,2 \cdot 2682 = 536 \text{ кг.}$$

Обсяг колони $V = 23,5 \text{ м}^3$, тоді маса води при гідравлічних випробуваннях

$$m_4 = V \cdot \rho_v \quad (3.41)$$

$$m_4 = 23,5 \cdot 1000 = 23500 \text{ кг.}$$

Наведене навантаження на опору

$$Q = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4) \cdot g \quad (3.42)$$

$$Q = (1364 + 2682 + 536 + 23500) \cdot 9,81 = 290,1 \cdot 10^3 \text{ Н} = 290,1 \text{ кН.}$$

Міцність зварного з'єднання опори з корпусом визначаємо за умовою

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot a_1} \leq \varphi_s \cdot [\sigma], \quad (3.43)$$

де $a_1 = 8 \text{ мм}$ – розрахункова товщина зварного шва; φ_s – коефіцієнт міцності зварного шва, зазвичай приймається $\varphi_s = 0,7$.

Тоді

$$\sigma = \frac{4 \cdot 290,1 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1400 \cdot 8} = 33 \text{ МПа} \leq 0,7 \cdot 120 = 84 \text{ МПа.}$$

Отже, умова міцності зварного шва виконується.

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Монтаж та ремонт апарата

4.1 Монтаж апарата

Одним з вирішальних умов правильної організації монтажних робіт є комплектна постановка обладнання, що має високу заводську готовність.

Порядок постановки устаткування визначено «основними технічними вимогами монтажних організацій до підприємств хімічної промисловості» ТУ 26-01-217-89.

Обладнання, що поставляється повинно відповідати таким основним вимогам, що визначає його якість і максимальну готовність:

- в опорному підставі повинні бути передбачені регулювальні винти, за допомогою яких обладнання вивіряють на фундаменті в горизонтальній і вертикальній площинах;

- у апаратів колонного типу для їх стропування при монтажі повинні бути передбачені монтажні штуцера ГОСТ 13716-86 або інші захватні пристрої;

- апарати з зовнішніми і внутрішніми теплоізоляційними захисними покриттями повинні поставлятися з привареними деталями для кріплення цих покриттів, а також з підготовленими захисними поверхнями;

- на апаратах і судинах підлягають на місці монтажу гідравлічного випробування, повинні бач передбачені спеціальні штуцери для установки вентиля (воздушника), через який при заповненні апарату водою буде проводитися випуск повітря, для приєднання манометра і повного зливу води;

- кожен штуцер на апараті або посудині повинен мати відповідний фланець, робочу прокладку і кріпильні деталі;

- для вивірки вертикальності встановленого апарату колонного типу, коли він за проектом має зовнішню ізоляцію, повинні бути передбачені спеціальні бобишки з нарізкою для ввертвання штирів. Бобишки розташовують у нижній і верхній частинах апарату по дві, під кутом 90°С;

- відправлені заводом-виготовлювачем до місця монтажу апарат, посудину або транспортбельний вузол повинні мати вказівки місць стропування, зазначена на апараті або вузлі яскравою фарбою. На апараті або вузлі на видному місці також яскравою фарбою повинен бути вказана вага апарату або його вузлів. Якщо апарат представляється окремими вузлами, то вони повинні мати складальне маркування на частинах апарату.

Збірка апаратів, що складаються з окремих царг, що збираються на фланцях здійснюється безпосередньо на фундаменті. В цьому випадку до їх підйому слід перевірити горизонтальність привалочних поверхонь кожної царги. Відхилення не повинно перевищувати 0,3 мм на 1 м діаметр апарату, але не більше 2 мм на весь діаметр.

Збірка фланцевих з'єднань повинна виконуватися без підганяючі операцій; болти в отвори повинні входити вільно, без напруги. Затягування фланцевих з'єднань необхідно проводити одночасним загортанням гайок на діаметрально розташованих болтах або шпильках.

							6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

Остаточну затягування фланцевих з'єднань царг апаратів з прокладками з шнурового азбесту слід проводити «на гаряче» при нагріванні всього апарату паром до 60 ° С.

4.2 Ремонт апарата

Відповідно до діючого положення про планово-попереджувальному ремонті графіки і плани ремонту обладнання складаються в певній послідовності. Технічна адміністрація виробничого цеху пред'являє у відділ головного механіка підприємства проект річного плану-графіка ремонту устаткування з урахуванням дати їх останнього ремонту. Відділ головного механіка на підставі цехових проектів планів-графіків розробляють проект зведеного плану ремонту обладнання по підприємству.

Підготовка ремонту включає:

- 1 Технічний огляд устаткування перед ремонтом;
- 2 Складання проектно-кошторисної документації для робіт підлягають виконанню;
- 3 Оформлення та видачі замовлень на проведення робіт;
- 4 Розробку графіка на проведення робіт;

Основним видом їх зносу колоною масообмінних апаратури є забивання колони відкладеннями і корозії її елементів. Царгови колони розбираються повністю. Вантажопідйомний механізм встановлений вище колони, що дозволяє зняти всі царги по черзі. Підготовка колонного апарату до ремонту наступне: видалення робочого середовища з апарату після, чого виробляють його пропарювання водяною парою, яка витісняє залишків в колоні пари газів, після пропарювання колону промивають водою. Промивання колони водою також способствує швидшому її охолодженню, не можна приступати до ремонтних роботам, якщо температура промивної води перевищує 50°C. Пропарену і промиту колону від'єднують від всіх апаратів і комунікацій глухими заглушками, що встановлюються у фланцевих з'єднаннях. Установку кожної заглушки і подальше її зняття реєструють в спеціальному журналі.

Ремонт тарілок царгових колон проводиться після їх демонтажу. Тареліки в царгах ущільнюються за допомогою азбесту або шнурового фторопластового уплотнюючого матеріалу, при демонтажі тарілок азбест і ФУМ витягується за допомогою гаків і зубила. Ремонт тарілок пов'язаний з їх чищенням і заміною зношених елементів. Після установки тарілок в царгу перевіряється рівномірність парораспределення, допускається деяка негоризонтальність барботажных тарілок, так як основний вплив на роботу тарілки надає установка ковпачка або клапана. Вельми відповідальна операція при складанні царгової колони є установка прокладок між дротяними поверхнями і кріплення царг болтами. Від сталості товщини прокладки по всій площі сполучення і від одномірності затяжки болтів фланцевих з'єднань залежить щільність з'єднань, а також вертикальне положення осі колони і горизонтальне положення тарілок.

Регулювання барботажных тарілок полягає в наступному: тарілку зали-

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вають водою так, щоб надмірна кількість води зливалася через зливне уст-
ройство. Злив по всьому периметру повинен бути однаковим, тому передусмат-
ється можливість його регулювання. Після заповнення гідрозатворів сливні кише-
ні під тарілку, що перевіряється, компресором нагнітають повітря. Регуліровкою
домагаються однакового барботажу бульбашок повітря через шар води по всій
поверхні.

Ремонт колони закінчують її випробуванням. При гідравлічному випро-
ванні колона заповнюється водою при відкритій воздушки, встановленої у верхній
частині колони, поява води в воздушки свідчить про заповнення колони. Після за-
криття воздушки тиск в колоні повільно підвищується до контролюємої величи-
ни, при цьому тиску апарат витримується 5 хвилин, потім тиск скидається до ро-
бочого значення, при якому приступають до огляду корпусу, одночасно обсту-
кiвая зварні шви молотком масою 0,5-1,5 кг.

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 Охорона праці

Задачі охорони праці - звести до мінімальної імовірності ураження або захворювання працюючого, з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Продуктивність праці підвищується за рахунок збереження здоров'я і працездатності людини, продовження її активної трудової діяльності, зменшення числа аварій і т.п. Поліпшення умов праці і її безпеки призводить до зниження виробничого травматизму і професійних захворювань, що зберігає здоров'я працівників.

5.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливостей під час роботи

При ректифікації застосовується шкідлива речовина: ацетон.

Ацетон CH_3COCH_3 – безбарвна, легка, вогненебезпечна (ЛЗР) рідина з приємним запахом. Він легший за воду ($\rho = 0,88 \text{ г/см}^3$) і з нею не змішується, але розчинний в органічних розчинниках, і сам розчиняє багато речовин. Ацетон - горюча речовина. Температура спалаху (23°C), займання 465°C , самозаймання 562°C . С повітрям утворює вибухонебезпечні суміші: нижня концентраційна межа (по об'єму) 2,5%, верхня межа складає 12,8%.

Ацетон порушує діяльність центральної нервової системи та кістково-мозкове кровотворення. Ацетон проникає в організм через органи дихання і шкіру, добре розчиняючись в жирах. При тривалому контакті незахищеною шкіри з ацетоном виникає дерматит. Усі роботи з ацетоном необхідно проводити в респіраторі, бавовняному спецодязі, черевиках і рукавицях, при наявності місцевих витяжних пристроїв і загальної припливно-витяжної вентиляції.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз, спецодяг, гумові рукавички, захисні мазі і пасти.

Для попередження професійних захворювань необхідна герметизація всього устаткування, ГДК = 50 мг/м^3 , клас безпеки – 4.

5.2 Загальні заходи безпеки

Індивідуальні засоби захисту:

При проведенні технологічного процесу ректифікації застосовуються засоби індивідуального захисту: костюм сукняний, чоботи гумові або черевики шкіряні, білизна натільна, фартух прогумований, гумові рукавички, бавовняні рукавиці, головний убір, протигаз марки А чи БКФ, захисні окуляри.

Коллективні засоби захисту:

- огороження небезпечних частин устаткування;
- захисні кожухи на фланцевих з'єднаннях паропроводів;
- герметизація обладнання;
- вентиляція, освітлення;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.133.03.00.00.00 ПЗ					

- заземлення устаткування;
- засоби пожежогасіння;
- дистанційне керування електроустаткуванням;
- пристрої автоматичного контролю і сигналізації;
- знаки безпеки.

5.3 Охорона праці і техніка безпеки при монтажі і ремонті технологічного устаткування

Рациональна організація робочого місця при монтажі і ремонті повинна передбачати їхню мобільність і дотримання усіх вимог техніки безпеки: вільні проходи, шляхи доставки деталей, інструментів і пристосувань, огороження зони роботи, запобіжні і попереджуючі пристрої і т.д. Риштування і підмостки для роботи на висоті, як правило, повинні бути інвентарними. У необхідних випадках з дозволу головного інженера їх можна виготовляти індивідуально по затвердженому проекту. Основи під риштування і підмостки повинні бути стійкими, навантаження на їхній настил не повинні перевищувати розрахункову. Стійки, рами, сходи необхідно прикріплювати до стійких конструкцій, настили – обгороджувати поруччям висотою не менш 1 м з поручнями, бортовою дошкою висотою не менш 0,15 м і проміжною горизонтальною планкою. Ухил сходів більш 60° до горизонту не допускається. До підвісних і піднімальних риштувань висувають підвищені вимоги; вони повинні бути попередньо випробувані під навантаженням, що перевищує розрахункову в 1,5 рази, канати, що їх підтримують, і робочі канати повинні мати дев'ятикратний запас міцності.

Виконання земляних робіт (особливо землерийними машинами) допускається тільки з письмового дозволу керівництва цеху (заводу) за установленою формою. Дозвіл повинний бути погоджений зі службами пожежної охорони, мереж електроцеха, зв'язку, транспорту і водопостачання. Границі дозволеного району проведення земляних робіт повинні бути позначені покажчиками і знаками.

Техніка безпеки при монтажних роботах, зв'язаних з новим будівництвом, повинна бути цілком передбачена проектом організації будівництва і проектом виробництва монтажних робіт у відповідності зі СНиП III-A.11–70. Проект або план повинні передбачати належну організацію будівельно-монтажної площадки, безпека експлуатації машин, механізмів і інструментів, зварювальних, вантажно-розвантажувальних, транспортних, земляних і інших робіт. Проведенню монтажних робіт повинне передувати виконання всіх діючих норм і правил по охороні праці, а також інструкцій з підготовки робочого місця, перевірки знань персоналу, що беруть участь у монтажі, вибору вантажопідйомних машин, механізмів, пристосувань і інструментів. Всі операції по монтажу, включаючи планування монтажних площадок і під'їзних колій, повинні проводитися у визначеній послідовності.

Монтажники, що працюють на висоті, повинні оперізуватися запобіжними поясами, що прикріплюються до надійно стоячої частини конструкції або риштування. Кожен монтажник, що знаходиться на монтажній площадці, повинний бути

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в спецодязі, касці й у нековзному взутті; набір інструментів він повинний носити і зберігати в сумці. Відповідальні монтажні й особливо демонтажні роботи повинні проводитися тільки в присутності керівного експлуатаційного персоналу.

При проведенні зварювальних робіт, особливо в діючих цехах, необхідно неухильно виконувати всі правила техніки безпеки. Електрозварювальні роботи при монтажі і ремонті устаткування повинні бути організовані відповідно до ГОСТ 12.3.003—75 «Роботи електрозварювальні. Загальні вимоги безпеки» і Правилами пожежної безпеки при проведенні зварювальних і інших вогневих робіт на об'єктах народного господарства.

Електрозварювальні роботи у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщеннях повинні виконуватися відповідно до вимог типової інструкції з організації безпечного ведення вогневих робіт, затверджених Держгіртехнадзором.

До зварювальних і інших вогневих робіт допускаються особи, що мають спеціальний талон про перевірку знань вимог пожежної безпеки.

Постійні місця проведення вогневих робіт визначаються наказом керівника підприємства. Місця проведення тимчасових зварювальних робіт визначаються тільки письмовим дозволом за спеціальною формою, підписаним особою, відповідальною за пожежну безпеку даного об'єкта. Дозвіл видається тільки на робочу зміну. При аваріях зварювальні роботи проводять без письмового дозволу, під спостереженням начальника цеху або ділянки. Керівник об'єкта або інша посадова особа, відповідальна за пожежну безпеку, повинні забезпечити перевірку місця проведення зварювальних робіт протягом 3–5 ч після їхнього виконання.

Приєднання і відключення від мережі зварювальних установок, а також спостереження за їхнім станом здійснює електротехнічний персонал, що при цьому керується ПУЕ і Правилами технічної експлуатації.

Зварювання на відкритому повітрі без навісу під час дощу і снігопаду повинні бути припинені. Зварники проходять інструктаж з безпеки праці через кожні три місяці. Місце проведення вогневих робіт повинне бути забезпечено засобами пожежегасіння: вогнегасником, ящиком з піском, лопатою, відром з водою.

Для газозварних робіт користаються головним чином киснем і палим газом, що доставляються в балонах, на горловині яких повинні бути нагвинчені запобіжні ковпаки. При транспортуванні і переміщенні як наповнених, так і порожніх балонів необхідно виключити можливість поштовхів і ударів. Балони повинні бути захищені від сонця або інших джерел тепла і віддалені від пальників не менш чим на 5 м.

Місця установки ацетиленових генераторів повинні бути обгороджені. Відкривати барабани з карбідом кальцію треба латунними зубилом і молотком (застосування мідних інструментів для цієї мети заборонено) або спеціальним ножем, змазаним товстим шаром солідолу; барабани з-під карбіду необхідно берегти від води.

Газопровідні шланги повинні бути цілими і надійно приєднані спеціальними хомутиками до апарата, чи пальникам різакам. Не можна відігрівати зварювальне устаткування відкритим вогнем.

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.133.03.00.00.00 ПЗ						

При ремонті будь-якого технологічного устаткування необхідно дотримуватися діючих на підприємстві нормативних документів: правила безпеки у вибухо-небезпечних і вибухопожежонебезпечних виробництвах, правила улаштування і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. Система технічного обслуговування і ремонту устаткування, затверджена міністерством хімічної промисловості, правила пожежної безпеки при експлуатації підприємств, технологічні регламенти, а також відомчі правила й інструкції.

Порядок підготовки устаткування до ремонту, що включає його зупинку, знеструмлення, звільнення від продукту, очищення від забруднень і шламу, нейтралізацію середовища, відключення від комунікацій заглушками, встановлюється інструкцією. Усі підготовчі роботи виконує експлуатаційний персонал під керівництвом начальника установки або ділянки. Особливо контролюється установка заглушок. У спеціальному журналі записують дату, час і місце установки кожної заглушки, її номер, час вилучення, а також прізвище виконавця.

Відповідальність за якісне і безпечне проведення ремонту несе керівник ремонту. Здачу устаткування в ремонт і приймання його після ремонту роблять відповідно до вимог ГОСТ 19504–74 і ПБВХП–74.

Усі роботи з розкриття, очищенню, огляду, підготовки до ремонту, проведенню ремонтних робіт апаратів і ємкостей і їхнього випробування проводять відповідно до внутрішньозаводських інструкцій, що передбачають спеціальні заходи безпеки. Ці роботи необхідно проводити вдень. Аварійні роботи можна виконувати й у нічний час при дотриманні особливих умов.

Усі роботи по підготовці апаратів і ємкостей до внутрішнього огляду і ремонту здійснює експлуатаційний персонал під керівництвом інженерно-технічних працівників; при необхідності до цих робіт залучають працівників газорятівальної служби.

Апарати і ємності, що підлягають розкриттю для ремонту, повинні бути охолоджені, звільнені від продукту відключені від діючої апаратури і системи трубопроводів, промиті, пропарені гострою порою, продуті інертним газом і повітрям. Заглушки з хвостиками повинні бути встановлені на усіх без винятку комунікаціях, підведених до апаратів або ємкостей, що ремонтуються.

Перед розкриттям ємності начальник зміни й особа, відповідальна за проведення робіт, зобов'язані переконатися в повній підготовленості її відповідно до інструкції. Апарат розкривають тільки в їхній присутності. Апарати і ємності, у яких знаходилися отруйні речовини, розкривають у спецодязі й у протигазі, призначених для роботи з даними речовинами.

В апаратах і ємностях можна працювати тільки по письмовому дозволу начальника цеху, виданому механіку цеху або особі, відповідальній за проведення робіт. Письмовий дозвіл одночасно є і допуском до роботи. У дозволі повинні бути зазначені: підготовленість до ремонту, особливі міри безпеки при провадженні робіт, склад бригади виконавців, термін дії допуску, прізвище і посада особи, відповідальної за проведення робіт. Форму дозволу встановлює головний інженер підприємства.

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

До чищення, огляду і ремонту усередині апаратів і ємкостей допускаються тільки особи чоловічої статі не моложе 20 років, фізично здорові, що пройшли медичне обстеження.

Перед початком робіт усередині апарата або ємності всі працюючі повинні бути докладно проінструктовані про міри безпечної роботи на даному об'єкті.

Роботи з ремонту в апараті повинні проводитися бригадою, що складається з двох і більше чоловік; один працює, а інший за ним спостерігає. Робота без спостерігача (дублера) не допускається. На газонебезпечних об'єктах спостерігачів повинно бути двоє.

Перед входом працюючого в апарат або ємність необхідно зробити аналіз повітря і переконатися в тім, що вміст вибухонебезпечних і токсичних речовин у ньому не перевищує припустимих норм. Варто також виміряти температуру і переконатися в наявності достатньої кількості кисню в повітряному середовищі.

Безпосередньо перед входом в апарат працівник повинен надягти ретельно пригнаний шланговий протигаз з відрегульованою подачею свіжого повітря. Зверху спецодягу працівник повинен надягти запобіжний пояс із хрестоподібними лямками і прикріпленою до них сигнально-рятувальною мотузкою, вільний кінець якої (довжиною не менш 10 м) повинний бути виведений назовні і надійно закріплений. Робота в апараті при температурі вище 50°C забороняється. Між дублером і працюючим повинен бути встановлений найпростіший зв'язок.

Дублер зобов'язаний постійно знаходитися біля люка і спостерігати за працюючим, тримаючи сигнально-рятувальну мотузку, по якій працюючий може подавати сигнали. Він повинен бути споряджений так, щоб бути готовим зробити працюючому необхідну допомогу й у разі потреби витягти його з апарата.

Тривалість безупинної роботи в апараті і порядок зміни працюючого повинні бути передбачені в дозволі. При проведенні роботи необхідно систематично робити аналіз повітря; при збільшенні концентрації небезпечних газів роботи повинні бути негайно припинені, а працюючі виведені з апарата.

Роботи усередині апаратів і ємкостей дозволяється проводити тільки інструментом, що не іскрить. Роботи з застосуванням відкритого вогню можна виконувати тільки з письмового дозволу головного інженера підприємства, погодженого з місцевими органами пожежного нагляду, і при строгому дотриманні спеціально розробленої інструкції, складеної відповідно до «Типового положення по організації і проведенню вогневих робіт у вибухо- і пожежонебезпечних виробництвах хімічної і металургійної промисловості». До одержання дозволу повинний бути складений акт огляду апарата або ємності, у якому вказують прізвища осіб, що робили перевірку, і результати хімічних аналізів.

Вогневі роботи проводять при цілком відкритих люках і кришках, а також при максимальному повітрообміні. До початку зварювальних робіт апарат або ємність повинні бути заземлені. Електродотримач повинен бути заблокований з пускачем так, щоб зміна електродів могла проводитися тільки при виключеному струмі. Переносні проводи, що підводять струм до місця зварювання, повинні бути ретельно ізольовані.

						6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Усередині апарата або ємності електрозварювач повинен працювати в діелектричних рукавичках, галошах і ізольованому шоломі або касці, а також у підлокітниках і наколінниках.

По закінченні робіт з апарата або ємності повинні бути вилучені всі інструменти, ремонтні матеріали і предмети. Перед закриттям апарата відповідальний за проведення роботи і начальник зміни повинні упевнитися в тім, що в апараті не залишилися люди і не забуті інструменти і матеріали.

Ремонт, при якому з устаткування можуть виділятися вибухонебезпечні або токсичні гази, пари або пил, установка і виїмка заглушок, зміна прокладок, запірних і запобіжних пристроїв і інші газонебезпечні роботи виконують працівники газорятувальної станції або під їх спостереженням цехові робітники, що пройшли спеціальне навчання по обслуговуванню і ремонту газонебезпечних установок.

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список литературы

1. Плановский А. Н., Рамм В. М., Каган С. З. Процессы и аппараты химической технологии. Москва, Химия, 1968, 848 с.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Химия, 1987, 576 с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1982, 384 с.
4. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Москва, Химия, 1983, 272 с.
5. Александров И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования. Москва, Химия, 1978, 280 с.
6. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1984, 301 с.
7. Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Химия, 1991, 352 с.
8. Лазинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов, Справочник. Ленинград, Машиностроение, 1981, 382 с.
9. Стабников В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Москва, Легкая и пищевая промышленность, 1983, 328 с.
10. Бакластов А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. Москва, Энергия, 1970, 568 с.
11. Лазинский А. А., Толчинский А. Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Ленинград, Машиностроение, 1970, 752 с.

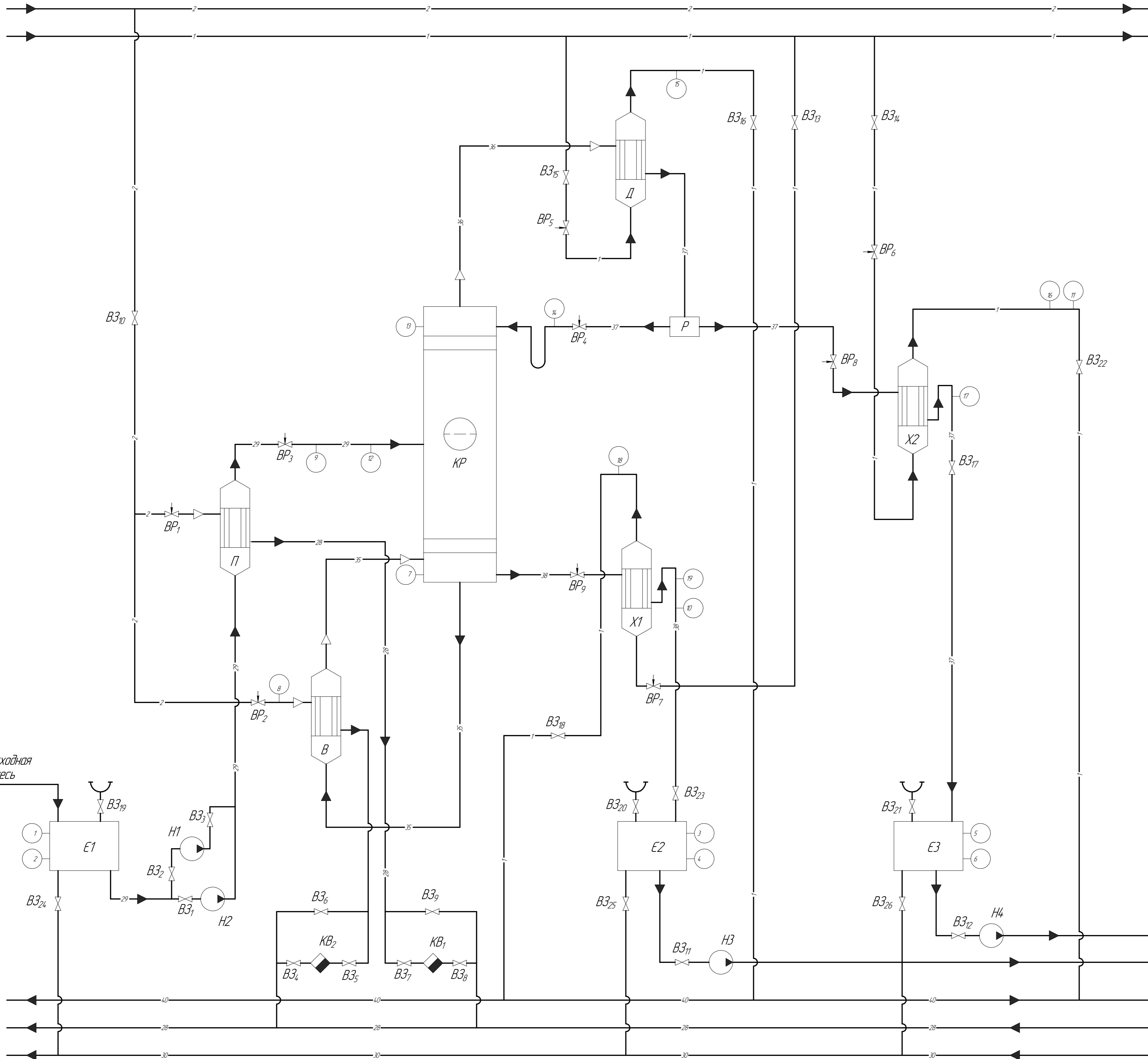
										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

6.133.03.00.00.00 ПЗ

Литература

1. Плановский А. Н., Рамм В. М., Каган С. З. Процессы и аппараты химической технологии. Москва, Химия, 1968, 848 с.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Химия, 1987, 576 с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1982, 384 с.
4. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Москва, Химия, 1983, 272 с.
5. Александров И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования. Москва, Химия, 1978, 280 с.
6. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1984, 301 с.
7. Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Химия, 1991, 352 с.
8. Лазинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов, Справочник. Ленинград, Машиностроение, 1981, 382 с.
9. Стабников В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Москва, Легкая и пищевая промышленность, 1983, 328 с.
10. Бакластов А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. Москва, Энергия, 1970, 568 с.
11. Лазинский А. А., Толчинский А. Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Ленинград, Машиностроение, 1970, 752 с.
12. Общие методические указания к выполнению комплексного курсового проекта. Сумы, Издательство СумГУ, 2007, 27 с.
13. Методическое пособие к выполнению комплексного курсового проекта. ШИСумГУ, 2009, 48 с.

					6.133.03.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Експлікація трубопроводів

Умовне позначення	Графічне	Найменування середовища в трубопроводі
Букв.	Графічне	
1	1	Вода
2	2	Пара
28	28	Конденсат
29	29	Початкова суміш
30	30	В каналізацію
35	35	Пара-рідинна емульсія
36	36	Пари дистилляту
37	37	Дистиллят
38	38	Кубовий залишок
40	40	Оборотна вода

Точки замірювання і контролю

Позначення	Контрольований параметр	Примітка
1-7	Рівень	
8	Тиск	
9-11	Витрата	
12-19	Температура	

Експлікація обладнання

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
КР	Колонна ректифікаційна	1	
Д	Дефлегматор	1	
В	Випарник	1	
П	Підігрівач	1	
Х1-2	Холодильник	2	
Е1-3	Ємність	3	
Р	Розподільник	1	
Н1-4	Насос	4	
BP1-9	Вентиль регулюючий	9	
B31-26	Вентиль запірний	26	
KB1-2	Конденсатвідвідник	2	

6.133.03.00.00.00 СЗ

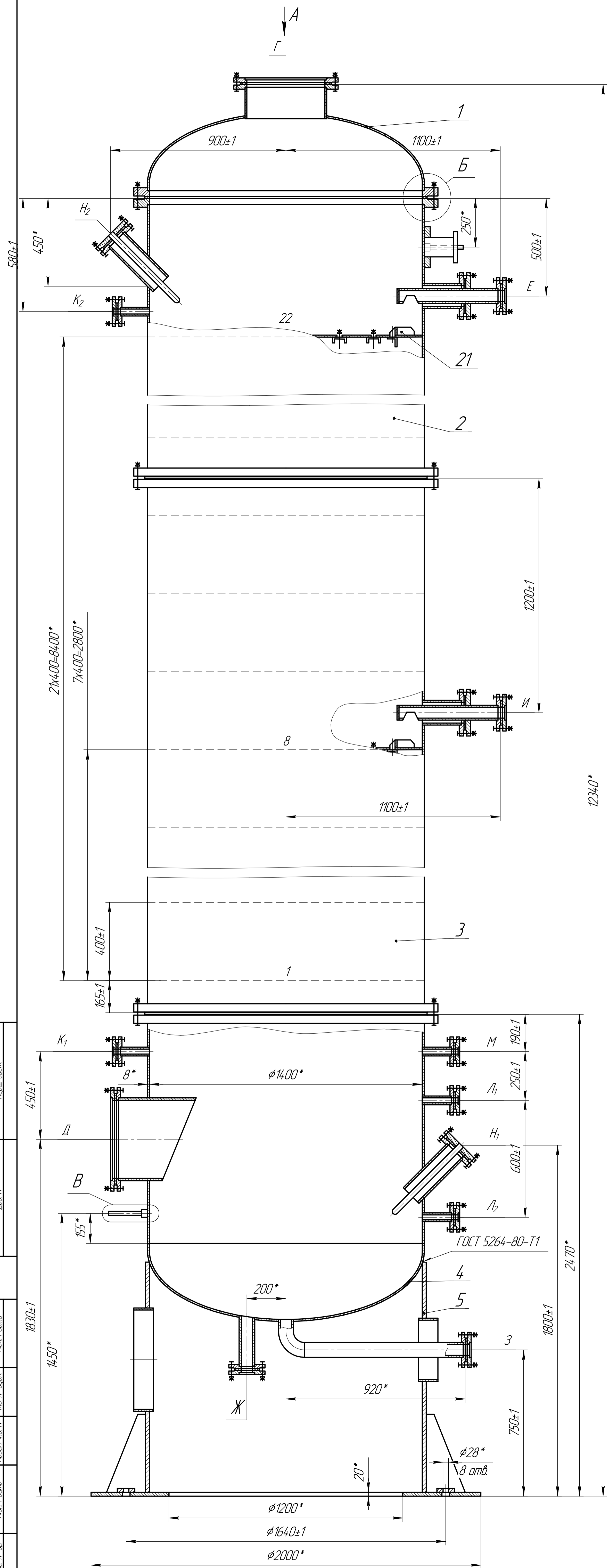
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Установка ректифікаційна	Лит.	Маса	Масштаб
Разр.	Раціо					Аркши	Аркши	
Перед.					Технологічна схема			
Т.контр.					СумДУ			
Н.контр.					гр. ХМат-5ш			
Затв.					Формат А1			

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30

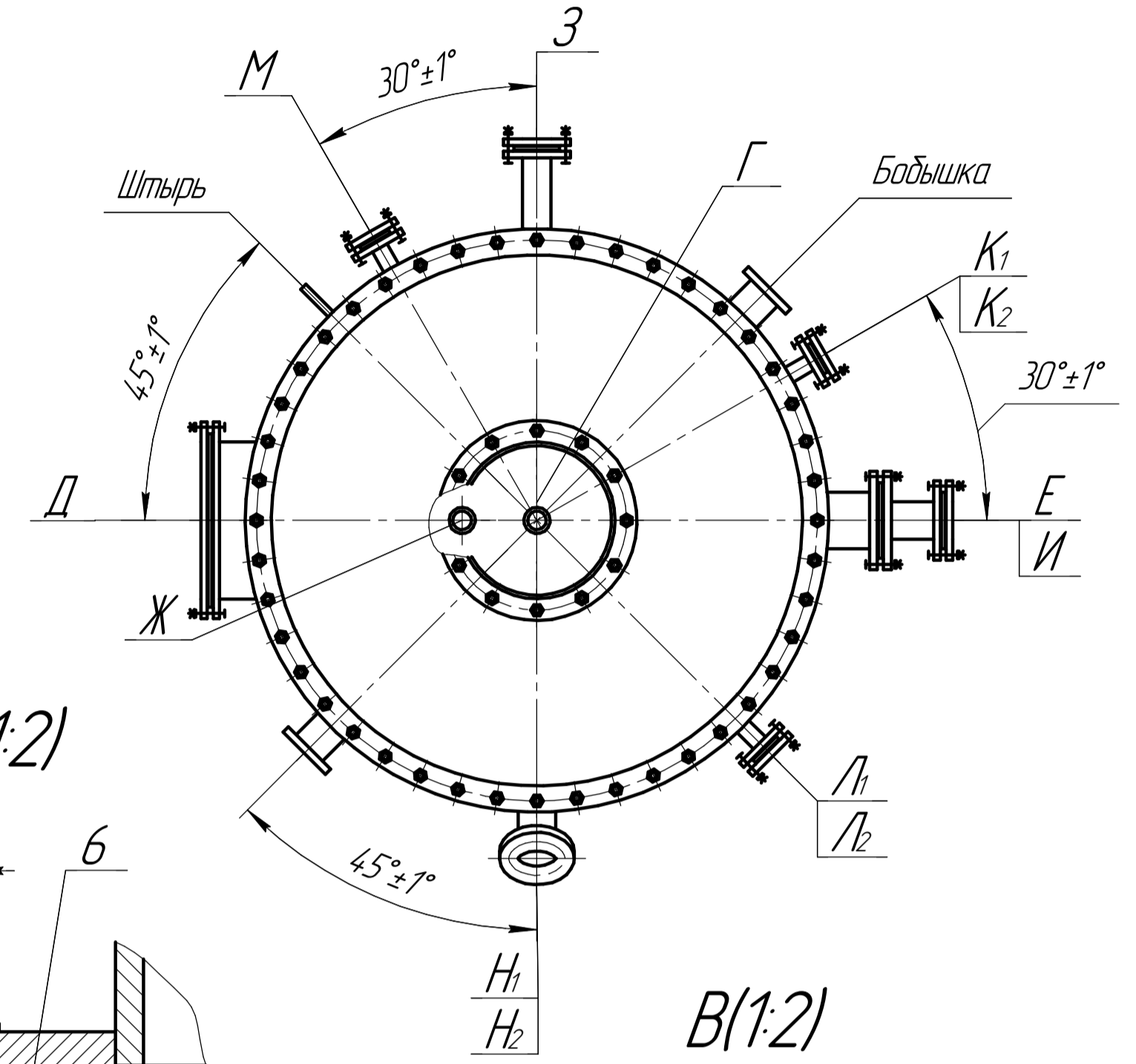
6.133.03.00.00.00 СБ

Таблиця штуцерів

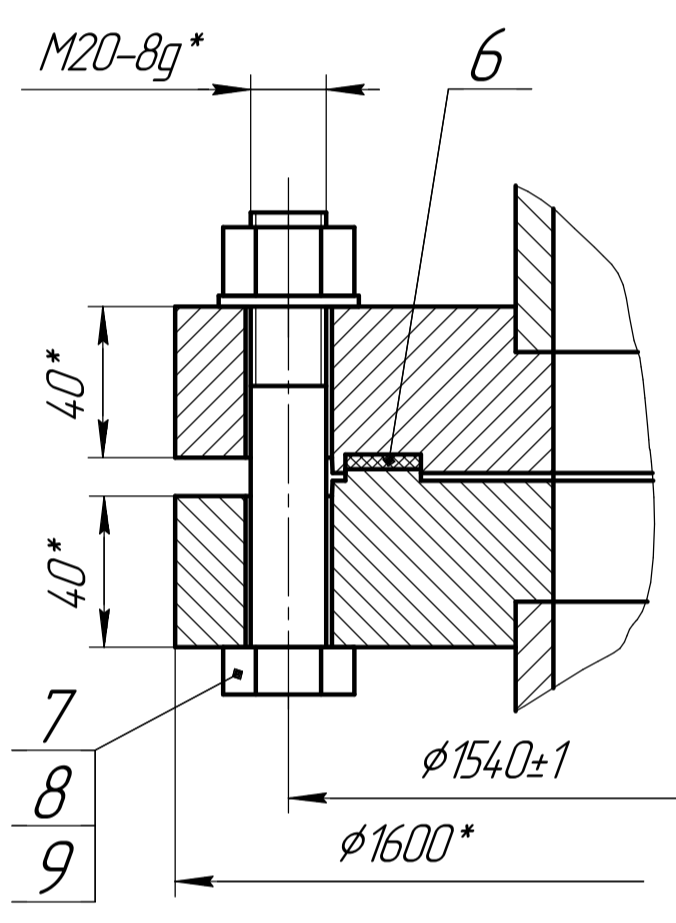
Обозн.	Наименование	Кол.	Трехход условный D, мм	Давление условное P, МПа
Г	Вихід пари	1	400	0,3
Д	Вхід пари	1	400	0,3
Е	Вхід флегми	1	40	0,3
Ж	Вихід рідини з куба	1	40	0,3
З	Вихід кубового залишку	1	40	0,3
И	Вхід початкової суміші	1	40	0,3
К+2	Для манометра	1	25	16
Л+2	Для показчика рівня	2	20	16
М	Для установки рівнеміра	1	25	6,4
Н+2	Для термометра ртутного	2	25	2,5



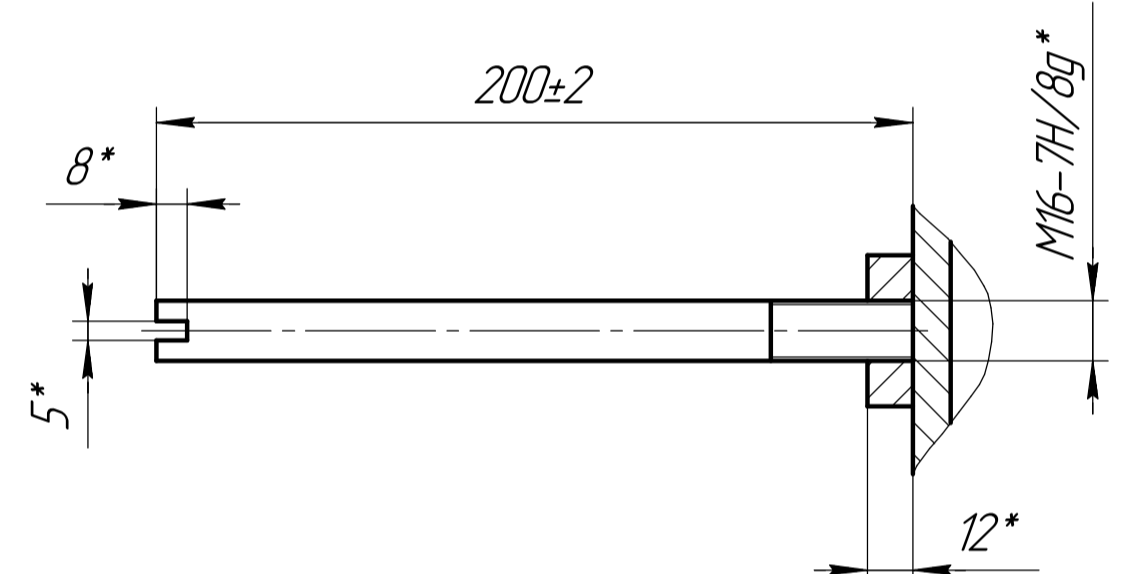
А(1:15)



Б(1:2)



В(1:2)



Технічна характеристика

Апарат призначений для розділення суміші ацетон-вода	
Параметр	
1. Робочий тиск, МПа	0,1
2. Розрахунковий тиск, МПа	0,2
3. Максимально допустима робоча температура стінки, °С	100
4. Мінімально допустима робоча температура стінки, °С	мінус 20
5. Розрахункова температура стінки, °С	100
6. Найменування середовища	ацетон-вода
7. Характеристика робочого середовища: - клас небезпеки (по ГОСТ 12.1007) - пожежебезпека (по ГОСТ 12.1004) - видухонебезпека (по ГОСТ 12.1011)	4 кл. так так
8. Номинальний об'єм, м ³	23,5
9. Група апарату (по ГСТУ 3-17-191-2000)	5б
10. Термін служби апарату, років	10
11. Кількість циклів навантаження колони за весь термін служби, не більше	1000

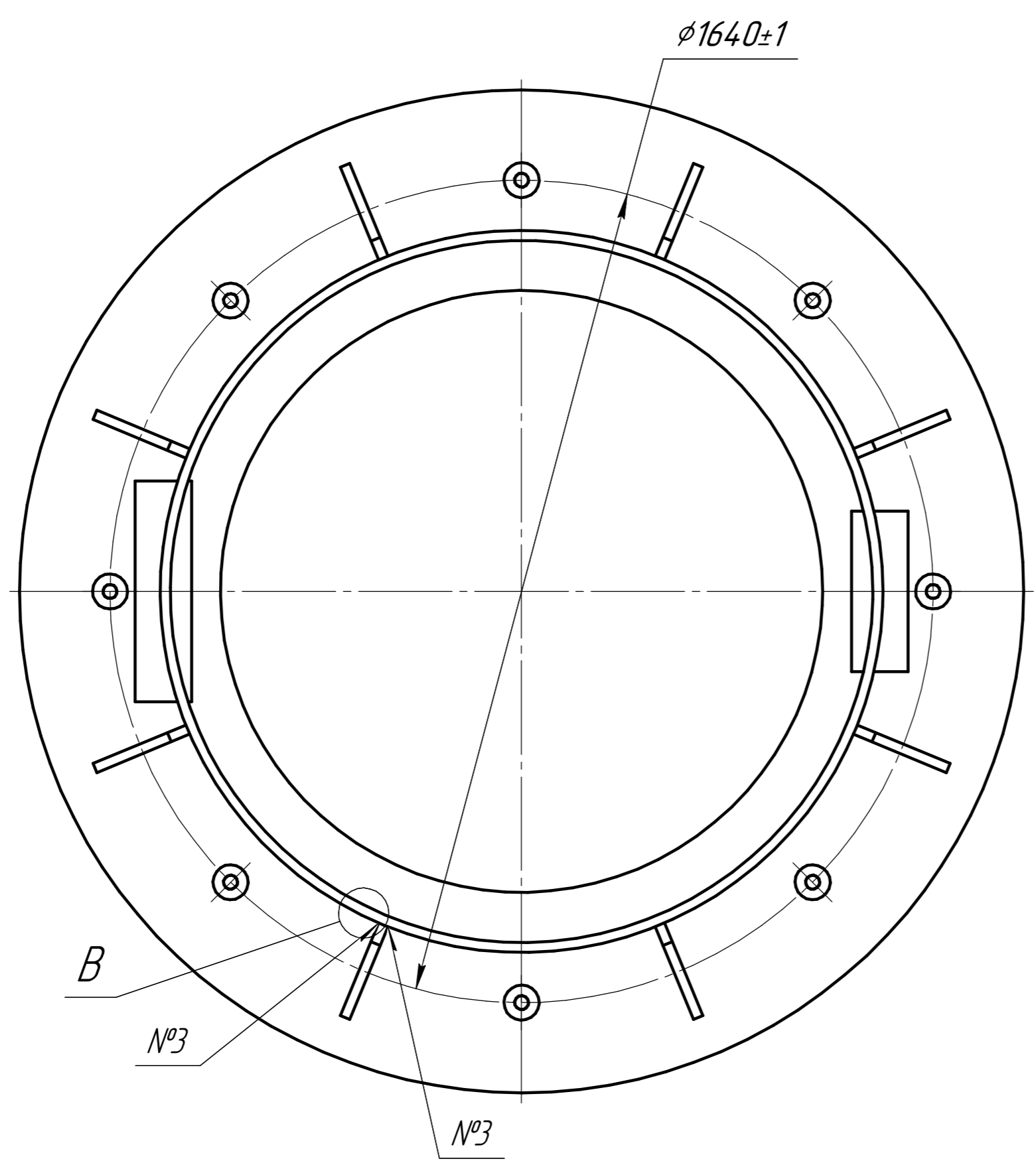
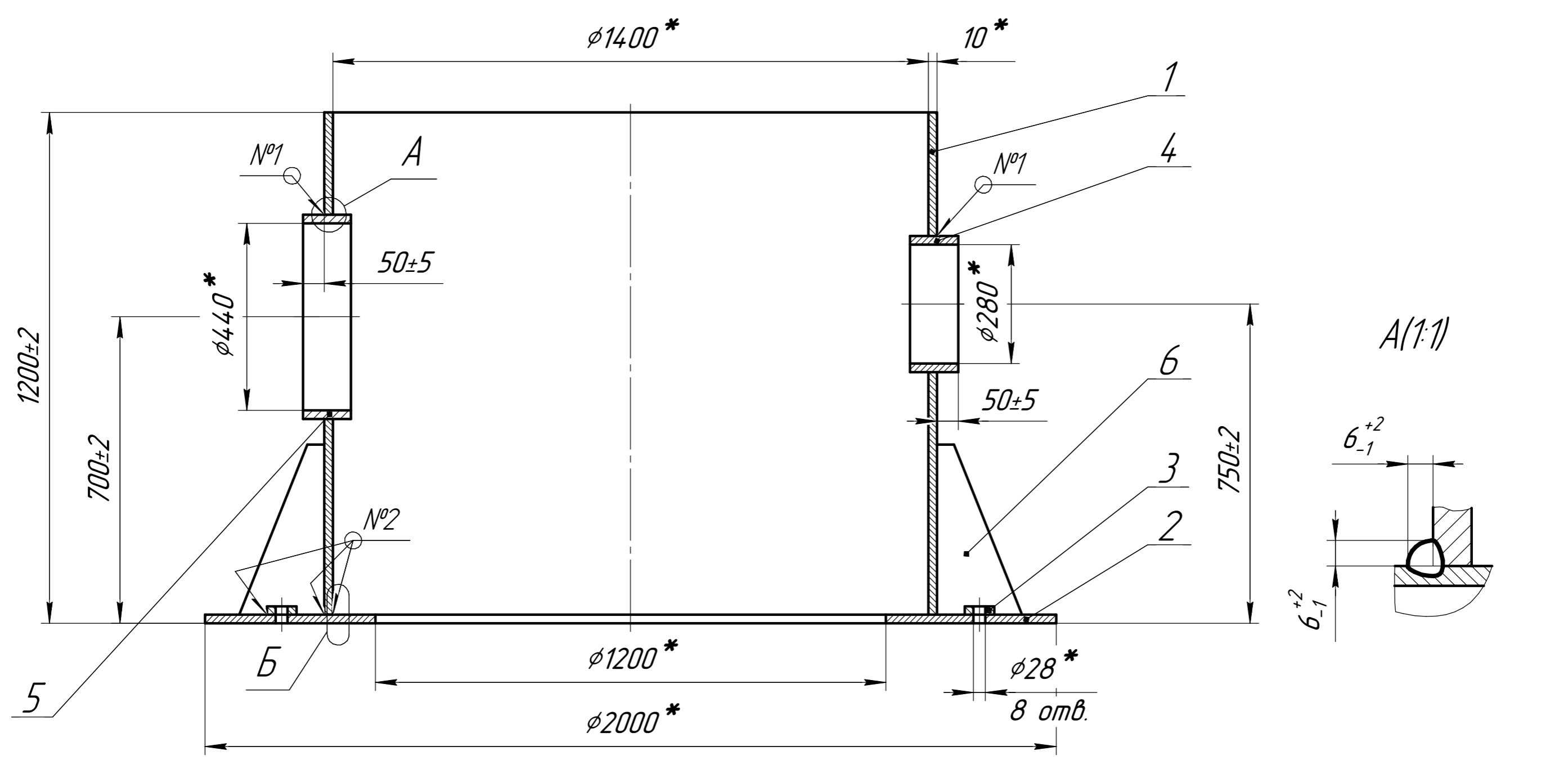
Технічні вимоги

- Апарат виготовити у відповідності до ГСТУ 3-17-191-2000 "Посудини та апарати сталі зварні. Загальні технічні умови" і ДНАОП 0.00-107-94 "Правила устроювання та безпечної експлуатації посудів, працюючих під тиском".
- Зварювальні шви контролювати УЗД або рентгенопрощічуванням в обсязі 25%. Недоступні для УЗД або рентгенопрощічування шви контролювати у відповідності до РД 26-11-01-85.
- Апарат випробувати гідралічним тиском (порядок випробування згідно з ГСТУ 3-17-191-2000) $p_{пр} = 0,32 \text{ МПа}$ в горизонтальному положенні або пневматичним 0,07 МПа.
- Зварювальні шви складальних фланців перевірити на герметичність тиском повітря (або інертного газу) $p = 0,4 \dots 0,6 \text{ МПа}$.
- Покриття зовнішніх поверхонь апарату - грунт ГФ-021 ГОСТ 26129-82 (1 шар) і емаль ПФ-115 сіра ГОСТ 6465-75 (2 шару).
- Діюсне положення штуцерів, штырїв і бобышек див. на виді А.
- *Розміри для двійдок.
- Монтаж апарату провести у відповідності до СНиП 05-05-84.
- На місці експлуатації апарат заземлити.

6.133.03.00.00.00 СБ

Колонна ректифікаційна				Лит.	Маса	Масштаб
Складальне креслення						1:10
				Архив	Архив	1
				СумДУ		
				гр. ХМат-5ш		
				Формат А1		

Лист № 01
Лист № 02
Лист № 03
Лист № 04
Лист № 05
Лист № 06
Лист № 07
Лист № 08
Лист № 09
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50



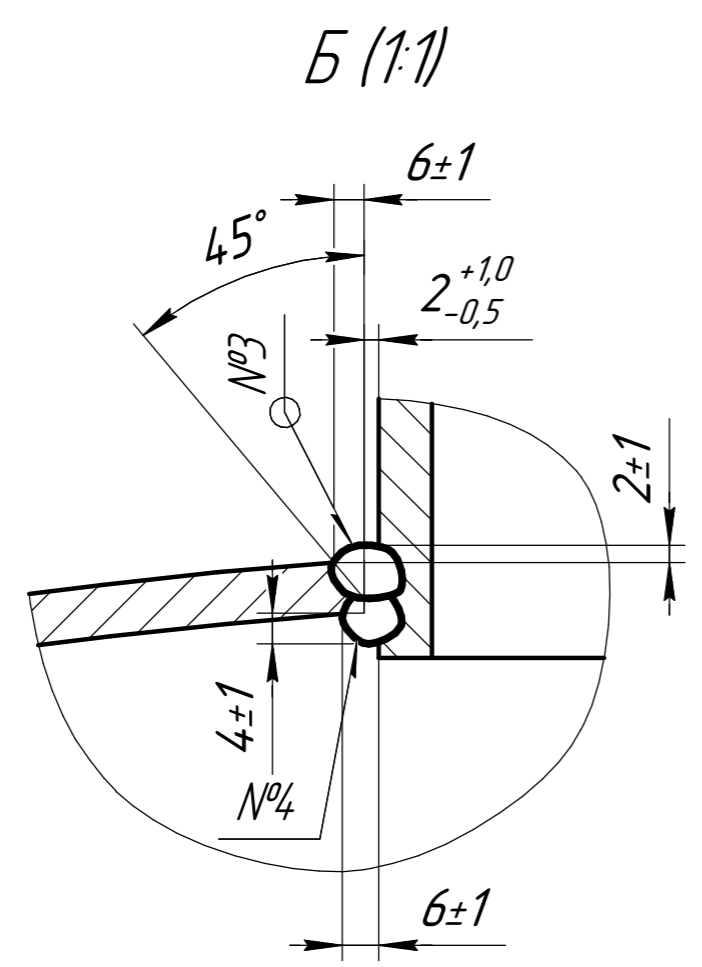
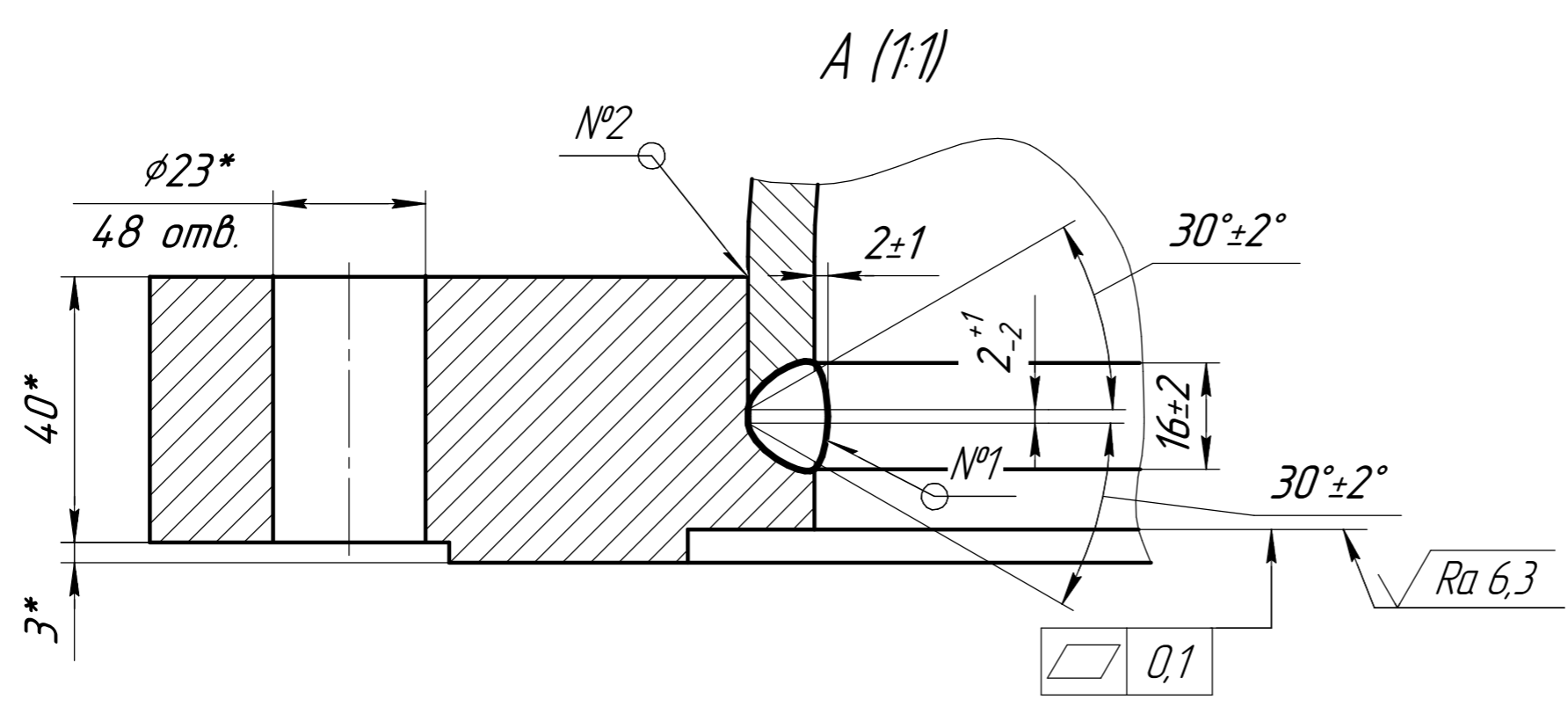
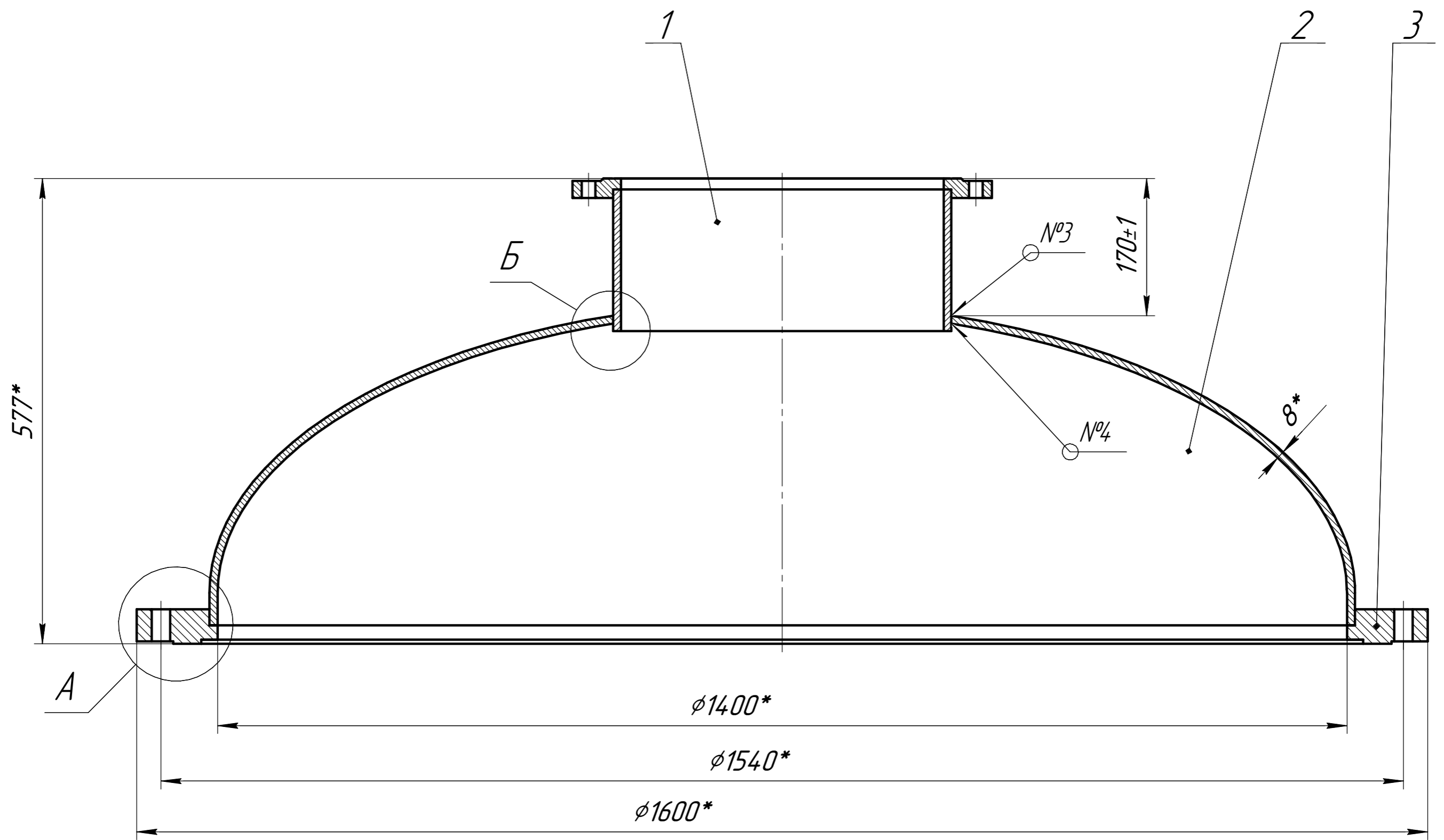
Таблиця зварних швів

№ шва	Позначення або спосіб зварювання шва	Конструктивні елементи шва	Кількість швів	Електрод або зварювальний дріт (марка, тип, діаметр)
1	ГОСТ5264-80-Т1	А	2	УОНИИ-13/45
2	ГОСТ5264-80-Т1	Б	10	УОНИИ-13/45
3	ГОСТ5264-80-Т1	В	16	УОНИИ-13/45

1. *Разміри для довідок.

Перш. заст.	
Лаб. №	
Назам. інв. №	
Інв. № дідл.	
Підп. і дата	
Інв. № оз.	

				6.133.03.05.00.00 СБ		
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підп.	Дата	Опора	
Разрід.	Роціна				Лит.	Маса
Перев.						Масштаб
Т.контр.					1:10	
Н.контр.					Аркцш	Аркцшів
Затв.					1	
					СумДУ	
					гр. ХМзт-51ш	
					Формат А2	



Таблиця зварних швів

№ шва	Позначення або спосіб зварювання шва	Конструктивні елементи шва	Кількість швів	Електрод або зварювальний дріт (марка, тип, діаметр)
1	ГОСТ 5264-80-С17	A	1	ЦЛ 11-5
2	ГОСТ 5264-80-Т1	10 Катет 10 ⁺¹	1	ЦЛ 11-5
3	ГОСТ 5264-80	Б	1	ЦЛ 11-5
4	ГОСТ 5264-80	Б	1	ЦЛ 11-5

1. *Разміри для довідок.

Перш. заст.	
Доб. №	
Підп. і дата	
Інв. № д.д.д.	
Інв. № оз.	

				6.133.03.01.00.00 СБ			
Зм.	Арк.	№ док.чм.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разр.	Роц.	Роц.					1:5
Перев.					Аркцш	Аркцш	1
Т.контр.					СумДУ		
Інв. № оз.					гр. ХМзт-51ш		
Затв.					Формат А2		