

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Хімічної технології високомолекулярних сполук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВР

зі спеціальності 6.050503: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Тема проекту: Виробництво ацетону. Дефлегматор Ректифікаційної колони потужністю 6000 кг/год.

Виконав студент

Силак М.Р.

Залікова книжка:

№ _____

Захищений з оцінкою:

Керівник проекту

Закусило Р.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
 Спеціальність: 6.050503: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Зав. Кафедрою

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВР

Студенту: Силак М.Р.

група ХМзт-51ш курс V

1. **Тема курсової роботи:** «Виробництво ацетону. Дефлегматор Ректифікаційної колони потужністю 6000 кг/год»
2. **Вихідні дані:** Продуктивність Ректифікаційної колони 6000 кг/доб. Температура конденсації парів 78,2 °С, розділяюча рідина ацетон - вода.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (листи А1)
 - 3.1 Загальний вигляд А1;
 - 3.2 Технологічна схема А1;
 - 3.3 Складальні креслення 2хА1
4. Література та матеріали, які рекомендуються: Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов / М.Ф. Михайлев, Н.П. Третьяков, А.И. Мильченко, В.В. Зобнин; Под общ. ред. М.Ф. Михайлева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отдние, 1984. - 301 с., ил.
5. Контрольні терміни виконання: травень

Етап і розділи комплексного курсового проекту	ТИ Ж Д Е Н Ь					
	1, 2	3, 4, 5,6	7, 8, 9	10, 11, 12, 13	14	15
1 Опис схеми, апарата	х х					
2 Технологічна частина		х х х х				
3 Розрахунки на міцність, герметичність та стійкість			х х х			
4 Розробка креслень				х х х х		
5 Оформлення записки					х	
6 Захист проекту						х

6. Дата видачі завдання Березень 2020 р
7. Термін захисту курсової роботи Червень 2020р.
- Керівник комплексної курсової роботи _____

Реферат

Пояснювальна записка: 62 аркушів, 2 рисунка., 2 таблиці, 17 літературних джерел.

Графічні матеріали: технологічна схема виробництва, складальні креслення апаратів, складальні креслення вузлів всього 4 аркушів формату А1.

Тема проекту: «Виробництво ацетону. Дефлегматор Ректифікаційної колони потужністю 6000 кг/год.»

Наведено теоретичні основи процесу отримання ацетону, виконані технологічні розрахунки проектного апарату, проведені конструктивні та міцнісні розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність дефлегматора.

Наведено відомості щодо проведення монтажу та ремонту розробленого апарату.

У розділі Охорона праці наведено аналіз потенційних небезпек і шкідливостей, що виникають при експлуатації обладнання у виробництві технічного обладнання, дано Розрахунок футеровки.

Ключові слова: РЕКТИФІКАЦІЯ, АПАРАТ, ДЕФЛЕГМАТОР, КОНДЕНСАЦІЯ, АЦЕТОН, ТЕПЛООБМІН, РОЗРАХУНОК.

Вступ

Конденсація пари завжди пов'язана з одночасним і спільним протіканням процесів тепло - і масообміну. При цьому утворюється маса конденсату, яка визначає кількість переданої речовини, а теплота пароутворення – кількість переданої теплоти одиницею маси сконденсованої речовини.

У техніці можливі два види конденсації пари: на охолоджуваній поверхні і безпосередньо в обсязі парового потоку.

Перший вид конденсації представляє найбільший інтерес, так як він переважно має місце в теплообмінних апаратах. Другий вид конденсації при деяких умовах може супроводжувати конденсації на охолоджених поверхнях з утворенням туману в ядрі парового потоку.

За характером утворення рідкої фази на твердій поверхні охолодження розрізняють три види конденсації пари: плівкову, крапельну і змішану. Плівкова конденсація має місце на поверхнях, добре змочуються конденсатом даної речовини, а також на слабо змочуваних поверхнях при інтенсивній конденсації. При плівковій конденсації рідина відразу ж розтікається по всій поверхні і утворює суцільну плівку, яка під дією сил тяжіння і тертя з боку рухомого пара безперервно стікає з поверхні і весь час поповнюється новими порціями конденсату. Умови змочуваності поверхні рідиною визначаються співвідношенням сил поверхневого натягу на краях краплі. [2]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Літературний огляд

Технологічна схема для поділу сумішей, де кількість колон в установці має бути на одиницю менше числа компонентів у вихідній суміші. Такий вибір обумовлений практикою експлуатації даного виробництва.

Ректифікація - масообмінний процес, який здійснюється в більшість випадків в проточних колонних апаратах з контактними елементами (насадки, тарілки), аналогічними в процесах абсорбції. Тому методи підходу до розрахунку і проектування ректифікаційних і абсорбційних установок мають багато спільного. Проте ряд особливостей процесу ректифікації (різне співвідношення навантажень по рідині і пару в нижній і верхній частинах колони; змінний по висоті коефіцієнт розподілу, спільне протікання процесів масо - і теплопереносу) ускладнює його розрахунок.

Вибір конструкції колони і контактних елементів залежить від багатьох факторів і визначається в основному економічною доцільністю, вартістю процесу ректифікації і вимогами, що пред'являються до готового продукту.

Протягом тривалого часу конструкції ректифікаційних установок з виробництва ацетону показала, що при виробництві переважного поширення набули колонні апарати з ситчастими і ковпачковими тарілками.

Рациональний вибір типу контактних пристроїв для конкретного випадку пов'язаний з певними труднощами. При виборі слід керуватися наступними вихідними даними:

- характером кривої рівноваги фаз;
- фізичними характеристиками поділюваної системи;
- продуктивністю спроектованої установки;
- рівнем витрат і вартістю енергії;
- необхідним ступенем чистоти кінцевих продуктів і їх якістю;
- вартістю виготовлення і монтажу установок з тими чи іншими контактними вузлами.

Врахувати всі ці різноманітні фактори і визначити їх кількість досить складно. До теперішнього часу при розробці ректифікаційних установок з отримання ацетону орієнтуються на досвід промисловості і обмежуються небагатьма типами тарілкових конструкцій. Сюди відносяться: одноколпачкові тарілки, тарілки подвійного кип'ятіння, багатоколпачкові тарілки і ситчасті тарілки з зливними пристроями.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						6

Стікаючи вниз по колоні, рідина взаємодіє з піднімається вгору паром, що утворюється при кипінні кубової рідини в кип'ятильнику поз.3. Початковий склад пара приблизно дорівнює складу кубового залишку x_w , тобто, збіднений легколетучим компонентом. Для більш повного збагачення верхню частину колони зрошують відповідно до заданого флегмовим числом рідиною (флегмою) складу x_p , яка виходить з дефлегматора поз.2 шляхом конденсації пари, що виходить з колони. Частина конденсату виводиться з дефлегматора у вигляді готового продукту поділу – дистилляту, який охолоджується в теплообміннику (холодильнику) поз.5 і направляється в проміжну ємність поз.8. З кубової частини колони насосом поз.13 безперервно виводиться кубова рідина-продукт, збагачений важколетучим компонентом, який охолоджується в теплообміннику (холодильнику) поз.6 і направляється в ємність поз.9.

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

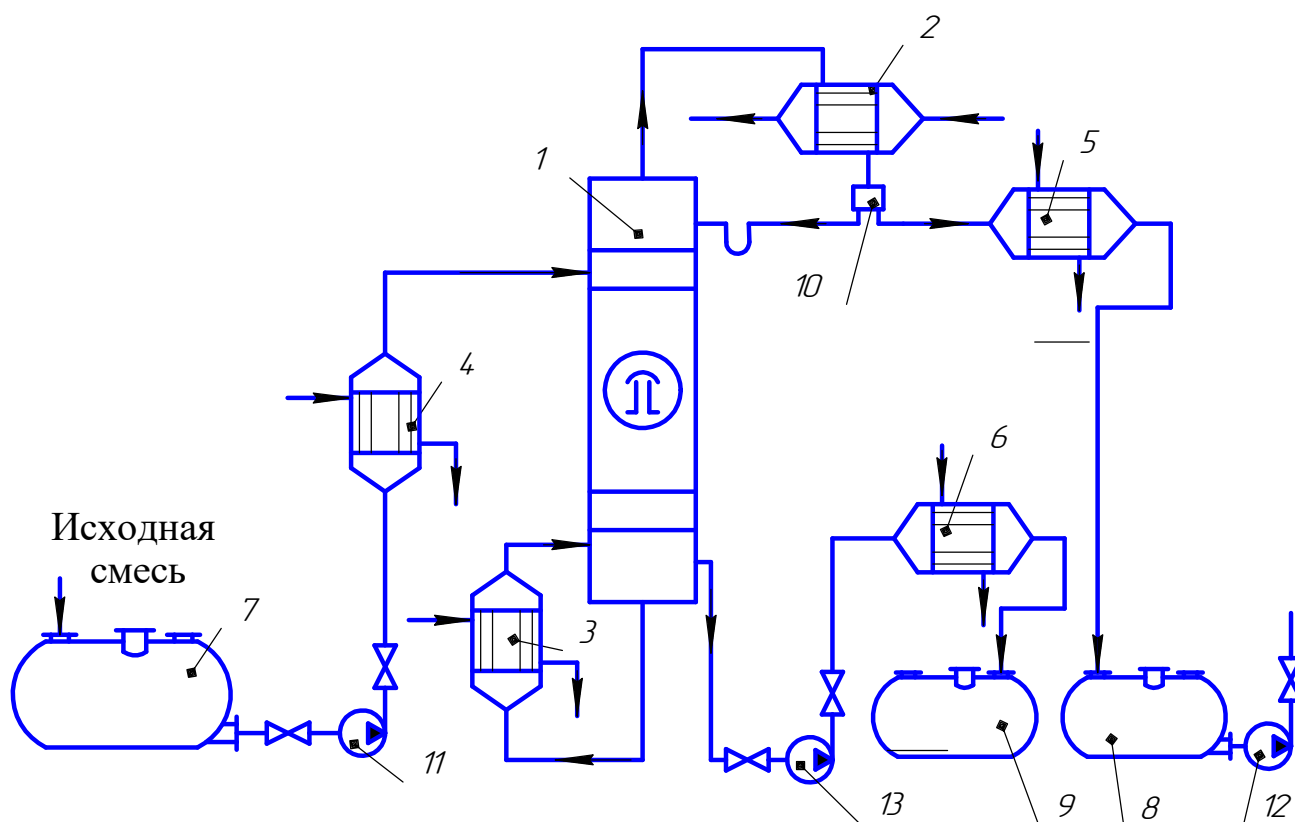


Рисунок 1.1 – Технологічна схема ректифікаційної установки виробництва ацетону.

1-ректифікаційна колона,
2-дефлегматор (конденсатор),

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- 3-кип'ятильник,
- 4-теплообмінник-підігрівач,
- 5-холодильник дистиляту,
- 6-холодильник кубової рідини,
- 7-ємність для вихідної суміші,
- 8-ємність для збору дистиляту,
- 9-ємність для кубової рідини,
- 10-розподільник,
- 11, 12, 13-насоси

1.3 Технологічні основи процесу

Якщо пар стикається зі стінкою, температура якої нижче температури насичення, то він конденсується на стінці і осідає на ній у вигляді рідини. Розрізняють три види конденсації пари на твердій поверхні.

Плівкова конденсація, коли конденсат стікає по поверхні у вигляді суцільної плівки (має місце на поверхнях при інтенсивній конденсації).

Крапельна конденсація коли конденсат випадає на поверхні у вигляді окремих крапель (має місце на незмочуваних поверхнях охолодження).

Змішана конденсація, коли частина поверхні покрита краплями, а частина-плівкою конденсату.

При крапельної конденсації можна отримувати високі коефіцієнти тепловіддачі. Наприклад, коефіцієнти тепловіддачі при плівковій конденсації водяної пари атмосферного тиску мають порядок $(7 \div 12) \cdot 10^3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а при крапельної конденсації - $(4 \div 10) \cdot 10^4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Стійкий характер крапельна конденсація має лише в апаратах, поверхня охолодження яких не змочується конденсатом завдяки фізичним властивостям рідкої фази, наприклад в конденсаторах ртутної пари, а також при періодичному введенні в пар ефективних гідрофобізаторів.

Практично в сучасних конденсаторах завжди відбувається плівкова конденсація пари.

Теплота, що виділяється при конденсації пари, повинна пройти до стінки через плівку конденсату. Якщо рух рідкої плівки ламінарне, то перехід теплоти здійснюється виключно шляхом теплопровідності. Вирішальним фактором в даному випадку є товщина плівки конденсату.

При плівковій конденсації на вертикальній поверхні у верхній частині плівки, коли її товщина i , відповідно, швидкість течії невеликі, має місце чисто ламінарне рух з плоскою межею розділу фаз.

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

1) Напрямок руху охолоджуючого середовища має бути знизу вгору на-прямок парів – зворотне) Відстань між перегородками в міжтрубному просторі має бути вибрано таким, щоб швидкість парів по всій довжині корпусу залиша-лася рівною 10-13 м/с.

3) Швидкість охолоджуючого середовища повинна бути не менше 0,5-0,6 м/с, однак, такі швидкості можуть бути реалізовані тільки в апаратах великої продуктивності.

4) Величина кроку між трубками повинна бути мінімально допустимою з умов міцності. [2]

1.4 Опис конструкції апарата

Залежно від конструктивних особливостей розрізняють кожухотрубні, ко-жухозмеїкові і інші дефлегматори.

До дефлегматорам пред'являються ті ж вимоги, що і до інших видів теплообмінників: висока інтенсивність теплопередачі, мала витрата металу та ін.

Найбільшого поширення набули кожухотрубні дефлегматори.

Перевагами кожухотрубних дефлегматорів є простота і компактність кон-струкції, значна інтенсивність теплопередачі, можливість пристрою закритої системи циркуляції охолоджуючого середовища.

Як і у всякому іншого типу теплообміннику, в дефлегматоре здійснюється передача теплоти від більш нагрітого теплоносія до менш нагрітого. Причому передача тепла від гарячого теплоносія до холодного здійснюється через розділяє поверхню теплообміну.

Найбільш поширеним в даний час типом дефлегматора є дефлегматор з трубками, розташованими горизонтально. Горизонтальні дефлегматори мають ту перевагу перед вертикальними, що вони більш зручні при очищенні поверхонь теплообміну і для їх установки потрібно при однаковій площі менш високі при-міщення.

Пар підводиться в верхню частину дефлегматора в міжтрубний простір, де він конденсується і заповнює дефлегматор на певну висоту. Конденсат видаляється з дефлегматора знизу через патрубок . По трубах зі швидкістю 0,5 - 1,5 м/с ци-ркулює охолоджуюче середовище.

Так як напруги, що виникають в результаті відмінності температурних роз-ширень труб і кожуха не перевищують допустимих, що підтверджено відповідни-ми розрахунками, розроблений апарат жорсткої конструкції.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						11

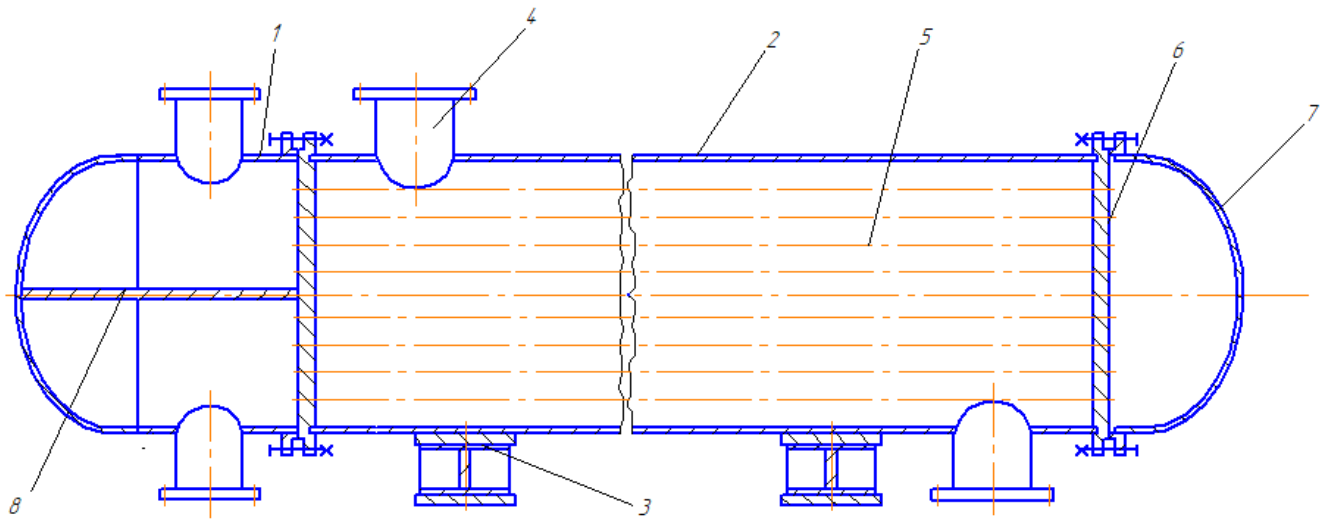


Рисунок 2.2 – Кожухотрубчатый горизонтальный многоходовой теплообменник – дефлегматор

1 – распределительная камера; 2 – греющая камера; 3 – опора; 4 – штуцер;
5 – трубочка; 6 – трубная решетка; 7 – крышка; 8 – перегородка

Розроблений апарат являє собою горизонтальний кожухотрубний теплообмінник, стандартної конструкції, що має зовнішній діаметр, прийнятий у відповідності зі стандартним значенням ряду чисел, апарат встановлений на дві стандартні сідлові опори. Дефлегматор має розподільну камеру з перегородкою, що розділяє трубний простір на 2 ходу. Розподільна камера і еліптична задня кришка апарату з'єднані з кожухом фланцевими з'єднаннями.

Корпус і розподільна камера апарату виконані у вигляді циліндричних обичайок з листової сталі, виготовлених вальцюванням, з одним боковим зварним швом. Розподільна камера апарату забезпечена приварний стандартної еліптичної кришкою. Товщина стінки корпусу апарату визначена з розрахунку на міцність.

Трубні решітки, фланцеві, являють собою диски, в яких висвердлені отвори під трубки і служать разом з трубками для поділу трубного і міжтрубного простору. Розміщення отворів в решітках і їх крок регламентуються нормативними документами. Кріплення труб в трубних решітках виконано зварюванням, що обґрунтовано виробленими розрахунками.

Фланцеві з'єднання застосовані стандартні, проведені розрахунки показали їх надійність і відповідність умовам роботи апарату.

Апарат забезпечений стандартними технологічними штуцерами, що забезпечують вхід пари етанолу, вихід конденсату, вхід і вихід охолоджуючої рідини, вибір штуцерів підтверджений відповідними розрахунками. [3]

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	
Изм	Лист

2 Технологічні розрахунки процесу і апарату

2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу

Секундна витрата парів продукту

$$G_1 = 6000/3600 = 1,7 \text{ кг/с}$$

Температура конденсації парів продукту при атмосферному тиску, [2, 516]

$$t_{\text{кр}} = 78,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Теплота конденсації продукту при $t_{\text{кз}} = 78,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ по [2, 516]

$$r_1 = 849 \text{ кДж/кг.}$$

Теплове навантаження апарату [1, 367]

$$Q = G_1 \cdot r_1 \cdot 0,07$$

$$Q = 1,7 \cdot 849 \cdot 0,07 = 101,88 \text{ кВт.}$$

Температурна схема апарату

$$\begin{array}{ccc} 78,2 & \rightarrow & 78,2 \\ 40 & \leftarrow & 18 \\ \hline & & \hline \end{array}$$

$$\Delta t_2 = 38,2\text{K} \quad \Delta t_1 = 60,2\text{K}$$

Так як $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} < 2$, то середня різниця температур $\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}$,

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{60,2 + 38,2}{2} = 49,2^\circ\text{K}$$

Середня температура охолоджуючої води

$$t_{\text{ср в}} = t_{\text{к.з}} - \Delta t_{\text{ср}} = 78,2 - 49,2 = 29^\circ\text{C}$$

Ив. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Ив. № дубл.					13
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приймаю температуру стінки труб рівною 45°C

Параметри води при $t_{cp,в}=29^\circ\text{C}$ по [2, 512] :

щільність $\rho_2 = 996 \text{ кг/м}^3$;

в'язкість $\mu_2 = 0,804 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$;

теплоємність $C_2 = 4,18 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$;

теплопровідність $\lambda_2 = 0,618 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Витрата охолоджуючої води з урахуванням 5% втрат тепла за формулою [1, 367]:

$$G_2 = \frac{Q}{1,05 \cdot c_2 (t_{кх} - t_{нх})} ,$$

$$G_2 = \frac{101,88}{1,05 \cdot 4,18 (40 - 18)} = 1,05 \text{ кг/с}$$

2.2 Конструктивні розрахунки

Необхідна поверхня теплообміну дефлегматора розраховуємо [2, 215] за формулою:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}} ,$$

де $K=250 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ - орієнтовний коефіцієнт теплопередачі по [2, 175]

$$F = \frac{101,88 \cdot 10^3}{250 \cdot 49,2} = 8,28 \text{ м}^2$$

По [1.47] попередньо приймаю кожухотрубчатий теплообмінник, що має параметри:

поверхня теплообміну

$$F = 9 \text{ м}^2;$$

діаметр кожуха

$$D_n = 500 \text{ мм};$$

число ходів

$$Z = 2;$$

довжина труб

$$\ell_T = 6000 \text{ мм};$$

розмір труб

$$25 \times 2 \text{ мм};$$

площа прохідного перетину одного ходу $f_{тр} = 0,01 \text{ м}^2$.

Загальна кількість труб апарату $n = 56$

Ив. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист	
Взам. инв. №	Ив. № дубл.					14	
Подп. и дата		Изм	Лист	№ докум.		Подп.	Дата
Подп. и дата							

Уточнене значення швидкості руху води в трубах розраховується [2, 215] за формулою:

$$\omega_2 = \frac{G_2}{\rho_2 \cdot f_{тр}}$$

$$\omega_2 = \frac{1,05}{996 \cdot 0,01} = 0,105 \text{ м/с.}$$

Значення критерію Рейнольдса для води розраховую [2, 157] за формулою:

$$Re_2 = \frac{G_2}{0,785 \cdot n_{\phi} \cdot d \cdot \mu_2},$$

де d- внутрішній діаметр труб, м; n_x- число труб по одному (28)

$$Re_2 = \frac{1,05}{0,785 \cdot 28 \cdot 0,021 \cdot 0,804 \cdot 10^{-3}} = 2644$$

Режим руху води перехідної, так як $2300 < 2644 < 10000$

Значення критерію Прандтля для води розраховую [2, 154], [1, 384] за формулою:

$$Pr_2 = \frac{c_2 \cdot \mu_2}{\lambda_2}$$

$$Pr_2 = \frac{4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,804 \cdot 10^{-3}}{0,618} = 5,43$$

Значення критерію Нуссельта для води розраховую [2, 157] за формулою:

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr_2^{0,43}$$

$$Nu = 0,008 \cdot 2644^{0,9} \cdot 5,43^{0,43} = 12,25$$

Коефіцієнт тепловіддачі для води розраховується [2, 215] за формулою:

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

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_{BH}}$$

$$\alpha_2 = \frac{12,25 \cdot 0,618}{0,021} = 360 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Значення фізико-хімічних констант продукту беремо при температурі конденсації 78,2°C:

$$\text{щільність } \rho_1 = 738 \text{ кг/м}^3; \quad [2, 489]$$

$$\text{в'язкість } \mu_1 = 0,425 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}; \quad [2, 529]$$

$$\text{теплопровідність } \lambda_1 = 0,164 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}. \quad [2, 534]$$

Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації парів продукту розраховується [2, 166] за формулою:

$$\alpha_1 = 2,02 \cdot \varepsilon \sqrt[3]{\frac{n \cdot \rho_1^2 \cdot \ell_0}{\mu_1 \cdot G}}$$

де $\varepsilon = 0,7$ - усереднений коефіцієнт, що залежить від числа труб у вертикальному ряду [2, 165]; n- число труб в апараті

$$\alpha_1 = 2,02 \cdot 0,7 \sqrt[3]{\frac{56 \cdot 738^2 \cdot 2}{0,425 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12}} = 2524 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Термічний опір стінки труби з нержавіючої сталі:

$$\frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} = \frac{0,002}{17,5} = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \text{К/Вт},$$

де $\lambda_{ст}$ - коефіцієнт теплопровідності нержавіючої сталі, Вт/м²К, [2, с.505];

$\delta_{ст}$ - товщина стінки труби, м.

Теплова провідність забруднень з боку ацетону [2, 507]

$$\frac{1}{r_{загр\acute{a}}} = 10000 \cdot 1,163 = 11630 \text{ Вт/м}^2 \text{К}$$

Теплова провідність забруднень з боку води [2, 507]

Инд. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Инд. № дубл.					16
Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$\frac{1}{r_{\text{загрв}}} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Сумарний термічний опір стінки і забруднень розраховується [2,216] за формулою:

$$\sum r_{\text{ст}} = \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{r_{\text{загрэ}}} + \frac{1}{r_{\text{загрв}}}$$

$$\sum r_{\text{ст}} = 1,42 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{11630} + \frac{1}{2000} = 6,98 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі до плоскої стінки, оскільки відношення $d_v/d_n = 21/25 = 0,84$, більше 5, [2, 216]

Тоді коефіцієнт теплопередачі розраховується [2, 216] за формулою:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum r_{\text{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2524} + 6,98 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{360,5}} = 260,21 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К.}$$

Необхідна площа поверхні теплообміну дефлегматора за формулою (2.5):

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{cp}}}$$

$$F = \frac{101,88 \cdot 10^3}{260,21 \cdot 49,2} = 7,96 \text{ м}^2,$$

близька до прийнятої попередньо поверхні теплообміну, рівної 9 м^2 .

Запас поверхні теплообміну буде дорівнює $\frac{9 - 7,96}{9} \cdot 100 = 11,5\%$, що

є допустимим значенням, а також буде забезпечувати повну конденсацію парів продукту.

За результатами проведених розрахунків приймаю кожухотрубний теплообмінник, що має наступні конструктивні параметри :

поверхня теплообміну	$F = 9 \text{ м}^2$;
діаметр кожуха	$D_n = 500 \text{ мм}$;
число ходів	$Z = 2$;

Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № подл.	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ				Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17					

$$d_{\Pi} = \sqrt{\frac{7,51 \cdot 10^{-2}}{0,785 \cdot 15}} = 7,9 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

По ОСТ 26-1404-76 вибираю для входу парів ацетону стандартний штуцер з $D_y=100$ мм; $p_y=0,6$ МПа. Так як обраний стандартний штуцер спроектований на умовний тиск, значно вище розрахункового, розрахунок товщини стінки штуцера проводити не будемо, прийнявши стандартне значення.

Внутрішній діаметр трубопроводу виходу конденсату ацетону розраховуємо за формулою (2.15) :

$$d_K = \sqrt{\frac{V_K}{0,785 \cdot \omega_K}},$$

де ω_K - рекомендована швидкість конденсату, м/с, [1, 187],

тоді, внутрішній діаметр трубопроводу виходу конденсату продукту:

$$d_K = \sqrt{\frac{1,62 \cdot 10^{-4}}{0,785 \cdot 0,1}} = 0,045 \text{ м}.$$

Внутрішній діаметр трубопроводу входу і виходу охолоджуючої води розраховуємо за формулою (2.15) :

$$d_0 = \sqrt{\frac{V_0}{0,785 \cdot \omega_0}},$$

де ω_0 - рекомендована швидкість рідини в напірних трубопроводах, м/с, [2, 14],

$$d_0 = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,75}} = 0,042 \text{ м}.$$

Згідно з розрахунками приймаємо стандартні штуцера для виходу конденсату і входу і виходу охолоджуючої води по ОСТ 26-1404-76 з $D_y=50$ мм; $p_y=0,6$ МПа.

Так як вибрані стандартні штуцера спроектовані на умовний тиск, значно вище розрахункового, розрахунок товщини стінки штуцерів проводити не будемо, прийнявши стандартне значення по ОСТ 26-1404-76.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						19

2.4 Вибір допоміжного обладнання

Виконаємо розрахунок відцентрового насоса для подачі охолоджуючої води в конденсатор.

Об'ємний витрата води визначаємо за формулою [2, 43]:

$$V = \frac{G}{\rho},$$
$$V = \frac{0,105}{996} = 0,105 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с},$$

у дефлегматорі під надлишковим тиском 0,2 МПа. Температура води 18° С; геометрична висота підйому 14 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 12 м. на лінії всмоктування встановлений один вентиль, на лінії нагнітання – один вентиль і дросельна заслінка, є також два коліна під кутом 90°. Прийmemo швидкість води у всмоктуючому і нагнітальному трубопроводах однаковою, рівною 0,75 м / с тоді діаметр трубопроводу за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega}},$$

де ω - швидкість води, м/с;

$$d = \sqrt{\frac{1,05 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,75}} = 0,042 \text{ м.}$$

Приймаємо трубопровід зі сталі Ст3, внутрішнім діаметром 0,05 м. Визначаємо величину критерію Рейнольдса за формулою [1, 144]:

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho_2}{\mu_2},$$

$$Re = \frac{0,75 \cdot 0,05 \cdot 996}{0,804 \cdot 10^{-3}} = 46455,$$

режим руху турбулентний.

Приймаємо абсолютну шорсткість стінок труб, $e = 0,2$ мм [2], ступінь шорсткості

$$\frac{d}{e} = \frac{50}{0,2} = 250.$$

Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № подл.	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	21		

За рис 1.5 [2, 20] знаходимо значення коефіцієнта тертя

$$\lambda = 0,028$$

Визначаємо суму коефіцієнтів місцевих опорів [4, 26]:
для всмоктуючої лінії

- вхід в трубу $\varepsilon = 0,5;$
 - вентиль $\varepsilon = 4,4$
- $$\Sigma \varepsilon_{\text{вс}} = 0,5 + 4,4 = 4,9;$$

для нагнітальної лінії

- вихід з труби $\varepsilon = 1,0;$
- нормальний вентиль $\varepsilon = 4,4;$
- дросельна заслінка $\varepsilon = 0,9;$
- коліно під кутом 90° $\varepsilon = 1,6.$

Отож,

$$\Sigma \varepsilon_{\text{н}} = 1 + 4,4 + 0,9 + 2 \cdot 1,6 = 9,5.$$

Визначаємо втрати напору:

у всмоктуючій лінії за формулою [1, 162] :

$$h_{\text{вс}} = \left(\lambda \cdot \frac{L_{\text{вс}}}{d} + \Sigma \zeta_{\text{вс}} \right) \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot g}, \text{ м};$$

$$h_{\text{вс}} = \left(0,028 \cdot \frac{2}{0,05} + 4,9 \right) \cdot \frac{0,75^2}{2 \cdot 9,81} = 0,17 \text{ м.}$$

нагнітальної лінії за формулою [1, 162]:

$$h_{\text{вс}} = \left(\lambda \cdot \frac{L_{\text{нр}}}{d} + \Sigma \zeta_{\text{нр}} \right) \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot g}, \text{ м};$$

$$h_{\text{н}} = \left(0,028 \cdot \frac{12}{0,05} + 9,5 \right) \cdot \frac{0,75^2}{2 \cdot 9,81} = 0,46 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{\text{п}} = 0,17 + 0,46 = 0,63 \text{ м}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист	
Взам. инв. №	Инд. № дубл.					22	
Подп. и дата		Изм	Лист	№ докум.		Подп.	Дата

Визначаємо повний натиск за формулою [2, 67]:

$$H = \frac{\Delta p}{\rho_2 \cdot g} + H_a + h_i$$

де Δp – надмірний тиск, Па; H_a – геометричний напір, м;

$$H = \frac{0,2 \cdot 10^6}{996 \cdot 9,81} + 14 + 0,63 = 35,1 \text{ м.}$$

Потужність, споживана двигуном насоса визначається за формулою [2, 68]:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\rho_2 \cdot g \cdot H \cdot V}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт}$$

де V – об'ємна витрата води, м³/с; η – загальний ККД. установка

$$\eta = \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{п}},$$

де $\eta_{\text{дв}}$ – ККД. двигун; $\eta_{\text{н}}$ – ККД. насоса; $\eta_{\text{п}}$ – ККД. передачі.

$$\eta = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,57$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{996 \cdot 9,81 \cdot 35,1 \cdot 0,00105}{1000 \cdot 0,57} = 1 \text{ кВт.}$$

З урахуванням на всілякі перевантаження двигун до трубопроводу встановлюють дещо більшої потужності $N_{\text{уст}}$, ніж споживана потужність [2, 68]:

$$N_{\text{уст}} = \beta \cdot N_{\text{дв}},$$

де β – коефіцієнт запасу потужності, [2, 69]

$$N_{\text{уст}} = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ кВт.}$$

Встановлюємо при $V = 3,78$ м³/ч відцентровий насос марки х 8/40 з наступною характеристикою: продуктивність 8 м³/ч, напір 40 м. [9]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ					Лист				
										23				
										Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Виробляємо вибір холодильника дистилляту ацетону продуктивність холодильника становить 0,06 кг / с, початкова температура дистилляту становить 78°C. Охолодження проводиться захоложеною водою, що має температуру 5°C. Приймаємо, що охолоджуюча вода нагрівається до температури 30°C. Кінцева температура охолодженого ацетону становить 30°C. Витрата тепла, що передається від ацетону до води за формулою [1, 367] :

$$Q = G \cdot c \cdot (t_{\text{нг}} - t_{\text{нк}}),$$

де c – теплоємність ацетону, складова 3,46 кДж/кгК

$$Q = 0,06 \cdot 3,46 \cdot (78 - 30) = 10 \text{ кВт.}$$

Температурна схема процесу охолодження ацетону при протитечії теплоносіїв.

$$\begin{array}{ccc} 78 & \rightarrow & 30 \\ 30 & \leftarrow & 5 \\ \hline \Delta t_1 = 48\text{K} & & \Delta t_2 = 25\text{K} \end{array}$$

Так як $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} < 2$, то середня різниця температур $\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}$,

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{48 + 25}{2} = 36,5\text{K}$$

Необхідна поверхня теплообміну холодильника розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{cp}}},$$

де $K = 60 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ - орієнтовний коефіцієнт теплопередачі по [1, 383] :

$$F = \frac{10 \cdot 10^3}{60 \cdot 36,5} = 4,55 \text{ м}^2$$

Приймаємо теплообмінник, що має параметри:
поверхня теплообміну $F = 6 \text{ м}^2$;

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № подл.	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24		

діаметр кожуха	$D_H = 0,273 \text{ м};$
число ходів	$Z = 1;$
довжина труб	$\ell_T = 2,0 \text{ м};$
площа перетину одного ходу	$f_{тр} = 0,012 \text{ м}^2.$
розмір труб	$25 \times 2 \text{ мм};$
загальна довжина	$2,640 \text{ м}$

Проведемо також вибір ємності для прийому ацетону.

Приймаю, що обсяг ємності повинен забезпечувати роботу ректифікаційної установки протягом 24 годин.

Об'ємна витрата ацетону

$$V_3 = G/\rho,$$

де G - масова витрата ацетону, кг/с, ρ - щільність ацетону при температурі 30°C

$$V_3 = 0,06/738 = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{тр} = 48 \cdot 3600 \cdot V_3 = 24 \cdot 3600 \cdot 8,1 \cdot 10^{-5} = 7,0 \text{ м}^3$$

Необхідна витрата резервуара

$$V_3 = V_{тр}/\varphi,$$

де φ – коефіцієнт заповнення при спокійному стані рідини, приймаю

$$\varphi = 0,7$$

$$V_3 = 7/0,7 = 10,0 \text{ м}^3$$

Згідно ГОСТ 9931-79 приймаю горизонтальний резервуар, що має номінальний обсяг $V_{нои} = 12,5 \text{ м}^3$, внутрішній діаметр $D_{вн} = 2000 \text{ мм}$, довжина $L = 3315 \text{ мм}$.

Проведемо вибір матеріалу для виготовлення ємності:

По [9], в залежності від середовища, її концентрації і температури приймаємо для виготовлення ємності сталь 08X18H10T по ГОСТ 5632-72.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист				
						25				
						Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблиця 3.2.- Хімічний склад і механічні властивості сталі 20 (основа – Fe).

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	As, %	S, %	P, %	E-10 ⁵ МПа	σ _T , МПа	σ _B , МПа	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	1,99	220	400	23

3.2 Розрахунок товщини стінки апарату

Прийmemo коефіцієнт міцності зварного шва $\varphi = 1$ (автоматична дугова електрозварювання), нормативні допустимі напруги (σ) для сталі 08X18H10T при $t = 80^\circ\text{C}$, 20°C : [6, 11]

$$\sigma_{80} = 134 \text{ МПа}; \sigma_{20} = 140 \text{ МПа}$$

Тиск ацетону в міжтрубному просторі $p_m = 1 \text{ ата} = 0,1 \text{ МПа}$.

Тиск води в трубному просторі $p_T = 1,6 \text{ ата} = 0,16 \text{ МПа}$.

В якості розрахункового тиску приймаю максимальний тиск, що виникає в процесі роботи апарату $p_{\text{раб}} = p_{\text{расч}} = 0,16 \text{ МПа}$.

Для листового матеріалу допустимі напруги (при 20°C ; при 80°C) по [6, 9] формулі:

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

де η - поправочний коефіцієнт, що враховує вид заготовки [6, 10]

$$[\sigma]_{20} = 140 \cdot 1 = 140 \text{ МПа}; [\sigma]_{80} = 134 \cdot 1 = 134 \text{ МПа}.$$

Розрахункову товщину стінки s_p визначаємо [6, 18] за формулами:

$$s_p = \max \left\{ \begin{array}{l} p_p \cdot D / (2 \cdot \varphi [\sigma]_{80} - p_p) \\ p_n \cdot D / (2 \cdot \varphi [\sigma]_n - p_n) \end{array} \right\}$$

D – внутрішній діаметр апарату, м

p_n - пробний тиск при гідравлічних випробуваннях, МПа

$[\sigma]_n$ – допустима напруга для матеріалу кожуха при проведенні гідравлічних випробувань, МПа [6, 9]:

$$[\sigma]_n = \sigma_{T20} / 1,1$$

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

σ_{T20} – мінімальне значення межі плинності для матеріалу корпусу при температурі + 20°С, $\sigma_{T20} = 210$ МПа [6, 282]

1,1 – коефіцієнт запасу міцності по межі плинності (при гідравлічних випробуваннях)

$$[\sigma]_H = 210/1,1 = 190,91 \text{ МПа}$$

При $p < 0,5$ МПа $p_H = 1,5 \cdot p \cdot [\sigma]_{20}/[\sigma]_{80}$ (но не менш 0,2 МПа) [6, 9]

$$p_H = \frac{1,5 \cdot 0,16 \cdot 140}{134} = 0,25 \text{ МПа}$$

Розрахункова товщина стінки корпусу:

$$s_p = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,16 \cdot 0,5 / (2 \cdot 1 \cdot 134 - 0,16) = 1,893 \cdot 10^{-4} \text{ м} \\ 0,25 \cdot 0,5 / (2 \cdot 1 \cdot 190,91 - 0,25) = 2,076 \cdot 10^{-4} \text{ м} \end{array} \right\}$$

Приймаю $s_p = 2,076 \cdot 10^{-4}$ м

Виконавча товщина стінки s по [6, 9]:

$$s = s_p + c + c_0,$$

де c_0 - надбавка на округлення розміру до стандартного значення, м;
 c - надбавка до розрахункових товщин конструктивних елементів, визначається [6, 10] за формулою:

$$c = c_1 + c_2 + c_3, \text{ м,}$$

де c_1 - надбавка для компенсації корозії і ерозії

$$c_1 = \tau \cdot \Pi + c_3,$$

де c_3 - надбавка на ерозію, м;

τ - термін служби апарату, лет;

Π - проникність середовища, м/год;

$$c_1 = 15 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5} + 0 = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

Для листового матеріалу допустимі напруги (при 20°С; при 80°С) по (3.1):

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

де η - поправочний коефіцієнт, що враховує вид заготовки [6, 10]

$$[\sigma]_{20} = 147 \cdot 1 = 147 \text{ МПа}; [\sigma]_{80} = 142 \cdot 1 = 142 \text{ МПа}.$$

Розрахункову товщину стінки еліптичної кришки s_e визначаємо за формулами [6, 20]:

$$s_{e,p} = \max \left\{ \begin{array}{l} p_p \cdot D / (2 \cdot \varphi [\sigma]_{80} - 0,5 \cdot p_p) \\ p_i \cdot D / (2 \cdot \varphi [\sigma]_i - 0,5 \cdot p_i) \end{array} \right\}$$

D – внутрішній діаметр кришки, м

P_i – пробний тиск при гідравлічних випробуваннях, МПа

$[\sigma]_i$ – допустима напруга для матеріалу кришки при проведенні гідравлічних випробувань, Мпа [6, 9]:

$$[\sigma]_i = \sigma_{T20} / 1,1$$

σ_{T20} – мінімальне значення межі плинності для матеріалу корпусу при температурі + 20°С, $\sigma_{T20} = 220$ МПа [6, 282]

1,1 – коефіцієнт запасу міцності по межі плинності (при гідравлічних випробуваннях)

$$[\sigma]_i = 220 / 1,1 = 200 \text{ МПа}$$

При $p < 0,5$ МПа $p_i = 1,5 \cdot p \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma]_{80}$ (не менше 0,2 МПа) [6, 9]

$$p_i = \frac{1,5 \cdot 0,16 \cdot 147}{142} = 0,248 \text{ МПа}$$

Розрахункова товщина стінки еліптичної кришки

$$s_{e,p} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,16 \cdot 0,5 / (2 \cdot 1 \cdot 142 - 0,5 \cdot 0,16) = 1,88 \cdot 10^{-4} \text{ м} \\ 0,248 \cdot 0,5 / (2 \cdot 1 \cdot 200 - 0,5 \cdot 0,248) = 1,96 \cdot 10^{-4} \text{ м} \end{array} \right\}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приймаю $s_p = 1,96 \cdot 10^{-4} \text{ м}$

Виконавча товщина стінки кришки s_s по (3.5) : $s = s_p + c + c_0$,

де c_0 - надбавка на округлення розміру до стандартного значення, м;

c - надбавка до розрахункових товщин конструктивних елементів, визначається (3.6) за формулою: $c = c_1 + c_2 + c_3$, м,

де c_1 - надбавка для компенсації корозії і ерозії

$$c_1 = \tau \cdot \Pi + c_3,$$

де c_3 - надбавка на ерозію, м;

τ - термін служби апарату, років;

Π - проникність середовища, м/год;

$$c_1 = 15 \cdot 1 \cdot 10^{-4} + 0 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

c_2 - надбавка, для компенсації мінусового допуску, м;

c_3 - технологічна надбавка, м;

$$c = 1,5 \cdot 10^{-3} + 0 + 0 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Для забезпечення необхідної жорсткості кришки апарату величину c_0 приймаю рівною $2,304 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Виконавча товщина стінки кришки:

$$s_s = 1,96 \cdot 10^{-4} + 1,5 \cdot 10^{-3} + 2,304 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Допустимий тиск [6, 20] визначається за формулою:

$$\text{в робочому стані } [p] = 2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{80} \cdot (s_s - c) / [D + 0,5 \cdot (s_s - c)];$$

$$[p] = 2 \cdot 1 \cdot 142 \cdot (4 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3}) / [0,5 + 0,5 \cdot (4 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3})] = 2,23 \text{ МПа.}$$

при випробуваннях $[p] = 2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{и} \cdot (s_s - c) / [D + 0,5 \cdot (s_s - c)];$

$$[p] = 2 \cdot 1 \cdot 200 \cdot (4 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3}) / [0,5 + 0,5 \cdot (4 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3})] = 3,14 \text{ МПа.}$$

Умова застосовності формул по [6, 20] :

Ив. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Ив. № дубл.					31
Подп. и дата	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.		Подп.

$$(s_0 - c)/D \leq 0,1 \quad (3.13)$$

$$(4 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3})/0,5 = 0,0078 < 0,1 - \text{умова виконується.}$$

3.4 Розрахунок фланцевого з'єднання

Фланцеве з'єднання кришки і корпусу апарату при $D_n = 500$ мм і $p = 0,16$ МПа вибирається по ГОСТ 12828-67 з плоскими приварними фланцями і ущільнювальної поверхнею виступ-западина.

Наявність перехідної втулки в корпусі апарату не передбачається, тому по [6, 94]

$$s_0 = s = 0,004 \text{ м.}$$

де $s = 0,004$ м – товщина стінки обичайки апарату.

Визначимо діаметр болтової окружності [8, 263] за формулою:

$$D_6 = D + 2 \cdot (2 \cdot s_0 + d_6 + u),$$

де $d_6 = 0,02$ м – діаметр болтів при $D_n = 0,5$ м і $p = 0,16$ МПа (табл. 1.40 [6]); $u = 0,006$ м- нормативний зазор між гайкою і втулкою (табл. 9 [8]); D - внутрішній діаметр апарату, м.

$$D_6 = 0,5 + 2 \cdot (2 \cdot 0,004 + 0,02 + 0,006) = 0,590 \text{ м,}$$

приймати $D_6 = 0,59$ м. (см. с.214 [8]).

По [8, 264] зовнішній діаметр фланця

$$D_\phi \geq D_6 + a,$$

де $a = 0,04$ м (табл.13.27 [8])

$$D_\phi = 0,59 + 0,04 = 0,63 \text{ м,}$$

приймати $D_\phi = 0,63$ м [8, 214].

Зовнішній діаметр прокладки визначається [6, 96] за формулою

$$D_\pi \geq D_6 - e,$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
											32

де $e = 0,03$ м [8, табл.13.27];

$$D_{\pi} = 0,59 - 0,03 = 0,56 \text{ м,}$$

Середній діаметр прокладки [6, 96]

$$D_{\text{ср.п}} \geq D_{\pi} - b_{\pi},$$

де $b_{\pi} = 0,015$ м – ширина прокладки [8, 262];

$$D_{\text{ср.п}} = 0,56 - 0,015 = 0,55 \text{ м.}$$

Ефективна ширина прокладки [6, 97];

$$b_{\text{а}} = b = 0,015 \text{ м;}$$

Застосовуємо матеріал прокладки - пароніт по ГОСТ 481-80 товщиною 0,002м.

Кількість болтів, необхідне для забезпечення герметичності з'єднання, визначається [8, 264] за формулою

$$Z_{\text{б}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{б}}}{t_{\text{б}}},$$

де $t_{\text{б}}$ – шаг болтів, $t_{\text{б}} = (4,2 \div 5) \cdot d_{\text{б}} = 6 \cdot 0,020 = 0,1$ м [8, табл.13.29]

$$Z_{\text{б}} = \frac{3,14 \cdot 0,59}{0,1} = 11,73 .$$

Приймаємо найближче більше кратне двом значення $Z_{\text{б}} = 12$.

Товщина фланця визначається [6, 96] за формулою

$$h = \lambda \cdot \sqrt{D \cdot s_e},$$

де $\lambda = 0,38$ – коефіцієнт [8, рис.13.14]; s_e – еквівалентна товщина втулки фланця, для плоских приварних фланців $s_e = s_0$ [8, 266]

Инд. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Инв. № дубл.					33
Подп. и дата		Изм	Лист	№ докум.		Подп.

$$Q_t = \gamma \cdot z_{\phi} \cdot f_{\phi} \cdot E_{\phi} \cdot [0,5 \cdot (\alpha_{\phi 1} + \alpha_{\phi 2}) \cdot t_{\phi} - \alpha_{\phi} \cdot t_{\phi}],$$

де $\alpha_{\phi 1}, \alpha_{\phi 2}$ – коефіцієнти лінійного розширення фланців з різних матеріалів, c^{-1} ; α_{ϕ} – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу болтів, c^{-1} ; $t_{\phi} = 0,96 \cdot t = 0,96 \cdot 78,2 = 75^{\circ}C$ – розрахункова температура неізолюваних фланців; $t_{\phi} = 0,95 \cdot t = 0,95 \cdot 78,2 = 74,2^{\circ}C$ – розрахункова температура неізолюваних болтів; γ – безрозмірний коефіцієнт; Z_{ϕ} – кількість болтів; f_{ϕ} – площа поперечного перерізу болта, m^2 ; E_{ϕ} – модуль поздовжньої пружності матеріалу болтів - Сталь 20 к при $t_{\phi} = 74,2^{\circ}C$, МПа.

$$\gamma = A \cdot Y_{\phi}, \quad [8, 270]$$

де Y_{ϕ} – лінійна податливість болта по [6, 104]

$$Y_{\phi} = \frac{l_{\phi}}{E_{\phi} \cdot f_{\phi} \cdot Z_{\phi}}$$

$$Y_{\phi} = \frac{0,075}{1,91 \cdot 10^5 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 12} = 1,39 \cdot 10^{-4} \text{ м/МН}; [8, 270]$$

$$A = [Y_{\pi} + Y_{\phi} + 0,25 \cdot (Y_{\phi 1} + Y_{\phi 2}) \cdot (D_{\phi} - D_{\text{ср.п}})^2]^{-1},$$

де Y_{π} – лінійна податливість прокладки; $Y_{\phi} = Y_{\phi 1} = Y_{\phi 2}$ – кутова податливість фланців з різних матеріалів по [8, 269];

$$Y_{\pi} = \frac{s_{\pi}}{\pi \cdot D_{\text{ср.п}} \cdot b_{\pi} \cdot E_{\pi}}, \text{ м/МН};$$

$$Y_{\pi} = \frac{0,002}{3,14 \cdot 0,35 \cdot 0,015 \cdot 2000} = 6,06 \cdot 10^{-5} \text{ м/МН};$$

[6, 104]

$$Y_{\phi} = \frac{[1 - \omega \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda)] \cdot \psi_2}{h^3 \cdot 0,5 \cdot (E_{\phi 1} + E_{\phi 2})},$$

де ω – безрозмірний параметр [6, 104]; ψ_2 – коефіцієнт, який визначається за рис.13.17[8].

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						35

$$k_{ж} = \frac{Y_{\sigma} + 0,5 \cdot Y_{\phi} \cdot (D_{\sigma} - D - s_o) \cdot (D_{\sigma} - D_{ср.п})}{Y_{п} + Y_{\sigma} + Y_{\phi} \cdot (D_{\sigma} - D_{ср.п})^2}$$

$$k_{ж} = \frac{1,39 \cdot 10^{-4} + 0,5 \cdot 2,61 \cdot (0,59 - 0,55 - 0,004) \cdot (0,59 - 0,35)}{6,06 \cdot 10^{-5} + 1,39 \cdot 10^{-4} + 2,61 \cdot (0,59 - 0,55)^2} = 0,774$$

Визначимо болтову навантаження в умови монтажу [6, 104] за формулою:

$$p_{\sigma 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_{ж} \cdot Q_d + R_n \\ 0,5 \cdot \pi \cdot D_{ср.п} \cdot b_{п} \cdot p_{пр} \end{array} \right\},$$

де $p_{пр}$ – пробний тиск стиснення прокладки, для пароніту по табл.1.44 [6]
 $p_{пр} = 20$ МПа.

$$p_{\sigma 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,774 \cdot 0,0153 + 0,0066 \\ 0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,55 \cdot 0,015 \cdot 20 \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,0184 \\ 0,164 \end{array} \right\} = 0,164 \text{ МН.}$$

При робочих умовах [6, 104]

$$p_{\sigma 2} = p_{\sigma 1} + (1 - k_{ж}) \cdot Q_d + Q_t$$

$$p_{\sigma 2} = 0,164 + (1 - 0,774) \cdot 0,0154 + 0,001264 = 0,168 \text{ МН.}$$

Перевірка міцності і герметичності з'єднання

умова міцності болтів визначається [6, 105] за формулами:

$$\frac{p_{\sigma 1}}{Z_{\sigma} \cdot f_{\sigma}} \leq [\sigma_{\sigma}]^{20},$$

$$\frac{p_{\sigma 2}}{Z_{\sigma} \cdot f_{\sigma}} \leq [\sigma_{\sigma}]^t,$$

де $[\sigma_{\sigma}]^{20} = 147$ МПа – для матеріалу болтів при температурі 20°C;
 $[\sigma_{\sigma}]^t = 142$ МПа – для матеріалу болтів при температурі 74,2°C.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						37
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$\frac{0,164}{12 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}} = 58,15 \text{ МПа} < 147 \text{ МПа} - \text{ умова виконується};$$

[6, 98]

$$\frac{0,168}{12 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}} = 59,57 \text{ МПа} < 142 \text{ МПа} - \text{ умова виконується.}$$

Визначимо наведений згинальний момент за формулою 1.145 [6]

$$M_0 = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (D_6 - D_{\text{ср.п}}) \cdot p_{61} \\ 0,5 \cdot [(D_6 - D_{\text{ср.п}}) \cdot p_{62} + Q_D \cdot (D_{\text{ср.п}} - D - s_e)] \cdot [\sigma]^{20} / [\sigma]^t \end{array} \right\}$$

$$M_0 = \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (0,59 - 0,35) \cdot 0,164 \\ 0,5 \cdot [(0,59 - 0,35) \cdot 0,168 + 0,0153 \cdot (0,55 - 0,55 - 4 \cdot 10^{-3})] \cdot 147/142 \end{array} \right\} =$$

$$0,00369$$

$$= \max \quad = 0,00414 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$0,00414$$

За формулою [6, 105] для прокладки з пароніту

$$\frac{P_{6\text{max}}}{\pi \cdot D_{\text{ср.п}} \cdot b} \leq [p_{\text{пр}}]$$

де $[p_{\text{пр}}]$ – допустимий тиск на прокладку по табл. 1.44 [6], МПа;

$$\frac{P_{6\text{max}}}{\pi \cdot D_{\text{ср.п}} \cdot b} = \frac{0,168}{3,14 \cdot 0,55 \cdot 0,015} = 10,24 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа},$$

умова міцності виконується.

Для перетину, обмеженого розміром s_0 перевіряємо умова [6, 101] за формулою:

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

де σ_0 – максимальна напруга в перерізі, обмеженому розміром s_0 , яка визначається за формулою 1.148 [6]; $\varphi = 0,95$ – коефіцієнт міцності зварних швів; $[\sigma_0]$ – допустима напруга для фланця в перетині s при кількості навантажень з'єднання (збірка-розбирання) не більше $2 \cdot 10^3$; σ_t – тангенціальна напруга у втулці від внутрішнього тиску; σ_m – меридіональна напруга у втулці від внутрішнього тиску; за формулою 1.149 [6]

Инд. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Инд. № дубл.					38
Подп. и дата	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.		Подп.

$$\sigma_m = \frac{p_p \cdot D}{4 \cdot (s_0 - c_1)}$$

$$\sigma_m = \frac{0,16 \cdot 0,5}{4 \cdot (0,004 - 0,00039)} = 3,5 \text{ МПа};$$

за формулою [6, 102]

$$\sigma_t = \frac{p_p \cdot D}{2 \cdot (s_0 - c)}$$

$$\sigma_t = \frac{0,16 \cdot 0,5}{2 \cdot (0,004 - 0,00039)} = 7,02 \text{ МПа};$$

за формулами [6, 100,102]

$$\sigma_0 = \psi_3 \cdot \frac{T \cdot M_0 \cdot \omega}{D \cdot (s - c_1)^2},$$

де $\psi_3 = 1$ – для плоских приварних фланців; T_{cp} – безрозмірний коефіцієнт, розраховується [6, 101] за формулою

$$T = \frac{D_\phi^2 \cdot \left(1 + 8,55 \cdot \lg \frac{D_\phi}{D}\right) - D^2}{(1,05 \cdot D^2 + 1,945 \cdot D_\phi^2) \cdot \left(\frac{D_\phi}{D} - 1\right)}$$

де $D_n = 0,55$ м – зовнішній діаметр прокладки;

$$T_{cp} = \frac{0,435^2 \cdot \left(1 + 8,55 \cdot \lg \frac{0,435}{0,317}\right) - 0,317^2}{(1,05 \cdot 0,317^2 + 1,945 \cdot 0,435^2) \cdot \left(\frac{0,435}{0,317} - 1\right)} = 1,76$$

$$\sigma_0 = \frac{1 \cdot 1,76 \cdot 0,00414 \cdot 0,397}{0,317 \cdot (0,004 - 0,00039)^2} = 70,3 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_0 = 0,003 \cdot E_\phi = 0,003 \cdot 1,91 \cdot 10^5 = 570 \text{ МПа}.$$

Умова міцності

$$\sqrt{(70,3 + 3,5)^2 + 7,02^2} - (70,3 + 3,5) \cdot 7,02 = 71,2 \text{ МПа} < 0,95 \cdot 570 \text{ МПа}$$

71,2 МПа < 541,5 МПа – умова міцності виконано.

Ив. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Ив. № дубл.					39
Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Окружний тиск в кільці фланця [6, 108]

$$\sigma_k = \frac{M_0 \cdot [1 - \omega \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda_{\delta})] \cdot \psi_2}{(D \cdot h^2)}$$

$$\sigma_k = \frac{0,00414 \cdot [1 - 0,397 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,38)]}{0,317 \cdot 0,018^2} = 18,99 \text{ МПа.}$$

Визначаємо кут повороту фланця [6, 102] за формулою

$$\Theta = \frac{\sigma_k \cdot D}{E_{\phi} \cdot h} \leq [\Theta],$$

де $[\Theta] = 0,009$ рад – допустимий кут повороту фланця

$$\Theta = \frac{18,99 \cdot 0,317}{1,91 \cdot 10^5 \cdot 0,018} = 0,0017 \text{ рад,}$$

тобто умова герметичності з'єднання виконується.

3.5 Розрахунок навантажень в корпусі і трубах апарату

Визначаю температурні зусилля в апараті [4, 96] за формулою

$$Q = \frac{\alpha_k \cdot t_k - \alpha_T \cdot t_T}{\frac{1}{E_k \cdot F_k} + \frac{1}{E_T \cdot F_T}}, \text{ МН}$$

α_T, α_k - коефіцієнт лінійного розширення відповідно для матеріалу труб і кожуха, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

t_T, t_k - температура труб і кожуха, $^{\circ}\text{C}$;

E_k, E_T - модуль пружності для матеріалу кожуха і труб, МПа;

F_k, F_T - площа поперечного перерізу відповідно кожуха і труб, м^2 .

$$F_k = \pi \cdot D_{\text{ср}} \cdot s,$$

де $D_{\text{ср}}$ - середній діаметр апарату, м;

Инов. № подл.	Подп. и дата	Инов. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Инов. № подл.	Подп. и дата	Инов. № подл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
											40
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

$$F_k = 3,14 \cdot (0,55 + 2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3}) \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 4,03176 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$F_T = 0,785 \cdot (d_H^2 - d_{BH}^2) \cdot n,$$

де d_H, d_{BH} - зовнішній і внутрішній діаметр труб, м;

$$F_T = 0,785 \cdot (0,025^2 - 0,021^2) \cdot 56 = 8,08864 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\alpha_T, \alpha_K = 16,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad [6, 286]$$

$$E_K, E_T = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа} \quad [6, 285]$$

$$Q = \frac{16,6 \cdot 10^{-6} \cdot 78,2 - 16,6 \cdot 10^{-6} \cdot 45}{\frac{1}{2 \cdot 10^5 \cdot 4,03176 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2 \cdot 10^5 \cdot 8,08864 \cdot 10^{-3}}} = 0,296579 \text{ МН}$$

Визначаємо навантаження в корпусі

$$\sigma_K = \frac{Q}{F_K} = \frac{0,296579}{4,03176 \cdot 10^{-3}} = 73,56 \text{ МПа.}$$

Визначаємо напругу в трубах:

$$\sigma_T = \frac{Q}{F_T} = \frac{0,296579}{8,08864 \cdot 10^{-3}} = 36,66 \text{ МПа.}$$

Допустимі напруги для матеріалу корпусу і труб розраховуємо за формулою:

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

де η - поправочний коефіцієнт, який враховує умови роботи апарату, $\eta = 0,9$ по ОСТ 26-01-102-70.

σ^* - нормативне допустима напруга [6, 11], МПа

$$\sigma^* = 134 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = 0,9 \cdot 134 = 120,6 \text{ МПа}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист	
Взам. инв. №	Инд. № дубл.					41	
Подп. и дата		Изм	Лист	№ докум.		Подп.	Дата

$$\psi = \frac{t-d}{t},$$

де t - крок між отворами, м [4 , 96]; d - діаметр отвору, м

$$\rho = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 56 \cdot (0,025^2 - 0,021^2) \cdot 0,785}{2 \cdot 10^5 \cdot 0,317 \cdot 0,004} = 6,37$$

$$C_M = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 6,37 + 3}} = 0,252$$

$$C_T = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,37 + 1}{2 \cdot 6,37 + 3}} = 0,934$$

$$\psi = \frac{0,032 - 0,025}{0,032} = 0,218$$

Товщина трубної решітки:

$$S_p = \frac{0,252 \cdot 0,5}{2} \cdot \sqrt{\frac{0,2 \cdot 0,1}{134 \cdot 0,218}} + 3,9 \cdot 10^{-4} = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$K_1 = 0,6$ - безрозмірний коефіцієнт [4 , 96]

$$S_p = 1,1 \cdot 0,6 \cdot 0,934 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{\frac{0,2 \cdot 0,16}{134 \cdot 0,218}} + 3,9 \cdot 10^{-3} = 6,857 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

З запасом, для забезпечення жорсткості вузла приймаю товщину трубної решітки рівною $2,4 \cdot 10^{-2}$ м.

3.8 Розрахунок і вибір опор

Зробимо розрахунок маси дефлегматора

Маса обичайки кожуха визначається за формулою

$$m_{o,k} \approx (0,785 \cdot D_H^2 - 0,785 \cdot D^2) \cdot L \cdot \rho,$$

де ρ - щільність матеріалу апарату, кг/м^3 ; L- довжина кожуха, м.

$$m_{o,k} = (0,785 \cdot 0,325^2 - 0,785 \cdot 0,512^2) \cdot 2 \cdot 7850 = 63,29 \text{ кг.}$$

Ив. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист	
Взам. инв. №	Инв. № дубл.					44	
Подп. и дата		Изм	Лист	№ докум.		Подп.	Дата

Маса труб апарату визначається за формулою

$$m_{\text{тр}} = (0,785 \cdot d_{\text{н}}^2 - 0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2) \cdot L_{\text{т}} \cdot n \cdot \rho$$

$$m_{\text{тр}} = (0,785 \cdot 0,025^2 - 0,785 \cdot 0,021^2) \cdot 2 \cdot 56 \cdot 7850 = 127 \text{ кг}$$

Маса трубної решітки визначається за формулою

$$m_{\text{тр,р}} \approx (0,785 \cdot D^2 - 0,785 \cdot d_{\text{н}}^2 \cdot n) \cdot S_{\text{р}} \cdot \rho + (0,785 \cdot D_{\text{ф}}^2 - 0,785 \cdot D_{\text{н}}^2 - 0,785 \cdot d^2 \cdot z_{\text{б}}) \cdot h \cdot \rho,$$

$$m_{\text{тр,р}} = (0,785 \cdot 0,5^2 - 0,785 \cdot 0,025^2 \cdot 56) \cdot 0,014 \cdot 7850 + (0,785 \cdot 0,435^2 - 0,785 \cdot 0,63^2 - 0,785 \cdot 0,023^2 \cdot 12) \cdot 0,018 \cdot 7850 = 13,21 \text{ кг}$$

Масу фланця визначають за формулою

$$m_{\text{ф}} \approx (0,785 \cdot D_{\text{ф}}^2 - 0,785 \cdot D_{\text{н}}^2 - 0,785 \cdot d^2 \cdot z_{\text{б}}) \cdot h \cdot \rho,$$

де d - Отвори під болти в фланцях, м; h - товщина фланця, м.

$$m_{\text{ф}} \approx (0,785 \cdot 0,435^2 - 0,785 \cdot 0,63^2 - 0,785 \cdot 0,023^2 \cdot 12) \cdot 0,018 \cdot 7850 = 8,57 \text{ кг.}$$

Маса кришки апарату

$$m_{\text{кр}} = m_{\text{дн}} \approx 1,24 \cdot D^2 \cdot s_{\text{с}} \cdot \rho$$

$$m_{\text{кр}} = m_{\text{дн}} = 1,24 \cdot 0,5^2 \cdot 0,004 \cdot 7850 = 3,91 \text{ кг}$$

Маса розподільної камери апарату

$$m_{\text{р.к}} \approx (0,785 \cdot D_{\text{н}}^2 - 0,785 \cdot D^2) \cdot L_{\text{р.к}} \cdot \rho + 1,24 \cdot D^2 \cdot s_{\text{с}} \cdot \rho,$$

де $L_{\text{р.к}}$ - довжина розподільної камери, м

$$m_{\text{р.к}} = (0,785 \cdot 0,5^2 - 0,785 \cdot 0,48^2) \cdot 0,452 \cdot 7850 + 1,24 \cdot 0,317^2 \cdot 0,004 \cdot 7850 = 18,45 \text{ кг.}$$

Маса 24 стандартних болтів М20 $m_{\text{б}} \approx 3,3 \text{ кг.}$

Маса 4 штуцерів апарату $m_{\text{шт}} \approx 8 \text{ кг.}$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. инв. №	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ				Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					45	

Маса перегородки розподільної камери, що розділяє трубний простір апарату на 2 ходи $m_{п.р.к} \approx 6,95$ кг.

Визначаємо загальну масу апарату

$$m_a = m_{о.к} + m_{тр} + 2 \cdot m_{тр.р} + 2 \cdot m_{ф} + m_{р.к} + m_{кр} + m_{б} + m_{шт} + m_{п.р.к}$$

$$m_a = 63,29 + 127 + 2 \cdot 13,21 + 2 \cdot 8,57 + 18,54 + 3,91 + 3,3 + 8 + 6,95 = 306,16 \text{ кг}$$

Об'єм між трубного простору

$$V_M = f_{мтр} \cdot H$$

$$f_{мтр} = \left(\frac{\pi \cdot D_{ВН}^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_H^2}{4} \cdot 56 \right), \text{ м}^2$$

$$f_{мтр} = 0,785 \cdot 0,5^2 - 0,785 \cdot 0,025^2 \cdot 56 = 0,052 \text{ м}^2.$$

$$V_M = 0,052 \cdot 2 = 0,104 \text{ м}^3.$$

При коефіцієнті заповнення $\varphi = 1$ маса води при гідро випробуваннях

$$m_B = V_M \cdot \rho_B \cdot \varphi$$

$$m_B = 0,104 \cdot 1000 \cdot 1 = 104 \text{ кг.}$$

Тоді, вага дефлегматора буде дорівнює

$$G = (m_a + m_B) \cdot g = (306,16 + 104) \cdot 9,81 = 4023,66 \text{ Н}$$

Приймаю кількість опор $n_{оп} = 2$

Навантаження на одну опору

$$Q_o = \frac{G}{n_{оп}} = \frac{4023,66}{2} = 2011,83 \text{ Н}$$

Вибираю стандартну сідлову опору типу 1 виконання 1 з допустимим навантаженням $Q_o = 20$ кН, виконання за матеріалом-сталь ВСтЗкп2 по ГОСТ 380-71, з опорним листом.

Позначення опори: Опора 20-167-1-11 ОСТ 26-1265-75. [8, 280]

Инд. № подл.	Подп. и дата				6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №	Инд. № дубл.					46
Подп. и дата	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.		Подп.

складі або монтажному майданчику, перед монтажем теплообмінник піддають ревізії і, якщо в цьому є необхідність, ремонту.

Способи виявлення та усунення дефектів залежать від конструктивного виконання нового або колишнього в експлуатації теплообмінника.

При вивіренні установки горизонтальних теплообмінних апаратів на фундаменті або іншій підставі відхилення від проектних осей і відміток, а також горизонтальності і вертикальності не повинні перевищувати:

- головних осей апарату в плані - ± 20 мм;
- фактичної висотної позначки встановленого апарату - ± 10 мм;
- від горизонтальності і заданого положення – ухилу) - 0,5 мм на 1 м.

Вивірка правильності установки горизонтальних апаратів і каркасів (опорних металоконструкцій) в проектне положення на фундаменті або іншій підставі повинна проводитися:

- апаратів, секцій – гідростатичним або брусковим рівнем і контрольною лінійкою;
- осей опорних стійок, каркасів-схилом;
- площин кронштейнів опорних стійок (несучих труби або секції) від розташування їх в одній горизонтальній площині – по натягнутій струні.

При вивіренні установки каркаса (опорної металоконструкції) на фундаменті або інших підставах відхилення від проектних розмірів, а також горизонтальності і вертикальності не повинні перевищувати :

- осей опорних стійок між собою - ± 3 мм;
- осі опорних стійок від вертикальності - 1мм на 1 м, але не більше 3 мм;
- площин опорних стійок, що несуть труби або секції, від розташування в одній горизонтальній площині – не менше 2 мм.

Розроблений теплообмінник - теплообмінник жорсткої конструкції.

У теплообмінниках жорсткої конструкції нерухомі трубні решітки жорстко з'єднані з корпусом. Основні їх недоліки - сприйнятливність до температурних напруг і неможливість механічного очищення внутрішніх поверхонь корпусів і зовнішніх поверхонь труб від бруду і відкладень. Можливості відновлення таких теплообмінників шляхом ремонту дещо обмежені. Саме тому їх довговічність може бути забезпечена тільки при дотриманні відповідного режиму експлуатації. Наприклад, не можна перевищувати зазначену в паспорті апарату різницю температур між теплообмінюючі середовища, так як це може привести до порушення з'єднань труб з трубними ґратами, а також розриву труб.

Так як розробляється теплообмінник використовується як конденсатор, то, щоб запобігти утворенню на поверхнях теплообміну твердих відкладень з накипу або мулу, доцільно охолоджуючу воду пропускати через фільтри або користуватися водою з системи оборотного водопостачання. Візуальному огляду підлягають тільки кришки, кінці і внутрішні канали труб, штуцера на корпусі і кришках. Дефекти інших частин апарату можуть бути виявлені тільки при опресовуванні.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						48

Піскоструминне очищення дозволяє домогтися найбільш повного очищення труб, в результаті чого коефіцієнт теплопередачі відновлюється до значень, відповідних відсутності термічних опорів обумовлених забрудненнями. Сутність піскоструминного очищення полягає в обробці поверхні, що очищається суспензією піску в повітрі або воді, що подається з великою швидкістю. Засмоктування піску здійснюється ежекційними установками.

Фактичну товщину стінки обичайки і перегородок вимірюють шляхом висвердлювання отворів, а також за допомогою ультразвукових товщиномірів.

Приховані дефекти апарату встановлюють обпресуванням міжтрубного простору при відкритих з обох торців кришках. Зношену або лопнула трубу виявляють по появі в ній обпресувальної рідини, а нещільності в з'єднаннях кінців труб з трубними ґратами – по пропускається рідини і запотівання.

Опис усунення однієї з несправностей

Заміна вийшла з ладу труби-складна операція. За трубної ґратами труби ріжуть ножівкою або спеціальним пристосуванням (якщо вони доступні для цього), а труби, розташовані з боку решітки - спеціальним різцем. Решта в гніздах решіток кінці труб зубилом або борідком сплющують і вибивають. Змінну трубу за допомогою виточеної по її зовнішньому діаметру оправлення витягують через одну з решіток і замість неї вставляють нову, кінці якої розвальцьовують в решітках або приварюють до них.

Вставляються нові трубки відрізають по довжині трубного пучка з надбавкою 8-10 мм довжини. Кінці трубок зачищають до металевого блиску на довжину, рівну товщині решітки з надбавкою 10 мм на сторону. У трубній решітці всі отвори зачищають від задирок, іржі і бруду. Наявність поздовжніх рисок в отворах трубної решітки не допускається. Перед установкою трубок отвори в решітці продувають повітрям і насухо протирають. Зазор між зовнішнім діаметром трубки і отвором в решітці повинен бути не більше 1,5% діаметра трубки.

Кінці трубок кріпляться в трубних решітках зварюванням. При цьому отвір під трубу обробляються не нижче 7 класу шорсткості. Кінці трубок повинні виступати на 3-5 мм у зовнішнього торця кожної решітки. З огляду на те, що трубки при зварюванні подовжуються, спочатку приварюють всі кінці тру-пліч в одній решітці, а потім в інший. При цьому варять 4 трубки крестнакрест, потім все трубки по периметру і далі інші.

Корпус апарату, що має різні випучіни і вм'ятини, виправляється ударами кувалди по мідній підкладці. Якщо неможливо усунути зазначені вище дефекти ударами і нагріванням, то пошкоджені частини або видаляються, або на них ставляться накладки.

Дефектні штуцери і трубні решітки при досягненні максимальних величин зносу і прогину підлягають заміні.

Свищі і тріщини усуваються шляхом заварки або постановкою накладок з попереднім видаленням дефектного ділянки.

За допомогою кольорової дефектоскопії визначають протяжність і положення кінців тріщин, виявлених в корпусі. Ці кінці до заварки за-

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						51

сверливаються свердлами діаметром 3-4 мм. Некрізні тріщини глибиною не більше 0,4 товщини стінки обробляється під заварку односторонньої вирубок-кою на максимальну глибину тріщини зі зняттям крайок під кутом 50-60 °. При тріщині більше 100 мм зварювання ведуть обратноступенчатим методом. Наскрізні і некрізні тріщини глибиною більше 0,4 товщини стінки обробляють на всю товщину вирубок-кою зубилом або газорізкою. При появі гніздоподібної тріщини пошкоджені місця вирізаються і закриваються латками, які не повинні мати гострих кутів. Латки ввариваються врівень з основним металом. Площа латки не повинна перевищувати одну третю площі листа апарату.

При частковій заміні корпусу апарату необхідно виконувати наступні вимоги:

- матеріал для виготовлення нових частин корпусу повинен бути за механічними і хімічними властивостями однаковий з матеріалом ремонтного корпусу;

- товщиною листа заміної частини повинна бути не менше проектної;

- електроди повинні відповідати зварюваному матеріалу;

- замикаючі обичайки повинні бачь шириною не менше 400 мм;

- поздовжні шви в горизонтальних апаратах не повинні бути в нижній частині апарату;

- кромки поверхні обичайки і основного металу на ширині 10 мм повинні бути зачищені перед зварюванням до чистого металу;

- поздовжні шви в окремих обичайках циліндричної частини апарату, а також меридіональні або Хордові шви днищ, що примикають до обичайок, повинні бути зміщені відносно один одного не менше ніж на 100 мм;

- відстань між поздовжніми швами в окремих обичайках має бути не менше 200 мм;

- при зварюванні стиків необхідно передбачити плавний перехід від одного елемента до іншого.

Після ремонту теплообмінник при знятих кришках піддають опресуванню, потім навішують і закріплюють кришки. Зібраний апарат піддають остаточної опресування водою на контрольний тиск. Відсутність течі свідчить про надійної щільності і міцності. Після зняття заглушек апарат здають в експлуатацію.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						52

5. Охорона праці

Технологічний процес отримання ацетону повинен проводитися відповідно до вимог наступних документів:

- «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утвержденных 06.09.88 г. Гостехнадзором Украины;
- «Правила эксплуатации предприятий...», утвержденные приказом Министерства оборонной промышленности Украины № 93 ДСП;
- «Правила защиты от статического электричества в производствах отрасли», утвержденные приказом Министра от 12.04.93 г;
- «Правила устройства предприятий...», утвержденные приказом Министерства машиностроения Украины № 109с от 28.03.95 г. и др.

Для кожного промислового виробництва складається нормативно-технічна документація, в якій вказується:

- характеристика властивостей продукту, що переробляється, вихідної сировини і допоміжних матеріалів;
- Опис технологічного процесу зі схемою виробництва;
- норми технологічного режиму із зазначенням гранично допустимих відхилень;
- можливі неполадки технологічного процесу, їх причини і способи усунення;
- основні правила пуску, безпечного ведення процесу і зупинки обладнання;
- аналітичний і автоматичний контроль виробництва;
- правила аварійної зупинки виробництва;
- відходи виробництва, стічні води і викиди в атмосферу: їх склад, способи утилізації або очищення і порядок скидання;
- перелік інструкцій, знання яких обов'язково для осіб, які ведуть технологічний процес і обслуговують дане виробництво.

Точне дотримання нормативно-технічної документації та регламенту забезпечує задану продуктивність, якість продукції, безпеку і санітарні умови праці.

Порушення послідовності операцій, відхилення (більше допустимих) від заданих кількостей сировини, що завантажуються, температур, тиску і т.п. можуть привести до аварії.

Ацетон-легкозаймиста рідина, при контакті з перекисом натрію або хромовим ангідридом загоряється з вибухом.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ				Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					53	

При роботах з ацетоном повинні дотримуватися наступні правила:

Всі роботи з ацетоном повинні проводитися в приміщеннях з використанням припливно-витяжної вентиляції.

Все обладнання, задіяне в технологічних процесах (зливу, наливу, зберігання) має бути герметизовано.

У виробничих приміщеннях і сховищах необхідно дотримуватися правил захисту від статичної електрики.

Засоби захисту органів дихання при аварійних ситуаціях, задіяних з технічним ацетоном - протигаз марки «А» або «БКФ».

Для пожежогасіння палаючого ацетону використовують порошкові вогнегасники, пісок, азбестове ковдру, воду і піну [6].

5.1 Аналіз потенційних небезпек які виникають під час експлуатації обладнання та методи їх запобігання [1]

Під час роботи обладнання можливі наступні потенційні небезпеки і шкідливості:

- отримання травм при обслуговуванні обладнання;
- виникнення пожежі при можливому розливі ацетону;
- отруєння парами ацетону.

Основна причина виникнення аварійних ситуацій аварії обладнання та порушення правил техніки безпеки обслуговуючим виробництво персоналом.

При строгому дотриманні правил техніки безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки, дотриманні всіх вимог ведення технологічного процесу, перераховані вище небезпеки і шкідливості зводяться до мінімуму ці робочі місця повинні бути забезпечені інструкціями з охорони праці, технологічними плануваннями, технологічними схемами та іншої НТД, необхідної для роботи.

У всіх приміщеннях Вогне - і вибухонебезпечного виробництва (на робочих місцях, тамбурах, проходах і інш.), повинна підтримуватися чистота і порядок. Не допускається накопичення пилу на обладнанні та вентиляційних трубопроводах.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

У кожній зміні повинна проводитися повна ретельне прибирання робочих місць і приміщень.

5.2 Пожежонебезпека, вибухонебезпека

Ацетон, що втратив споживчі властивості, відноситься до III класу небезпеки [9].

Одна з основних небезпек при роботі з ацетоном - його легка займистість. Температура займання + 465 °C [7].

Повітряні суміші, що містять від 2,5% до 12,8 % (за обсягом) вибухонебезпечні. З цим необхідно рахуватися, так як ацетон швидко випаровується, і утворюється хмара може поширитися до місця займання (нагрів або Іскра) далеко від місця роботи з ним.

5.3 Токсичність

Вважається, що ацетон порівняно мало токсичний. В даний час максимально допустимою концентрацією прийнято вважати 0,1%. Перебування протягом короткого часу в атмосфері, в якій концентрація ацетону набагато перевищує зазначену, не завдає шкоди [6].

Особливу небезпеку становить пероральне отруєння великими дозами ацетону, а також інгаляційне отруєння (особливо в закритих приміщеннях). Важкі шкірні отруєння практично не зустрічаються і відносяться до казуїстичних [11].

Однак, вплив ацетону проявляється по-різному на різних живих істотах і в різних умовах.

Гігієнічні нормативи

Гдкр.з. = 200 мг/м³ пари, клас небезпеки 4. ПДКм.р. і ПДКс.с. = 0,35 мг/м³, клас небезпеки 4. Гдкв = 2,2 мг/л, загально санітарний показник, клас небезпеки 3 [5].

Допустимий рівень ацетону, що виділяється в повітря з будівельних полімерних матеріалів, 0,35 мг/м³, у харчових продуктах - 60 мг / кг [5].

Концентрація ацетону близько 750-790 мг / л гальмує процес очищення стічних вод і затримує зброджування осаду і утворення метану на очисних спорудах. У концентрації 40-70 мг/л надає воді запах, 80 мг/л - присмак (ПКпривкуса 12 мг / л). У воді ацетон мало стабільний-при концентрації 20 мг/л на 7 добу зникає [5].

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ				Лист
				55

Ацетон дає ефект сумації токсичної дії з акриловим альдегідом, фталевим ангідридом, ацетофеноном, фурфуролом, формальдегідом і фенолом [5].

При дії суміші парів ацетону і бензолу мають місце реакції організму, відмінні від тих, які спостерігаються при дії цих речовин окремо. Один ацетон в концентраціях 2000 і 200 мг/м³ не впливає на показники фагоцитарної активності лейкоцитів, але в поєднанні з бензолом уповільнює падіння фагоцитарної активності, характерне для дії одного бензолу. Суміш ацетону і бензолу в різних поєднаннях при 3-х місячному впливі викликала роздратування кровотворних органів, більш яскраво виражене, ніж при роздільному впливі кожного з цих речовин в тих же концентраціях [5].

Наслідки впливу на організм людини

Токсична дія ацетону пов'язана з наркотичним впливом на ЦНС, прижигаючим дією на слизову оболонку дихальних шляхів і органів травлення, метаболічним ацидозом і негативним впливом на розвиток плода [6].

Входить до списку IV (прекурсори) наркотичних і психотропних речовин [7].

Ефективна одноразова діюча доза (ED_{min}) ацетону для чоло століття, що визначається за його впливом на нервову систему, нирки і кров за умови надходження через шлунок, становить 2,9 г/кг [6].

Смертельна доза для людини-понад 100 мл [6].

Токсична концентрація в крові 200 - 300 мг/л, смертельна-550 мг/л [6].

Основні наслідки впливу ацетону: головний біль, головокруження, хитка хода, загальна слабкість, стан легкого сп'яніння, кашель, слезотеча, набряки слизової рота, глотки, ларингоспазм, печіння в роті, по ходу стравоходу, нудота, блювота [12].

Вражає центральну нервову систему, печінку, нирки, гемолізує еритроцити. Місцево подразнює і припікає слизові оболонки [12].

Ацетон має збудливу і наркотичною дією (що особливо добре виявляється при хронічному впливі на людей, часто працюють з ацетоном як з розчинником), вражає центральну нервову систему, здатний накопичуватися в організмі, у зв'язку з чим токсична дія залежить не тільки від його концентрації, але і від часу дії на організм [12].

Ацетон при високих концентраціях (при більш ніж короткочасному впливі) дратує органи дихання і викликає печіння в очах, при більш тривалому впливі відбувається короткочасний очний набряк. Ймовірно, здатний викликати запаморочення, нудоту і дезорієнтацію при впливі парів високих концентрацій [12].

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						56

При масивному отруєнні спостерігається зниження артеріального тиску, пригнічення дихання, частий і слабкий пульс, ціаноз. Далі розвивається кома, асфіксія. Смерть настає від зупинки дихання [12].

При важких отруєннях потерпілий втрачає свідомість вже через не-скільки хвилин і смерть настає протягом 4-12 год внаслідок гострої серцево-судинної недостатності. За одними даними, людина може без шкоди прийняти 25 г ацетону. За іншими ж даними смертельна доза при прийомі всередину становить 50 г або навіть 1,5 г / кг. особливо небезпечна аспірація рідкого ацетону в дихальні шляхи, що може призвести до асфіксії, зупинки серця і дихання, миттєвої смерті [5].

5.4 Екологія

Через високу летючість, значна частина ацетону випаровується в атмосферу, де період напіврозпаду під дією ультрафіолетових променів становить 22 дні. Період напіврозпаду у водному середовищі від 1 до 10 діб. Ацетон може викликати значне зниження рівня кисню у воді через споживання його мікроорганізмами.

Однак ацетон в невеликих концентраціях, швидко поглинається рядом бактерій, що використовують його в якості живильного середовища.

5.5 Розрахунок товщини ізоляції [1]

При підрахунку можливих теплових втрат в навколишнє середовище за рахунок лучеіспускання і конвекції враховуємо, що апарат знаходиться в приміщенні, покритий азбестовою ізоляцією ($\lambda_{из} = 0,164 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$) і має температуру зовнішньої стінки $t = 35^\circ\text{C}$, а середня температура навколишнього середовища $t_b = 15^\circ\text{C}$.

Загальна втрата тепла променевипусканням і конвекцією знаходимо за формулою

$$Q_{\text{пот}} = \alpha \cdot F \cdot (t_{\text{нар}} - t_b) = \alpha \cdot F \cdot \Delta t,$$

де α - сумарний коефіцієнт тепловіддачі променевипусканням і конвекцією, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Для об'єктів, розташованих всередині приміщення, при температурі стінки до 150°C

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot \Delta t$$

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата	Инов. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
												57

Знаходимо коефіцієнт тепловіддачі, теплообмінну поверхню (зовнішню поверхню ізоляції) і втрати тепла в навколишнє середовище:

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot (35 - 15) = 11,14 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

$$F = \pi \cdot D \cdot H + 2 \cdot 0,785 \cdot D^2$$

$$F = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 6,0 + 2 \cdot 0,785 \cdot 0,4^2 = 7,79 \text{ м}^2;$$

$$Q_{\text{пот}} = 11,14 \cdot 7,79 \cdot (35 - 15) = 1736 \text{ Вт.}$$

Кількість тепла, що передається теплопровідністю ізоляції:

$$Q_{\text{пот}} = q_L \cdot L = \frac{\lambda_{\text{из}}}{\delta_{\text{из}}} \cdot \pi \cdot d_{\text{из.ср}} \cdot L \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})$$

Тут середній діаметр ізоляції залежить від визначеної товщини ізоляції:

$$\frac{\delta_{\text{из}}}{d_{\text{из.ср}}} = \frac{\lambda_{\text{из}} \cdot \pi \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})}{q_L},$$

де $q_L = \frac{Q_{\text{пот}}}{L}$ – питомі теплові втрати на 1 м. довжини циліндричної поверхні, Вт/м.

Умовна довжина розраховується поверхні ізоляції

$$L = \frac{F}{\pi \cdot D} = \frac{7,79}{3,14 \cdot 0,4} = 6,2 \text{ м,}$$

означає

$$q_L = \frac{1736}{6,2} = 280 \text{ Вт/м.}$$

Приймаємо середню температуру стінки апарату

$$t_{\text{вн}} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

і позначаємо відношення $\frac{\delta_{\text{из}}}{d_{\text{из.ср}}}$ через А; знаходимо

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Изм	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ

Лист

58

$$t_{\text{вн}} = 35 + \frac{11,14 \cdot (35 - 15) \cdot 0,011}{0,164} = 49,9 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Різниця

$$50 - 49,9 = 0,1 \text{ } ^\circ\text{C},$$

Це складає

$$\frac{0,1}{50} \cdot 100\% = 0,2\%,$$

що менше допустимої похибки в розрахунках 3%.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						60
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Висновки

Розроблений дефлегматор парів ацетону забезпечує задану продуктивність. Відповідно до виконаними технологічними, конструктивними розрахунками, проектно-конструкторськими розрахунками обрана конструкція апарату, який відповідає пропонованим до нього вимогам.

При виборі конструкції розробленого апарату були враховані наступні фактори: уніфікація і технологічні вимоги до продукції.

Наведено обґрунтування компоновання обладнання, наведені відомості про монтаж і ремонт розробленого апарату.

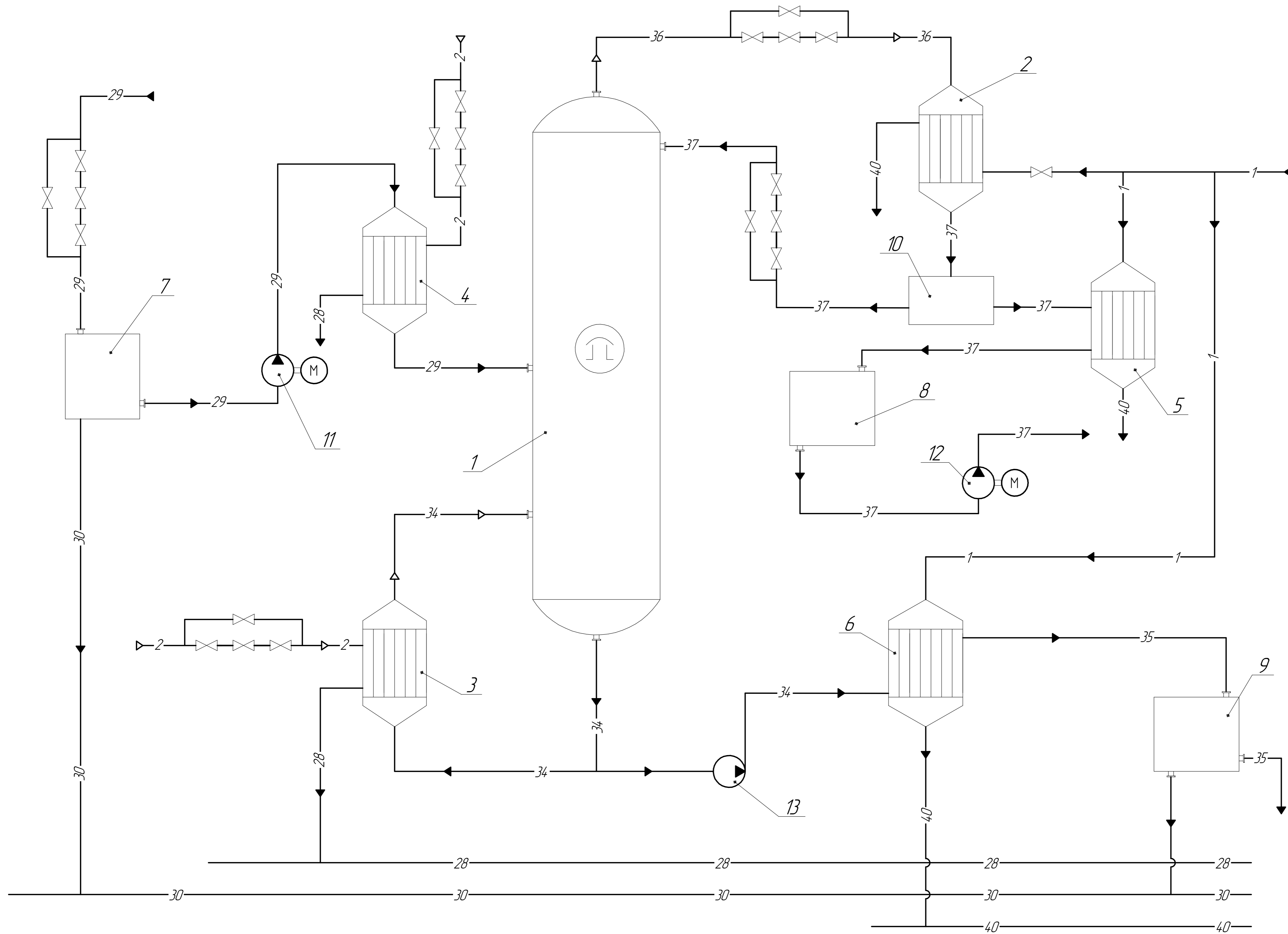
З урахуванням вимог до умов праці проведено аналіз потенційних небезпек і шкідливостей, що виникають при роботі обладнання, розрахована ізоляція апарату і передбачені заходи безпеки при експлуатації обладнання.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
						61
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Література

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, 576с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1982, 384 с.
4. Генкин.А.Э. Оборудование химических заводов. Москва, Высшая школа, 1978, 272 с.
5. Криворот А.С. конструкция и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. Москва, Машиностроение, 1976, 376 с.
6. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1984, 301 с.
7. Каталог «Стандартные кожухотрубчатые теплообменные аппараты общего назначения», ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, Москва,1982, 32 с.
- 8.. Лацинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов. Справочник. Ленинград, Машиностроение, 1981, 382 с.
9. Лацинский А.А., Толщинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Машиностроение. 1970г. 752 с.
- 10.Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Москва, Химия, 1983, 271с.
- 11 Фарамазов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. Москва, Химия, 1971, 296 с.
12. Макаров Г.В., Стрельчук Н.А. Охрана труда в химической промышленности. М. Химия, 1977, 568с.
13. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Москва, Химия, 1972, 248 с.
14. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х.; М.; Проектирование систем автоматизации технологических процессов; М. Энергия, 1980, 512с.
- 15 Кошарский Б.Д. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие. Ленинград, Машиностроение, 1976, 488с.
16. Закгейм И.Г., Савинский А.В. Производство этилового эфира. Москва, 1947, 215с.
17. Кольман-Иванов Э. Э. Конструирование и расчет машин химических производств. Москва, Машиностроение, 1985, 380 с.

Инд. № подл.		Подп. и дата			6.050503.20.04.00.00.00 ПЗ	Лист
Взам. инв. №		Инд. № дубл.				62
Подп. и дата		Подп. и дата				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

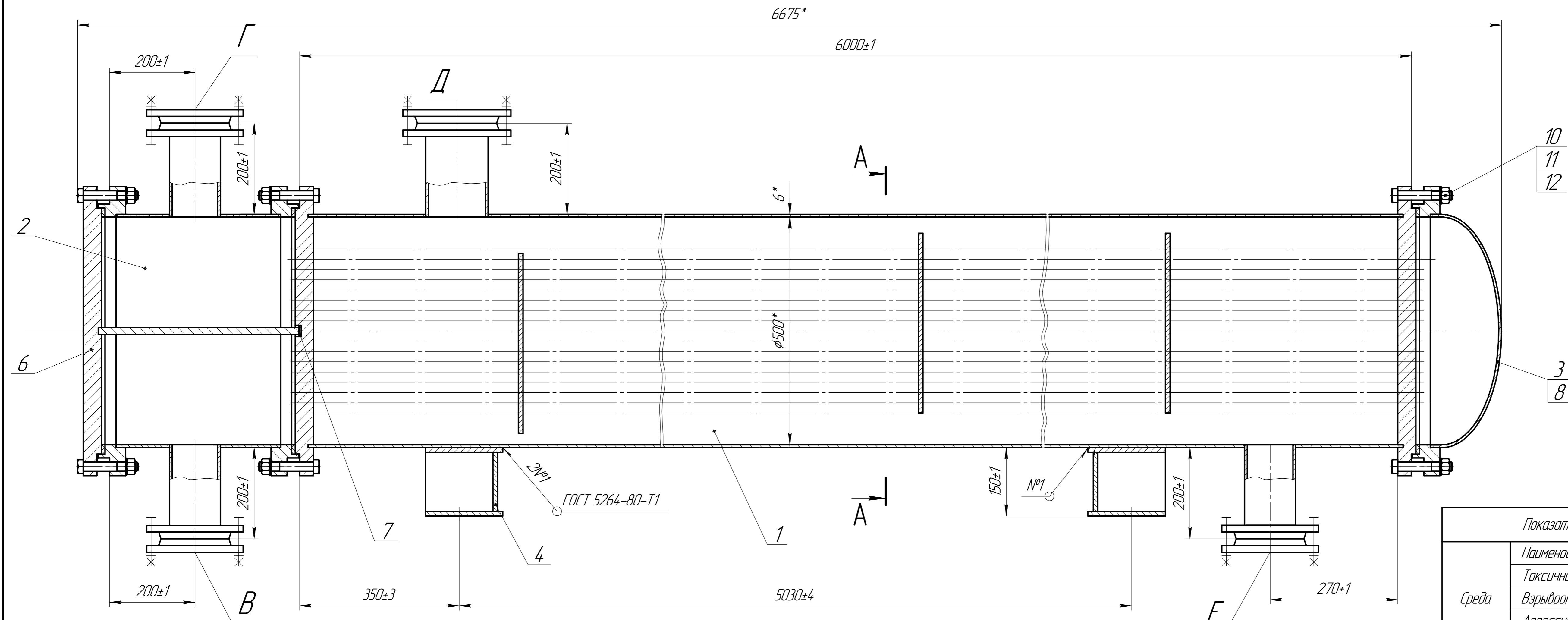


Условное обозначение	Наименование среды
1	Вода
2	Пар
3	Воздух
28	Конденсат
29	Исходная смесь
30	В канализацию
34	Кубовый остаток
35	Кубовая жидкость
36	Пары дистиллята
37	Дистиллят
40	Вода обратная

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Колонна ректификационная	1	
2	Дефлегматор	1	
3	Кипятильник	1	
4	Подогреватель	1	
5	Холодильник	1	
6	Холодильник	1	
7	Емкость	1	
8	Емкость	1	
9	Емкость	1	
10	Распределитель	1	
11	Насос	1	
12	Насос	1	
13	Насос	1	

6.050503.20.04.00.00.00 ТС				Лист	Масса	Масштаб
Установка для получения ацетона						-
Схема технологическая				Лист	Листов	1
				ШИ СУМ ГУ		

Лист № 001
Лист № 002
Лист № 003
Лист № 004
Лист № 005
Лист № 006
Лист № 007
Лист № 008
Лист № 009
Лист № 010
Лист № 011
Лист № 012
Лист № 013
Лист № 014
Лист № 015
Лист № 016
Лист № 017
Лист № 018
Лист № 019
Лист № 020



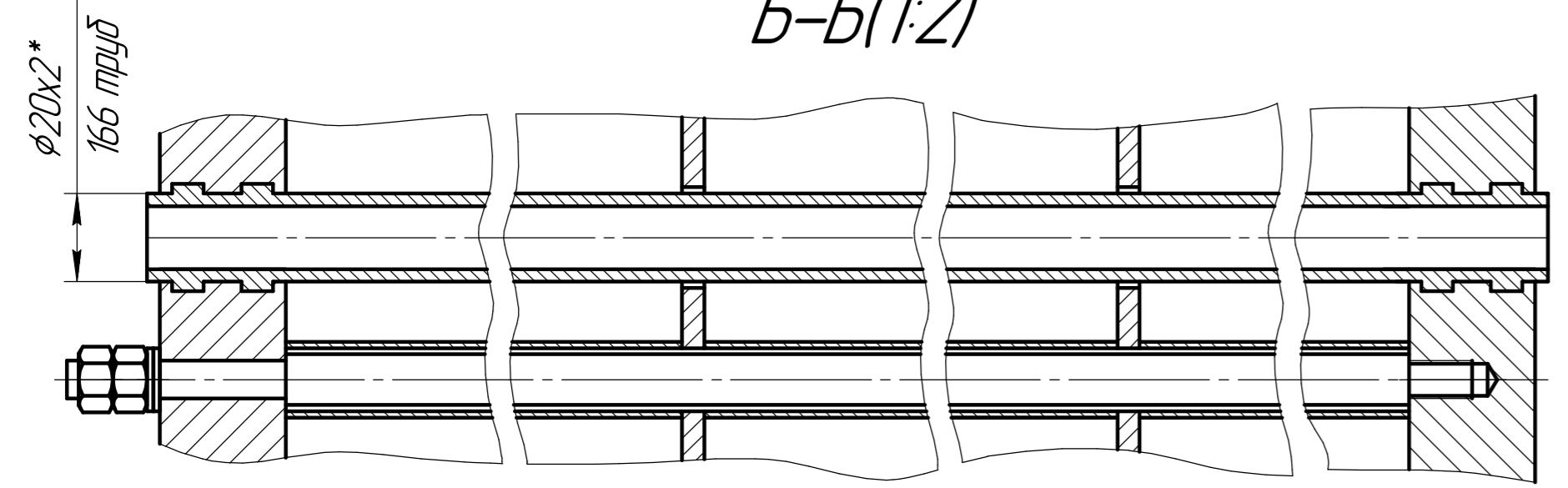
10
11
12

3
8

Техническая характеристика

Показатели		Трубное пространство	Межтрубное пространство
Среда	Наименование	Вода	Ацетон
	Токсичность	-	-
	Взрывоопасность	-	Пожароопасен
	Агрессивность	Слабо коррозионная среда	Слабо коррозионная среда
	Температура, °C		
Рабочее давление, МПа			
Емкость, м ³			
Поверхность теплообмена, м ²		9	
Расход, кг/с		-	0,12

Б-Б(1:2)



А-А(1:4)

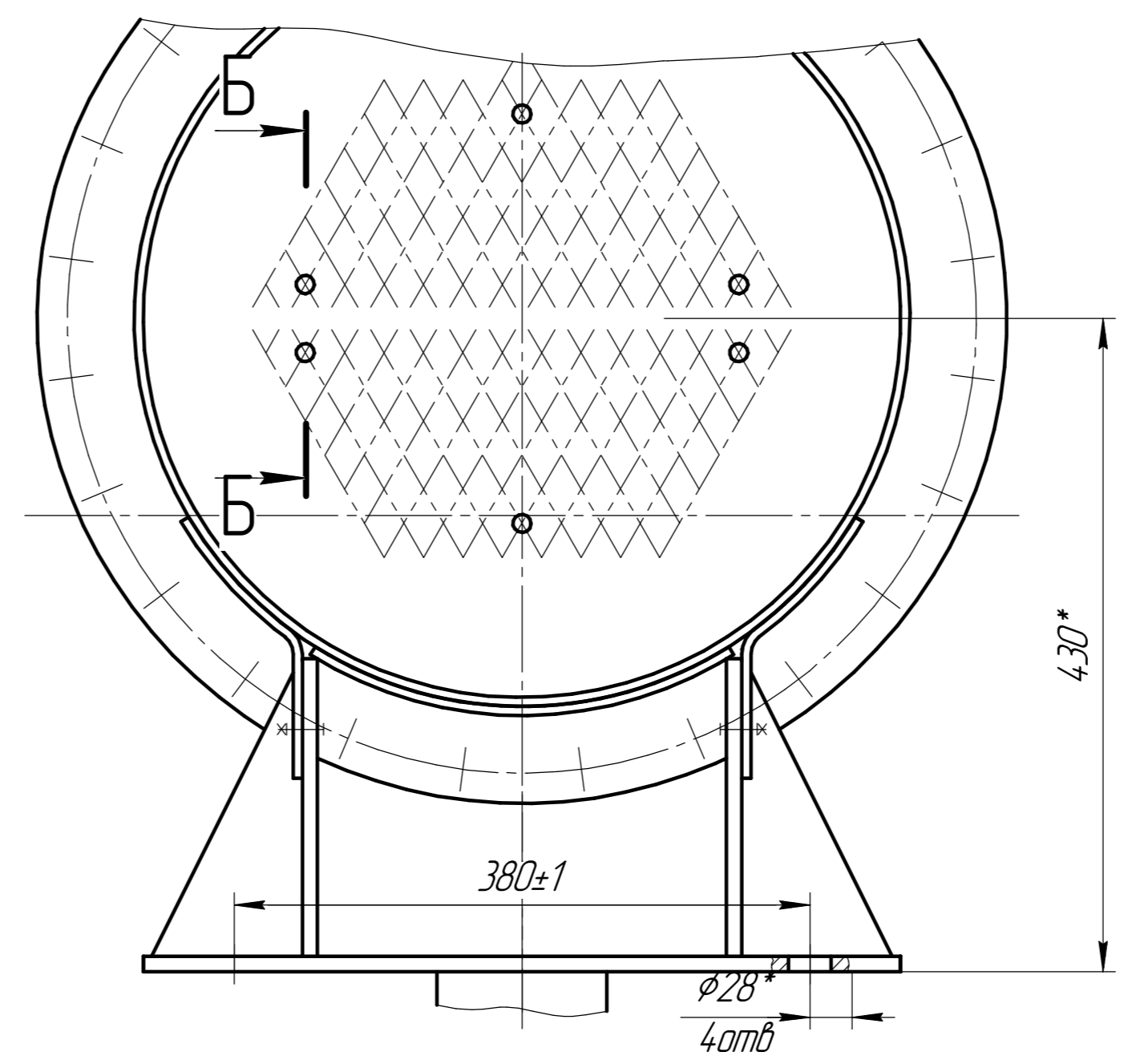


Таблица штицеров

Обозн.	Наименование	Кол.	Ди, мм	Py, МПа
В	Вход воды	1	100	0,16
Г	Выход воды	1	100	0,16
Д	Вход паров продукта	1	125	0,125
Е	Выход продукта	1	100	0,125

Технические требования

- Аппарат изготовить в соответствии с ГСТУ 3-17-191-2000 "Посуды и аппараты стальные сварные. Загальні технічні умови." и ДНАОП 0.00-107-94 "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением".
- Сварные швы контролировать в объеме 25% УДЗ или рентгенопросвечиванием. Недоступные для УДЗ или рентгенопросвечивания швы контролировать в соответствии с РД 26-11-01-85.
- Аппарат испытать гидравлическим давлением (порядок испытания согласно ГСТУ 3-17-191-2000) в горизонтальном положении:
 - трубное пространство, МПа
 - межтрубное пространство, МПа
- Покрытие наружных поверхностей аппарата - грунт ГФ.021 ГОСТ 26129-89 (1слой) и эмаль ПФ115 серая ГОСТ 6465-85 (2слоя).
- Н14, h14, ± 1/2.
- *Размеры для справок.
- Монтаж аппарата произвести в соответствии со СНи ПЗ.05.05-84.
- На месте эксплуатации аппарат заземлить.

6.050503.20.04.00.00.00 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Дефлегматор						15
Сборочный чертеж				Лист	Листов	1
				ШИ Сум ГУ		

Лист 1 из 1
Справ. №
Лист 1 из 1
Лист 1 из 1
Лист 1 из 1

