

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

Кваліфікаційна робота магістра

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
освітня програма "Обладнання хімічних виробництв
і підприємств будівельних матеріалів"

Тема роботи: Виробництво етилового спирту. Розробити та модернізувати кожухотрубчастий теплообмінник для конденсації парів етилового спирту.

Виконав:
студент групи ХМ.м-01/1

Крощенко Андрій Сергійович

підпис

Залікова книжка

№20510172

Кваліфікаційна робота магістра
захищена на засіданні ЕК

з оцінкою _____

" ____ " _____ 20 ____ р.

Підпис голови
(заступника голови) комісії

Керівник:
канд. техн. наук.

Яхненко С.М.

підпис, дата

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 53 с., 12 рис., 2 табл., 2 додатки, 21 джерело.

Графічні матеріали: Монтажне креслення епіюраційного відділення, технологічна схема браго ректифікаційної установи, складальне креслення конденсатору, складальне креслення розподільчої кришки, складальне креслення кришки, складальне креслення трубного пучка – усього 6,0×А1 аркушів графічної частини.

Тема кваліфікаційної роботи «Виробництво етилового спирту. Розробити та модернізувати кожухотрубчастий теплообмінник для конденсації парів етилового спирту».

У роботі проведено літературний огляд за тематикою кваліфікаційної роботи магістра, а саме: проведено аналіз виробництва етилового спирту, а більш детальніше брагоректифікаційного та епіюраційного відділення, розглянуто особливості будови та модернізації кожухотрубних теплообмінників та вчасності конденсаторів. Було виконано технологічні, конструктивні розрахунки апарату. Проведено розрахунок апарату на міцність та герметичність і за рахунок цих розрахунків отримано підстави вважати розроблений апарат надійним і працездатним. Досліджено способи автоматизації за рахунок введення інформаційно-апаратного забезпечення. Досліджено особливості безпеки та охорони праці на виробництві. Застосовано програмний комплекс PASSAT для дослідження фланцевого з'єднання.

Ключові слова: ВИРОБНИЦТВО, РЕКТИФІКАЦІЯ, ЕТИЛОВИЙ, СПИРТ, КОНДЕНСАТОР, ТЕПЛООБМІННИК, ЕПЮРНА, КОЛОНА.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	5
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ	7
1.1 Конструктивні особливості кожухотрубних конденсаторів	7
1.2 Обґрунтування модернізації теплообмінного апарату	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10
2.1 Опис технологічної схеми епюрного відділення виробництва етилового спирта	10
2.2 Теоретичні основи теплообмінних процесів	11
2.3 Опис об'єкту розробки	15
2.4 Технологічні розрахунки	16
2.5 Конструктивні розрахунки апарату	21
2.6 Визначення гідравлічного опору апарату	23
2.7 Розрахунок і вибір допоміжного обладнання	24
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	26
3.1 Вибір конструкційних матеріалів	26
3.2 Розрахунки на міцність, та герметичність	29
4 БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНА ЧАСТИНА	36
4.1 Проведення монтажних робіт	36
4.2 Проведення ремонтних робіт	39
5 ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА АПАРАТУРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ	44

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>							
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.	Крощенко				<i>Конденсатор парів етилового спирту Пояснювальна записка</i>			Лім.	Лист	Листів		
Перевір.	Яхненко							м	к	р	3	53
Реценз.								СумДУ, ХМ.м-01/1				
Н. Контр.												
Затверд.	Склабінський											

Додатки:

ДОДАТОК А – Розрахунок фланцевого з'єднання

ДОДАТОК Б – Специфікації до графічної частини

					XI.T.00.00.00 ПЗ	Лист
						4
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Хімічна промисловість дозволяє шляхом переробки за допомогою різноманітних процесів переробити та отримати нові або більш чисті речовини. Або якщо бути більш точним, то саме змінити агрегатні стани, внутрішню структуру чи навіть досягти цілкової зміни складу речовин. Це все відбувається за допомогою фізико-хімічної взаємодії в умовах сучасних апаратів.

Одним з досить розповсюджених та затребуваних виробництв в сучасній хімічній промисловості є виробництво етилового спирту. Це пов'язано з широким спектром можливостей його використання. Адже етиловий спирт використовується як і в хімічній так і харчовій промисловості. Насправді перечислювати приклади його використання можливо досить довго адже він використовується і в парфумерії, також при виробництві лакофарбових та деяких вибухових речовин.

Етанол (C_2H_5OH) (етиловий спирт, винний спирт) — це органічна сполука яка за своїми фізичними характеристиками при нормальних умовах є прозорою легкозаймистою рідиною. Температура кипіння становить $78.29^{\circ}C$. Етиловий спирт є токсичною речовиною, що має наркотичні властивості та має досить шкідливий вплив на організм людини згідно з Національного стандарту України.

Раніше цю речовину добували досить застарілими та не ефективними шляхами такими як ферментація, а пізніше проста перегонка. Але всі ці способи виготовлення етанолу були досить не практичними, не ефективними, а головне вихідний продукт мав досить низьку чистоту речовини. Тому технологія потребувала розвитку.

В сьогоденнішніх умовах в промисловості виготовлення етилового спирту базується на різних процесах зневоднення водневої суміші якою і являється етанол. До методів зневоднення етанолу можна віднести ректифікацію що являє собою багатократну перегонку, зневоднення за

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

допомогою молекулярних сил, що базується на властивості деяких штучних або природних речовин на проникнення води в їх пори тим самим розділюючи суміш, а також за допомогою мембранного метода. Але з цих всіх методів поширення набув метод ректифікації, що став невідомою частиною схеми браго ректифікації як частини виробництва етилового спирту в умовах сучасних промислових потреб. Якщо порівнювати сучасну технологію виготовлення етилового спирту з її застарілими способами то прослідковується стрімкий ріст ефективності.

Так як етанол має досить велике значення в сучасній хімічній інженерії розвиток технології виготовлення цієї речовини та вдосконалення та знаходження нових методів виробництва має неосяжне значення. Тому у цій кваліфікаційній роботі мною було розроблено кожухотрубний конденсатор для охолодження парів етанолу що входить до складу ректифікаційної установки

Загалом, магістерська кваліфікаційна робота була виконана згідно методичних вказівок із представленням усіх регламентованих розділів.

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ

1.1 Конструктивні особливості кожухотрубних конденсаторів [2-3]

В сучасності теплообмінні процеси при яких відбувається зміна агрегатного стану шляхом нагріву чи охолодження будь то конденсація як перетворення газоподібного в рідке чи випаровування що обернене конденсації набули досить широкого розповсюдження в багатьох галузях. До таких галузей можна віднести як хімічні так і нафтохімічні, як харчові так і енергетичні.

При певних параметрах тиску та температури відбувається фазовий перехід між агрегатними станами в речовині. Цей перехід, а саме від газоподібного(парового) до рідкого має назву конденсація, що походить від латинського condensation, що означає згущення. [2]

Зниження температурного режиму (при сталому тиску) може викликати конденсацію пароподібні речовини, а також збільшення тиску (за сталої температури). Звісно зміна обох параметрів як тиску так і температури може спровокувати зміну агрегатного стану конденсацією речовини. Під час конденсації відбувається виділення тепла що переходить від одного теплоносія, а саме гарячого, яким і є нагріта пароподібна речовина яку ми направили в конденсатор до іншого теплоносія що являє собою значно холоднішу речовину що протікає в трубному пучку задля зниження температури гарячого при контакті з ним. Звісно під час конденсації відбувається зміна об'єму речовини в сотні разів, що при умові конденсації в закритому середовищі викликає виникнення вакууму. [2]

Швидкість конденсації пароподібної речовини може бути різною адже це зумовлено певними факторами. До цих факторів можна віднести:

- фізична характеристика процесу, а тобто тиск в середині апарату а також температурні параметри теплоносіїв;
- фізико-хімічні параметри речовини з врахуванням її теплофізичних властивостей та її власних особливостей. До цих параметрів можна віднести

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

природу речовини, її хімічну структуру, також її фізичні параметри як густина та в'язкість та її характеристика поверхневого натягу, ну і звісно не обходячи її особливості такі як теплопровідність та теплоємність та звісно теплота конденсації цього ресурсу;

- поверхнево-орієнтаційний фактор що проявляється під час процесу за рахунок особливостей поверхні тобто її шорохуватість, а також як важливий аспект орієнтація в просторі самого апарата. [2]

В розробці теплообмінних апаратів виникає проблематика забезпечення всіх потреб які має виконувати апарат при особливостях його конструктивно-матеріальних параметрів, що мають при цьому задовольнити стандартам міцності та експлуатаційні параметри, що викликає потребу в рішенні що піде на компроміс всім потребам. І досягти більш-менш потрібних нам умов в умовах сучасної розробки новітніх апаратів хімічної інженерії дозволяє нам сучасне програмне забезпечення на ряду з багаторічно зібраною та устаткованою нормативно-технічною документацією з розробки хімічних апаратів. [3]

Трубний пучок, камери розподілу тепло- чи холодоагенту (в залежності від самого апарату, та кришки що приєднані фланцевим поєднанням до кожуху апарату, все це складові багатোধодових теплообмінників типу Н та К. Наявність двох розподільчих камер та трубного пучка вказує на одноходові теплообмінники. [3]

Теплообмінники мають певні особливості та ознаки за якими вони і класифікуються:

–Конструктивно теплообмінники поділяються за рахунок конструкції теплообмінної поверхні, а саме є такі що виготовлені з труб, до них відносяться кожухотрубчасті, труба в трубі, зрошувальні, повітряного охолодження, занурювальні змішувальні; також існують апарати поверхнею теплообміну яких є листове тіло і до таких теплообмінників відносяться пластинчасті та спіральні теплообмінні апарати. А також існують апарати, що виготовляються з неметалевих матеріалів.

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

–Стосовно призначення для використання хімічної інженерії теплообмінні апарати можуть бути як холодильниками для охолодження речовини так і підігрівачами для її нагріву, як конденсаторами для конденсації пароподібної сировини так і випарниками що перетворюють рідину в пар.

–За напрямком потоку всередині теплообмінників, тобто напрямком робочих середовищ теплообмінні апарати можуть бути як прямоточні де напрямок течії тепло та холодоагентів співпадає так і протитечійні, де потік течії тепло та холодоагентів знаходяться протилежних напрямках, а також існує конструкція змішаної течії.

–За просторовим розміщенням теплообмінники можуть бути як горизонтальні так і вертикальні.

–В залежності від числа ходів по трубах тепло- чи холодоагенту (в залежності від типу апарату, теплообмінники бувають одно або багатиходові.

–Ну і звісно теплообмінники можуть класифікуватися за матеріалами з яких виготовлені їх основні частини. [3]

1.2 Обґрунтування модернізації теплообмінного апарату

У зв'язку з стрімким протіканням процесів та реакцій, що відповідають складним технологічним схемам та умовам в яких вони відбуваються, пов'язуючи з собою проблематику застосування апаратів в умовах безперервної технологічної лінії що потребує беззупинності процесів на установках та звісно прослідковуючи небезпечну можливість викидів отруйних і досить небезпечних речовин в навколишнє середовище виникає потреба в модернізації застарілих апаратів з введенням автоматизації з використанням сучасних засобів контролю за процесами в апаратах.

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис технологічної схеми епюрного відділення виробництва етилового спирта

Принципова технологічна схема безперервно діючої ректифікаційної установки в складі епюраційного відділення при виробництві етилового спирта зображено на рис. 2.1.

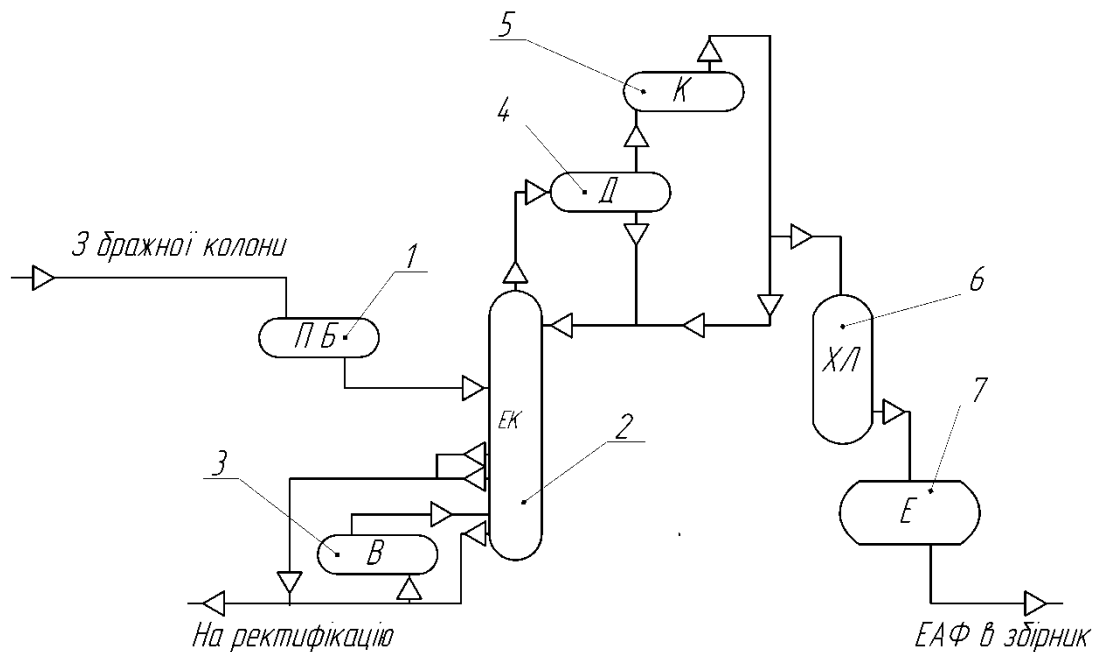


Рисунок 2.1 - Технологічна схема епюраційної частини виробництва етилового спирту.

1- підігрівач браги ПБ; 2-епюраційна колона ЕК; 3-Випарник В;
4-дефлегматор Д; 5-конденсатор К; 6-холодильник ХЛ; 7-ємність ЕАФ

Вихідний розчин поступаючий з бражної колони та пройшовший через сепаратор бражки поступає до підігрівачу браги ПБ де він нагрівається до потрібної температури для подальшого його використання в епюраційній колоні що являє собою ректифікаційну колону з тарілками як контактними тілами, поступаючи на тарілку живлення колони де склад рідини відповідає вихідній суміші. В результаті нагріта вихідна суміш протікає по контактним

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

тілам епюраційної колони дістаючись нижньої частини колони, де відбувається відведення кубового залишку що поділяється на декілька частин, одна частина поступає до випарника В, а інша включаючи частини зібрані з деяких рівнів колони йде на повторну ректифікацію. В випарнику, де кубовий залишок нагрівається до потрібної температури та повертається назад в колону у вигляді пароподібної фракції, що починає підійматися в гору і контактувати з вихідною рідиною. При цьому починає відбуватися теплообмін що зумовлений передачею тепла від більш нагрітої до менш нагрітої речовини і у зв'язку з чим речовина що має більш низьку температуру кипіння, а саме етанол починає змінювати свій агрегатний стан на газоподібний і починає підійматись в верхню частин колони, так як речовина не достатньо чиста вона починає зрошуватись флегмою, що очищає речовину до достатнього рівня і пароподібна речовина виходить з верхньої частини колони, поступаючи до дефлегматора Д де відбувається часткова конденсація метою якої є збагачення низько киплячою фракцією, а важко кипляча сконденсувавшись повертається в колону у вигляді флегми. Після дефлегмації речовина потрапляє до конденсатору К, що являє собою чотирьох ходовий кожухотрубний теплообмінник де повністю конденсується і виходячи поділяється на частину для флегми та частину що поступає до холодильника ХЛ, де охолоджується до нормальної температури та поступає до ємності для ЕАФ звідкіля поступає до збірника.

2.2 Теоретичні основи теплообмінних процесів [2,4]

Перенесення енергії між різними теплоносіями та як працює це перенесення, тобто його механізм як розділ теплодинаміки є теоретичною основою теплових процесів. [2]

В процесах переносу тепла рушійною силою що змушує відбуватися теплообміну, будь от охолодження чи нагрів є різниця температури між

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

холодним та гарячим теплоносієм. Звісно існує теоретичний стан в теплотехніці та природі в якому зупиняється теплообмін, що відбувається теплоносії мають однакову температуру, але все ж таки цей стан як вище сказано лише теоретичний і рівноважний стан є досяжний лише з великим проміжком часу. [2]

В процесі роботи в теплообмінних апаратах є дві речовини, що беруть участь в процесі теплообміну і мають назву гарячий і холодний теплоносії. Гарячим теплоносієм є середовище що під час роботи теплового апарату віддає своє тепло під час чого втрачає власну теплову енергію. В протиставлення йому йде холодний теплоносії, що відбирає тепло з гарячого теплоносія, адже він спочатку має меншу початкову теплоту. Тобто принцип роботи теплообмінників – перенос теплової енергії між теплоносіями. Виходячи з цього теплообмінні процеси це ті, в яких відбувається передача тепла від гарячого до холодного теплоносія.[2]

Сучасні теплообмінні апарати працюють в досить різноманітних і досить складних умовах для роботи апарату, що створює потребу в обиранні надійних, правильно підібраних матеріалів для виготовлення апарату. До цих умов відноситься агресивність середовища, що може викликати корозійне пошкодження апарату. Також не слід забувати про тиск, адже теплообмінні апарати можуть працювати в з умовами вакууму в апараті а також під досить великим тиском, що може досягати ста мегапаскалів, і звісно температурні діапазони в апараті, а саме те, що апарат може працювати від мінус двохсот п'ятидесяти до плюс тисячі градусів. [2]

Як говорилося в пунктах раніше, досить важливим і від цього доволі сильно залежить характер процесу є напрямок потоку теплоносіїв, і за цими напрямками існує декілька можливих схем :

1)прямоточна схема теплообмінника, це та в якій холодний теплоносії контактує через стінку з гарячим теплоносієм і їх потоки спрямовані в одному напрямку та паралельно відносно одне одного;

2)протиточна схема теплообмінника, це обернена до прямоточної

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

схеми, тобто при паралельності потоків теплоносіїв напрямки їх протилежні і йдуть на зустріч одне одному.

3) перехресна схема теплообмінників, теж існуюча схема в якій потоки направлені під певним кутом один до одного.

Визначення необхідної поверхні теплопередачі для певних умов, що відбуваються в теплообмінному апараті ті підбору правильних конструктивних особливостей апарату при врахуванні особливостей його майбутньої експлуатації є основною частиною розрахунку теплообмінника.

[2]

За допомогою основного рівняння теплопередачі ми маємо можливість визначити необхідну поверхню теплообміну, а саме рівняння має наступний вигляд:

$$Q_n = k * \Delta t_{\text{сер}} * F$$

звідкіля отримуємо формулу для знаходження розрахункової поверхні теплопередачі:

$$F = \frac{Q_n}{\Delta t_{\text{сер}} \cdot K},$$

де F – поверхня теплопередачі, м²;

$\Delta t_{\text{сер}}$ – середня температура процесу;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

Q – теплове навантаження, Вт.

Теплове навантаження знаходимо за рахунок рнаступних рівнянь, що підходить під різні технологічні умови в апараті:

- якщо агрегатний стан теплоносіїв не змінюється:

$$Q = G \cdot c \cdot (t_1 - t_2);$$

–якщо агрегатний стан змінено за рахунок конденсації, але при умові відсутності охолодження конденсату:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$Q = G \cdot r;$$

– якщо агрегатний стан змінено та при цьому відбувається охолодження і конденсату:

$$Q = G \cdot (I_1 - c_2 \cdot t_2),$$

де I_1 – ентальпія перегріті речовини

Теплові процеси – процеси в хімічній чи іншій технології швидкість яких залежить від законів перенесення теплової енергії між тілами.

Апарати в яких відбувається теплообмін між середовищами що мають різну теплову енергію в якості теплового процесу називають теплообмінними апаратами. [2]

Теплопередачею зовється процес при якому відбувається перенесення теплової енергії між теплоносіями в апараті, що призводить до зміни температури теплоносіїв на шляху до їх повного вирівнювання, де холодний теплоносій нагрівається, а гарячий навпаки охолоджується. Це доволі складний процес під час якого відбувається що включає процеси передачі тепла через матеріал, що розділює гарячий та холодний теплоносій. І виходячи з вищезгаданої рушійної сили ми приходимо до того що на локальній ділянці теплообміну рушійною силою є локальна різниця між температурами теплоносіїв. [2]

Тепло в технологічних процесах має можливість передаватися наступними способами:

- За рахунок теплопровідності, тобто можливості під впливом різниць параметрів, таких як різниця температури, агрегатного стану та особливостей руху структурних частинок речовини за рахунок їх контакту.;

- За рахунок конвекції будь то вільної при якій речовина перемішується переміщуючись за рахунок різниці щільності в просторі, чи то примусової

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

конвекції що відбувається в результаті дії зовнішніх сил, таких як тиск чи інерція, з умови різниці температури в різних частинах речовини відбувається теплообмін;

- За рахунок випромінювання, що відбувається коли певний діапазон фотонів в певному спектрі чи за допомогою електромагнітної радіації відбувається перенос енергії в вигляді проміню між тілами. [2]

За умови різноманітності природи та параметрів процесів хімічних виробництв обумовлюється різноманітність конструктивного виконання конденсаторів але при цьому змушує притримуватися зручності та простоти апарату.

2.3 Опис об'єкту розробки

Теплообмін в розроблюваному апараті відбувається через металеві стінки трубного пучка між гарячим та холодним теплоносіями.

Розроблюваний апарат є прикладом типового в хімічному-машинобудуванні чотирьохходового кожухотрубного теплообмінника, в якому відбувається процес конденсації парів етанолу що поступають до апарату в кількості 4500 кг / год під тиском 1,8 ат (згідно вихідних даних). Речовина що має сконденсуватися надходить до апарату через верхній штуцер де має змогу контактувати з трубним пучком в якому протікає холодна вода в якості холодного теплоносія. Після конденсації, сконденсована речовина покидає апарат через нижній штуцер і відводиться на подальші технологічні процеси.

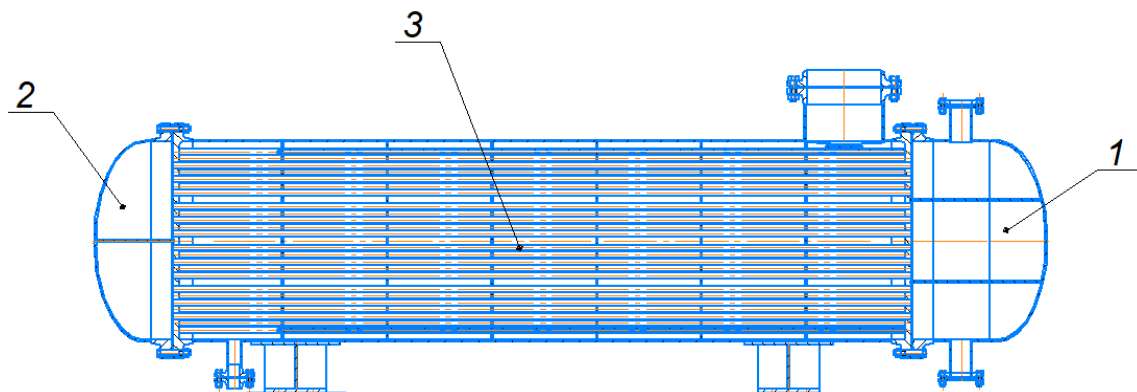


Рисунок. 2.2 - Схема чотирьох-ходового кожухотрубного конденсатора:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Стосовно конструкції розроблюваного чотирьох-ходового кожухотрубного конденсатора для конденсації парів етилового спирту, він складається з трубного пучка (3), тобто труб роль яких бути поверхнею на якій відбувається теплообмін в апараті, а також складається з розподільчої камери (1) та кришки (2) що мають в собі розподільчі стінки для повороту холодоагенту в трубний пучок, що зумовлено його багатогодовістю. А сам апарат працює наступним чином:

Через нижній штуцер розподільчої камери до апарату поступає циркулюючи холодна технічна вода в якості холодоагенту та зіткнувшись з розподільчими стінками не маючи змоги потрапити до іншої частини розподільчої камери, а також задля запобігання змішування охолодженої і підігрітої води, поступає до трубного пучка на поверхні якого і відбувається теплообмін, а потім поступає в кришку де теж змінює свій напрям в іншу сторону повертаючись в іншу частину розподільчої камери і весь цей процес проходить ще раз і вода виходить з верхнього штуцера розподільчої камери. В той же час до апарату в міжтрубний простір через більший верхній штуцер поступають пари етилового спирту в якості гарячого теплоносія і поступово досягають контакту з трубним пучком і починають обмінюючись тепловою енергією на поверхні трубного пучка, тим самим охолоджуючи етанол даючи змогу йому сконденсуватися. Сконденсований етиловий спирт виводиться з нижнього меншого штуцера апарата що відводить сконденсований етанол на подальші його потреби. При необхідності відведену воду можна використати в інших технічних процесах чи задля опалення приміщень.

2.4 Технологічні розрахунки

Вихідні дані до технологічного розрахунку апарату (рис. 2.2), вказані відповідно до завдання на проектування.

Між трубний простір - етанол:

- витрата $G_{\text{п}}$, кг/ч

4500

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- абсолютний тиск p_k , ат 1,8
- Трубний простір - вода технічна:
- початкова температура $t_{нв}$, °C 18

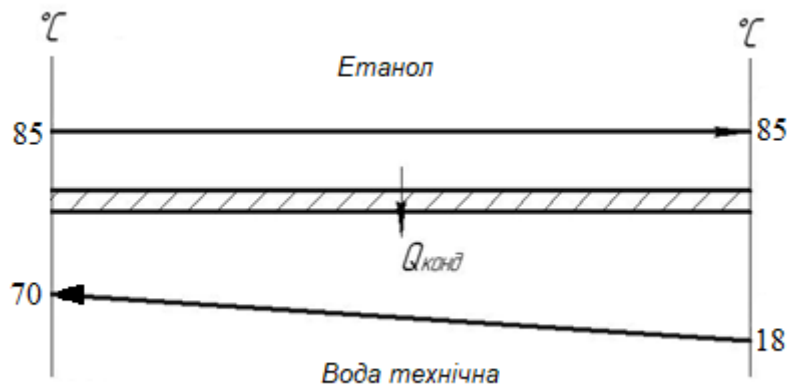


Рисунок 2.3. - Теплова схема процесу конденсації

Відповідно до вхідних даних етиловий спирт потрапляє до апарату в пароподібному стані при температурі конденсації, яка при тиску 1,8 ат становить 85 °C [4]. Проводимо розрахунок теплового навантаження:

$$Q = Q_{\text{конд}} = G_n \times r_x = \left(\frac{4500}{3600} \times 840 \right) = 1050 \text{ кВт}; \quad (2.1)$$

де G_n – масова витрата гарячого теплоносія (етилового спирту), кг/с;
 r_x – питома теплота конденсації етанолу при тиску $p_k = 1,8$ ат (згідно [5]), кДж/кг.

Середня різниця температур $\Delta t_{\text{ср}}$, °C:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{2,31 \lg \left(\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}} \right)} = \frac{67 - 15}{2,31 \lg \left(\frac{67}{15} \right)} = 34,7 \text{ °C}; \quad (2.2)$$

де Δt_{δ} і $\Delta t_{\text{м}}$ – велика й мала різниці температур на кінцях теплообмінного апарату, °C.

$$\Delta t_{\text{м}} = 85 - 70 = 15 \text{ °C};$$

$$\Delta t_6 = 85 - 18 = 67 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Відповідно до рекомендацій [6] вода на виході холодноагента, що в цьому проекті є холодною технічною водою приймається нижче температури гарячого теплоносія на 5 ... 15 $^\circ\text{C}$

З рівняння теплового балансу можна знайти витрату охолоджуючої води G_6 , кг / с. (оскільки температури теплоносіїв близькі до температури навколишнього середовища, втратами тепла можна знехтувати):

$$G_6 = \frac{Q}{c_6 \times (t_{кв} - t_{нв})} = \frac{1050}{4,187 \times (70 - 18)} = 4,8 \text{ кг / с}; \quad (2.3)$$

де c_6 – теплоємність води при середній температурі $t_{cp_6} = 44 \text{ } ^\circ\text{C}$ (згідно [5]), кДж/(кг·К).

Орієнтовно необхідна поверхня теплообміну F_{op} , м^2 :

$$F_B = \frac{Q}{K_{op} \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{1050 \cdot 10^3}{550 \cdot 34,7} = 55 \text{ м}^2; \quad (2.4)$$

де K_{op} – прийняте згідно рекомендацій [6] орієнтовне значення коефіцієнта теплопередачі для кожухотрубних конденсаторів, що береться в діапазоні 300÷800 Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{K}$)

З ГОСТ 15118-79 обираємо кожухотрубний конденсатор що має такі параметри: діаметр кожуха апарату $D = 800$ мм, теплообмінні труби $\varnothing 25 \times 2,5$ довжиною $l = 3,0$ м з числом ходів по трубах $z = 4$ та загальною кількістю труб рівною 404 шт., що має поверхню теплообміну $F = 55 \text{ м}^2$, та площею перерізу одного ходу по трубах $s_{тр} = 0,011 \text{ м}^2$.

Швидкість холодоагенту w_6 , м/с, в трубах конденсатору:

$$w_6 = \frac{G_6}{\rho_6 \cdot s_{тр}} = \frac{4,8}{990 \cdot 0,011} = 0,44 \text{ м / с}; \quad (2.5)$$

де ρ_6 – густина води (при середній температурі $t_{cp_6} = 44 \text{ } ^\circ\text{C}$)

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

(згідно[5]), кг/м³.

Характеристику відношення тертя і сил інерції в потоці холодоагенту характеризується критерієм Рейнольдса Re_B :

$$Re_B = \frac{w_B \cdot (d - 2s) \cdot \rho_B}{\mu_B} = \frac{0,44 \cdot (25 - 2 \cdot 2,5) \cdot 10^{-3} \cdot 990}{0,61 \cdot 10^{-3}} = 23695; \quad (2.6)$$

де d і s – діаметр і товщина стінки теплообмінних труб відповідно, м;

μ_B – коефіцієнт динамічної в'язкості води (при середній температурі $t_{cp}=44$ °C) (згідно[5]), Па·с.

Характеристика в'язкості і температур провідних як властивостей холодоагенту характеризується за допомогою критерію Прандтля Pr_B :

$$Pr_B = \frac{c_p \mu_B}{\lambda_g} = \frac{4,185 \cdot 10^3 \cdot 0,61 \cdot 10^{-3}}{0,64} = 4,0; \quad (2.7)$$

де d і s – діаметр і товщина стінки теплообмінних труб відповідно, м;

μ_B – коефіцієнт динамічної в'язкості води (при середній температурі $t_{cp}=44$ °C) (згідно[5]), Па·с.

Тепловіддача при розвиненому турбулентному режимі ($Re > 10000$) в прямих трубах і каналах описується критеріальним рівнянням що характеризує інтенсивність переходу теплоти на кордоні стінка-потік холодоагенту а саме за допомогою критерій Нусельта Nu_B [5]:

$$Nu_B = 0,021 \cdot \varepsilon_1 \cdot Re_B^{0,8} \cdot Pr_B^{0,43} \left(\frac{\mu_2}{\mu_{cm2}} \right)^{0,25} = 0,021 \cdot 1 \cdot 23695^{0,8} \cdot 4,0^{0,43} \cdot 1 = 120,5; \quad (2.8)$$

де ε_1 - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив на коефіцієнт тепловіддачі відношення довжини труби l до його діаметру d ; $(\mu_2/\mu_{cm2})^{0,25}$ – множник, що враховує напрямок теплового потоку (відповідно до рекомендацій [5] при проектуванні теплообмінників в розрахунку

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

коефіцієнтів тепловіддачі для нагріваються рідин можна приймати $(\mu_2/\mu_{ст2})^{0,25} = 1$, допускаючи невелику похибку в сторону зменшення коефіцієнта тепловіддачі, т. е. в сторону запасу).

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки потоку холодного теплоносія α_2 , Вт/(м²·К) знаходимо за наступною формулою [5]:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_B \cdot \lambda_B}{d - 2s} = \frac{120,5 \cdot 0,64}{(25 - 2 \cdot 2,5) \cdot 10^{-3}} = 3855 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \times \text{К}); \quad (2.9)$$

За допомогою наступної формули знаходимо коефіцієнт тепловіддачі від потоку етилового спирту, що конденсується на зовнішній поверхні трубного пучка α_1 , Вт/(м²·К) [5]:

$$\alpha_1 = 0,728 \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_t \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda_x^3 \rho_x^2 r_x' g}{\mu_x \Delta t d}} = \quad (2.10)$$

$$= 0,728 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,159^3 \cdot 738^2 \cdot 840 \cdot 9,81}{45,9 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}} = 678 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \times \text{К});$$

де ε - коефіцієнт, що залежить від розташування труб в пучку та розрахункового числа труб n_B в кожному вертикальному ряду;

ε_t - поправочний коефіцієнт, що враховує залежність фізичних властивостей конденсату від температури;

λ_x - коефіцієнт теплопровідності конденсату етанолу (згідно [5]), Вт / (м·К);

ρ_x - щільність конденсату етанолу (згідно [5]), кг / м³;

r_x' - сума вищу теплоту і перегріву етанолу, Дж / кг; $r_x' = 840$, т. к. етанол надходить в апарат вже при температурі конденсації [7];

g - прискорення вільного падіння, м / с²;

μ_x - динамічний коефіцієнт в'язкості конденсату етанолу (згідно [5]), Па·с;

Δt - різниця температур конденсації і поверхні стінки, К.

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/(м²·К), від потоку етанолу що конденсується через стінку потоку холодоагенту:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{678} + \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{46,5} + \frac{1}{3855}} = 560 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \times \text{К}); \quad (2.11)$$

де $\lambda_{ст}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу теплообмінних труб, Вт/(м·К).

2.5 Конструктивні розрахунки апарату

Необхідна поверхня теплообміну F , м²:

$$F_B = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{1050 \cdot 10^3}{560 \cdot 34,7} = 54 \text{ м}^2; \quad (2.12)$$

Виходячи з цього остаточно приймаємо розроблюваний апарат як чотирьохходовий кожухотрубний конденсатор з такими характеристиками: діаметр кожуха $D = 800$ мм, теплообмінні труби $\varnothing 25 \times 2,5$ довжиною $l = 3,0$ м, з кількістю труб: 404 шт., що має поверхню теплообміну $F = 55$ м², та площею перерізу одного ходу по трубах $s_{тр} = 0,011$ м².

Коефіцієнт запасу поверхні теплообміну χ , % знаходимо за формулою:

$$\chi = \left(1 - \frac{F}{F_{пр}} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{54}{55} \right) \cdot 100\% = 1,8\%; \quad (2.13)$$

Отриманий запас поверхні не перевищує допустимих 20%.

Діаметр штуцерів d , м, теплообмінного апарату для підведення-відведення теплоносіїв:

					<i>ХІТ.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi w}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \rho w}} \quad (2.14)$$

де V і G – об'ємна і масова витрати рідини або пари відповідно $\text{м}^3/\text{с}$ і $\text{кг}/\text{с}$;

ρ - густина потоку середовища, $\text{кг} / \text{м}^3$;

w - швидкість витікання середовища, $\text{м} / \text{с}$.

Рекомендовані швидкості руху теплоносіїв (відповідно до [5,6,8]):

- для рідин 0,1 ... 0,5 $\text{м} / \text{с}$ при самоплив і 0,5 ... 2,5 $\text{м} / \text{с}$ в напірних трубопроводах;

- для пара і газів 5 ... 15 $\text{м} / \text{с}$.

Діаметр патрубку для входу парів етанолу в апарат d_n , м :

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 4500 / 3600}{3,14 \cdot 3,5 \cdot 10}} = 0,213 \text{ м};$$

Діаметр патрубку для виходу конденсату етанолу d_k , м :

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 4500 / 3600}{3,14 \cdot 738 \cdot 1,5}} = 0,038 \text{ м};$$

Діаметр патрубку для входу води в апарат $d_{вх}$, м :

$$d_{вх} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,9}{3,14 \cdot 998 \cdot 2}} = 0,055 \text{ м};$$

Діаметр патрубку для виходу води з апарату $d_{вих}$, м :

$$d_{вих} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,8}{3,14 \cdot 978 \cdot 2}} = 0,056 \text{ м};$$

В проєктованому апараті приймаються наступні діаметри для штуцерів:
штуцер для входу парів етанолу $D_y = 250 \text{ мм}$ і $P_y = 0,2 \text{ МПа}$,

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

штуцер для виходу конденсату етанолу $D_y = 40$ мм і $P_y = 0,2$ МПа,
штуцер для входу і виходу води $D_y = 65$ мм і $P_y = 0,2$ МПа.

2.6 Визначення гідравлічного опору апарату

Повний гідравлічний опір ΔP , Па, по трубному простору теплообмінного апарату:

$$\Delta P = \Delta P_{mp} + \Delta P_m = \left(\lambda \frac{L}{d - 2s} + \sum \xi_m \right) \frac{w_6^2 \rho_6}{2} = \quad (2.15)$$

$$= \left(0,165 \frac{3,0}{(25 - 2 \cdot 2,5) \cdot 10^{-3}} + 12,5 \right) \cdot \frac{0,44^2 \cdot 990}{2} = 3570 \text{ Па};$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

ξ_m – коефіцієнт місцевого опору.

Для ізотермічного турбулентного потоку в гідравлічно шорсткуватих трубах (згідно [5]):

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d - 2s} + \frac{68}{\text{Re}_B} \right)^{0,25} = \quad (2.16)$$

$$= 0,11 \left(\frac{0,1}{(25 - 2 \cdot 2,5) \cdot 10^{-3}} + \frac{68}{23695} \right)^{0,25} = 0,165$$

де Δ - абсолютна шорсткість поверхні труб (для сталевих нових труб $\Delta = 0,06 \dots 0,1$ мм, для сталевих труб, що були в експлуатації, з незначною корозією $\Delta = 0,1 \dots 0,2$ мм відповідно до [6]), мм .

Сума коефіцієнтів місцевих опорів ξ_m в апараті:

$$\sum \xi_m = 2 \xi_1 + 2 \xi_2 + \xi_3 (z - 1) = \quad (2.17)$$

$$= 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1 + 2,5 \cdot (4 - 1) = 12,5.$$

де ξ_i – коефіцієнти місцевих опорів (вхідний і вихідний камери $\xi_1=1,5$, вхід в труби і вихід із них $\xi_2=1$, поворот на 180° між ходами $\xi_3=2,5$ згідно[6]).

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок і вибір допоміжного обладнання

Розрахунок і вибір холодильника [4]. Опираючись на рисунок 1 ми бачимо що в той час як частина речовини з конденсатора повертається в апарат в вигляді флегми інша частина направляється до холодильника в якому має відбутися охолодження речовини до 25° Тому потрібно провести розрахунок для підбора холодильного теплообмінника.

Таким чином, теплове навантаження холодильника можна знайти за формулою:

$$Q_x = G_x \times c_x \times (t_1 - t_2) , \quad (2.18)$$

де c_x - питома теплоємність етанолу, $c_x = 2,45$ кДж/(кг·К) [2].

$$Q_x = \frac{4500}{3600} \times 2,45 \times (85 - 25) = 183 \text{ кВт.}$$

Розрахункова поверхня теплопередачі холодильника знаходиться за формулою:

$$F_p = \frac{Q_x}{K \times \Delta t} , \quad (2.19)$$

де K – орієнтовне значення коефіцієнта теплопередачі холодильників, Вт/(м²·К) [2];

Δt – різниця між температурами конденсації етилового спирту (85°C) і охолоджуючої води із градирні (5°C).

$$F_p = \frac{183 \times 10^2}{75 \times (85 - 5)} = 30,5 \text{ м}^2.$$

З отриманої поверхні теплообміну обираємо холодильний теплообмінник з наступними параметрами:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхня теплообміну 31,0 м²,
внутрішній діаметр кожуха 400 мм,
довжина труб 4000 мм, сортамент труб Ø25×2 мм,
число ходів по трубах 2.

Розрахунок і вибір збірника для етилового спирту [9]. Після охолодження виникає потреба в збереженні готової продукції тому потрібно обрати параметри для збірника етилового спирту. Опираючись на те що його максимальна наповненість має бути 85% протягом 6-ти годинного робочого дня

Розрахунковий об'єм ємності знаходимо по формулі:

$$V_{cp} = \frac{G \times \tau}{\Psi \times \rho}, \quad (2.20)$$

де $G=4500$ кг/год. – загальна витрата конденсату;

$\tau=6$ год. – резерв робочого часу;

$\rho=780$ кг/м³ – густина етилового спирту при температурі 25°C.

$$V_{cp} = \frac{4500 \times 6}{0,85 \times 780} = 40,7 \text{ м}^3.$$

Задаємося стандартизованим діаметром ємності $D=2,8$ м, тоді її висота буде становити:

$$H = \frac{V_{cp}}{0,785 \times D^2}; \quad (2.21)$$

$$H = \frac{40,7}{0,785 \times 2,8^2} = 6,6 \text{ м.}$$

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір конструкційних матеріалів [7,10,11]

Так як обираючи матеріал для теплообмінного апарату в тому числі для кожухотрубного конденсатора є чи не найважливішою частиною розробки апарату, адже його параметри стійкості до корозії та теплопровідність та інші його властивості диктують майбутню конструкцію апарату. І хоча можна обрати з переліку багатьох речовин, таких як різноманітні сталі, мідь, титан, тантал і звісно це стосується і неметалічних матеріалів як графіт чи тефлон обирати конструктивний матеріал потрібно для власних потреб враховуючи особливості на підставі[7,10,11].

Також слід враховувати:

- механічні властивості матеріалу
- межа міцності, відносне подовження, твердість і т. п. ;
- технологічність у виготовленні (зокрема, зварюваність);
- хімічну стійкість проти роз’їдання;
- теплопровідність.

Як головний матеріал для виготовлення головних частин конденсатора таких як фланці, розподільчі камери, кожуха обираємо Сталь 09Г2С ГОСТ 19282 (табл.3.1), що успішно може працювати при температурах від -40 до +425 °С під тиском.

Замінниками сталі 09Г2С є : Сталь 09Г2, Сталь 09Г2ДТ, Сталь 09Г2Т, Сталь 10Г2С.

Поставляється в вигляді: листового прокату (лист товстий г/катаний ГОСТ 19903, лист тонкий х/катаний ГОСТ 19904, смуга ГОСТ 103), фасонний прокат (квадрат г/катаний ГОСТ 2591, коло г/катаний ГОСТ 2590), профільний прокат (швелер г/катаний ГОСТ 8240, балка двотаврова г/катана ГОСТ 8239).

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.1. Основні фізико-механічні властивості Сталі 09Г2С:

модуль пружності E, МПа	200000
модуль зсуву G, МПа	77000
густина ρ , кг/м ³	7850
межа міцності σ_B , МПа, не менше	360
межа текучості σ_T , МПа, не менее	180
відносне звуження ψ , %	56
відносне подовження δ , %	25
твердість по Брінеллю, НВ	115

Не має складностей в зварюванні

Для виготовлення теплообмінних труб, штуцерів, кріпильних деталей (панелей, підстав, плати, кронштейнів, кутників, ребра жорсткості обираємо Сталь 20 ГОСТ 1050. (див. табл.3.2).

Замінниками Сталі 20 є: Сталь 15, Сталь 25

Поставляється в вигляді: листовий прокат (лист товстий г/катаний ГОСТ 19903, лист тонкий х/катаний ГОСТ 19904, лист тонкий х/катаний оцинкований ГОСТ 19904, смуга ГОСТ 103), труби (труба водогазопровідна ГОСТ 3262, труба безшовна холодно і тепло-деформована ГОСТ 8734, труба безшовна деформована ГОСТ 8732, труба безшовна квадратна ГОСТ 8639, труба безшовна прямокутна ГОСТ 8645, труба електрозварні квадратна ТУ 14-105-566, труба електрозварна прямокутна ТУ 14-105-566), стрічки (стрічка х/катана з вуглецевої конструкційної сталі ГОСТ 2284, стрічка х/катана з низьковуглецевої сталі ГОСТ 503, стрічка х/катана пакувальна ГОСТ 3560), дріт (дріт низьковуглецева якісна ГОСТ 792, дріт х/витягнутий термічно необроблена ГОСТ 17305, дріт х/витягнутий для холодного

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

висадження ГОСТ 5663), профільний прокат (швелер г/катаний ГОСТ 8240, куточок г/катаний рівно-поличний ГОСТ 8509, куточок г/катаний нерівно-поличний ГОСТ 8510, балка двотаврова г/катана ГОСТ 8239), фасонний прокат (шестигранник калібрований ГОСТ 8560, квадрат г/катаний ГОСТ 2591, коло г/катаний ГОСТ 2590, коло калібрований, х/катаний ГОСТ 7417).

Таблиця. 3.2 Основні фізико-механічні властивості Сталі 20:

модуль пружності E, МПа	200000
модуль зсуву G, МПа	74000
густина ρ , кг/м	7850
межа міцності σ_B , МПа, не менше	420
межа текучості σ_T , МПа, не менше	250
відносне звуження ψ , %	40
відносне подовження δ , %	16
твердість по Брюнеллю, НВ	156
твердість по Роквеллу(поверхнева),HRC	60

Має гарну зварюваність за умови що деталь хіміко-технічно не оброблена.

Для виготовлення неметалевих прокладок для ущільнення рознімних фланцевих з'єднань апарату використовуємо Поронит ПОН (ПОН-1) ГОСТ 481.

Основні фізико-механічні властивості:

- густина ρ , кг/см ³	1,6-2,0
- умовна міцність при розриві в поперечному напрямку, кгс/см ² , не менше	60

3.2 Розрахунки апарата на міцність, та герметичність [13,10]

Визначення товщини стінки апарата, кришки

Згідно розрахункової схеми наведеної на рисунку 3.1 проводимо розрахунок товщини стінки корпусу апарату.

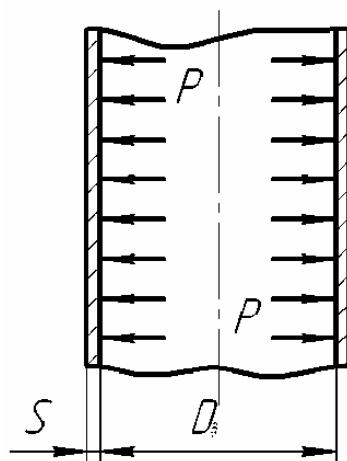


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема циліндричної обичайки
Прийmemo коефіцієнт міцності зварних швів $\phi = 0,9$ (ручна дугова електрозварювання), напруга для сталі 09Г2С при $t = 85^\circ \text{C}$ [12]:

$$\sigma^* = 172,5 \text{ МПа}$$

Тиск етанолу в між трубному просторі:

$$p_p = 1,8 \quad a_t = 0,18 \text{ МПа.}$$

Для листового матеріалу допустима напруга

- на краю пов'язаних елементів знаходимо за формулою:

$$[\sigma] = \sigma^* \times \eta = \times 1 \ 2 = \text{МПа} \quad (3.1)$$

де $\eta = 1$ – поправочний коефіцієнт для листового прокату

- при гідравлічних випробуваннях знаходимо за формулою:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$[\sigma]_u = \frac{\sigma_{T20}}{1,1} \cdot \frac{280}{1,1} = 4,5 \text{ МПа} \quad (3.2)$$

Напруга, що допускається для матеріалу 09Г2С при температурі $t=20^\circ\text{C}$

$$[\sigma]_{20} = \text{МПа}$$

Знаходимо пробний тиск при гідравлічних випробуваннях і що дозволяється при нарузі та обираємо більший з них:

$$P_H = \max \left\{ \frac{1,25 \cdot p_p \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]}}{172,5}, p_p + 0,3 \right\}, \text{ МПа} \quad (3.3)$$

$$P_H = \max \left\{ \frac{1,25 \cdot 0,18 \cdot 170}{172,5} = 0,16, 0,18 + 0,3 = 0,48 \right\} = 0,48 \text{ МПа.}$$

Так як апарат з часом (за гарантійний термін служби 10 років) буде зношуватись потрібно зробити надбавку до розрахункової товщини в розмірі:

$$c = 2,0 \text{ мм}$$

Знаходимо розрахункову товщину стінки кожуха при гідравлічних випробуваннях і за допустимої напруги за формулою:

$$S_p = \max \left\{ \frac{p_p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_p}, \frac{p_H \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_H - p_H} \right\} \quad (3.4)$$

$$S_p = \max \left\{ \frac{0,18 \cdot 800}{2 \cdot 0,9 \cdot 172,5 - 0,18} = 0,46, \frac{0,48 \cdot 800}{2 \cdot 0,9 \cdot 254,5 - 0,48} = 0,84 \right\} = 0,84 \text{ мм.}$$

Знаходимо виконавчу товщина стінки кожуха за формулою:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$s \geq s_p + c \quad (3.5)$$

$$S = 0,84 + 2 = 2,84 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартне значення товщини стінки кожуха $S = 4,0$ мм.

Розрахунок товщини стінки еліптичного днища ведемо згідно схеми яка наведена на рис. 3.2.

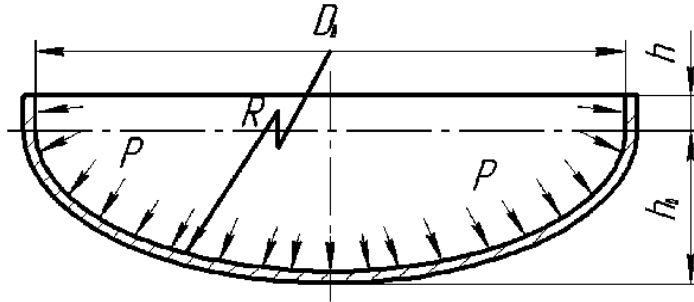


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема еліптичного днища

Знаходимо розрахункову товщина стінки еліптичного днища за формулою:

$$S_p^{\partial} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0,5 \cdot P_p} \\ \frac{P_{II} \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{II} - 0,5 \cdot P_{II}} \end{array} \right\} \quad (3,6)$$

$$S_p^{\partial} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,18 \cdot 800}{2 \cdot 0,9 \cdot 172,5 - 0,5 \cdot 0,18} = 0,46 \\ \frac{0,48 \cdot 800}{2 \cdot 0,9 \cdot 254,5 - 0,5 \cdot 0,48} = 0,84 \text{ мм} \end{array} \right\} = 0,84 \text{ мм}$$

Приймаємо $S_p = 4,0$ мм.

Розрахунок фланцевого з'єднання

Згідно заданому діаметру і тиску приймаємо фланець виступ-впадина приварний в стик (рис. 3.3).

Початкові дані

Тип фланців: приварні встик

Виконання: Виступ-западина

Теплоізоляція: Немає

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр болтової окружності, D_b : 905 мм

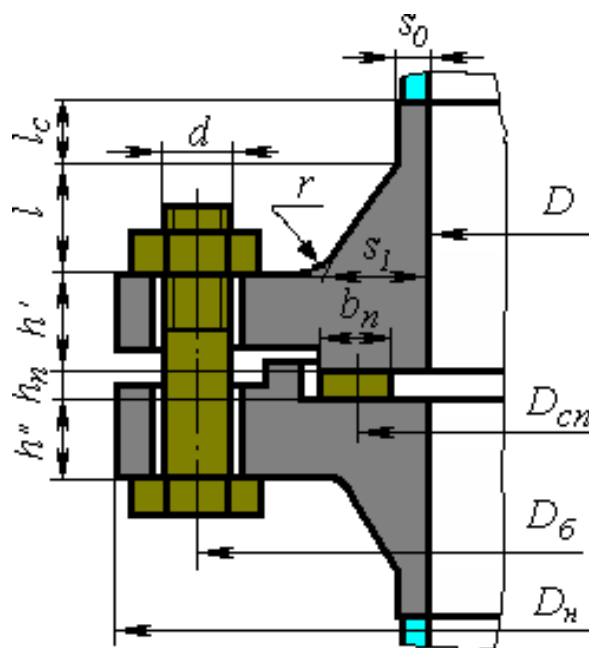


Рисунок 3.3- Ескіз фланцевого з'єднання

Болти:

Матеріал: Ст 40

Зовнішній діаметр, d : 20 мм

Кількість, n : 28

Контроль затяжки: Немає

Прокладка:

Матеріал прокладки: Гума по ГОСТ 7338 з твердістю по Шору А до 65
одиниць

Товщина, h_p : 5 мм

Середній діаметр, $D_{сп}$: 833,1 мм

Ширина, b_p : 33 мм

Розрахунок на міцність та герметичність фланцевого з'єднання проведений за допомогою програми PASSAT, результати якого представлені в додатку А.

Розрахунок опори апарата

Знаходимо масу обичайки кожуха за формулою:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$m_k = \left[\frac{\pi \cdot (D + 2 \cdot S_{ц})^2}{4} - \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right] \cdot H \cdot \rho \quad (3.7)$$

де ρ – густина сталі, $\rho = 7890$ кг/м³.

$$m_k = \left[\frac{3,14 \cdot (0,8 + 2 \cdot 0,004)^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} \right] \cdot 3 \cdot 7890 = 239 \text{ (кг)}.$$

Маса еліптичного днища і кришки відповідно знаходиться за формулою (згідно [10]):

$$m_{\text{дн}} = 1,24 \cdot D^2 \cdot S_{\text{дн}} \cdot \rho, \quad (3.8)$$

$$m_{\text{дн}} = m_{\text{кр}} = 1,24 \cdot 0,8^2 \cdot 0,004 \cdot 7890 = 25 \text{ (кг)},$$

Знаходимо масу труб за формулою:

$$m_{\text{тр}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_{\text{вн}}^2) \cdot H \cdot n \cdot \rho, \quad (3.9)$$

$$m_{\text{тр}} = \frac{3,14}{4} \cdot (0,025^2 - 0,02^2) \cdot 3 \cdot 404 \cdot 7890 = 1689 \text{ (кг)}.$$

Знаходимо маса фланця з решіткою за формулою:

$$m_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ф}}^2}{4} \cdot h_{\text{ф}} \cdot \rho, \quad (3.10)$$

де $D_{\text{ф}}$ – зовнішній діаметр фланця, м;

$h_{\text{ф}}$ – висота фланця, м.

$$m_{\text{ф}} = \frac{3,14 \cdot 0,945^2}{4} \cdot 0,09 \cdot 7890 = 498 \text{ (кг)}.$$

Знаходимо об'єм міжтрубного простору за формулою:

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$V_{mnp} = f_{mnp} \cdot H, \quad (3,11)$$

$$V_{mnp} = 0,3 \cdot 3 = 0,9 (\text{м}^3).$$

При коефіцієнті заповнення $\varphi=0,5$ маса етилового спирту в апараті становить:

$$m_x = V_{mnp} \cdot \rho_x \cdot \varphi, \quad (3,12)$$

$$m_x = 0,9 \cdot 738 \cdot 0,5 = 332 (\text{кг}).$$

Розраховується сила тяжіння апарату в робочому стані з формули:

$$G = g \cdot (m_k + m_{\text{Эдн}} + m_{\text{Экр}} + m_{mp} + m_{\phi} + m_x), \quad (3,13)$$

$$G = 9,81 \cdot (239 + 25 + 25 + 1689 + 498 + 332) = 27546 (\text{Н}).$$

Приймається кількість опор апарата $n = 2$ шт.

Навантаження на одну опору в апараті складе:

$$Q = \frac{G}{n}, \quad (3,14)$$

$$Q = \frac{27546}{2} = 13773 (\text{Н}).$$

Остаточно обираємо по ГОСТ 26-2091-93 стандартну сідлову опору 160-432-2(схема опори див. рис. 3.4), що має наступні параметри:

допустиме навантаження 160 кН

радіус $R=432$ мм

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

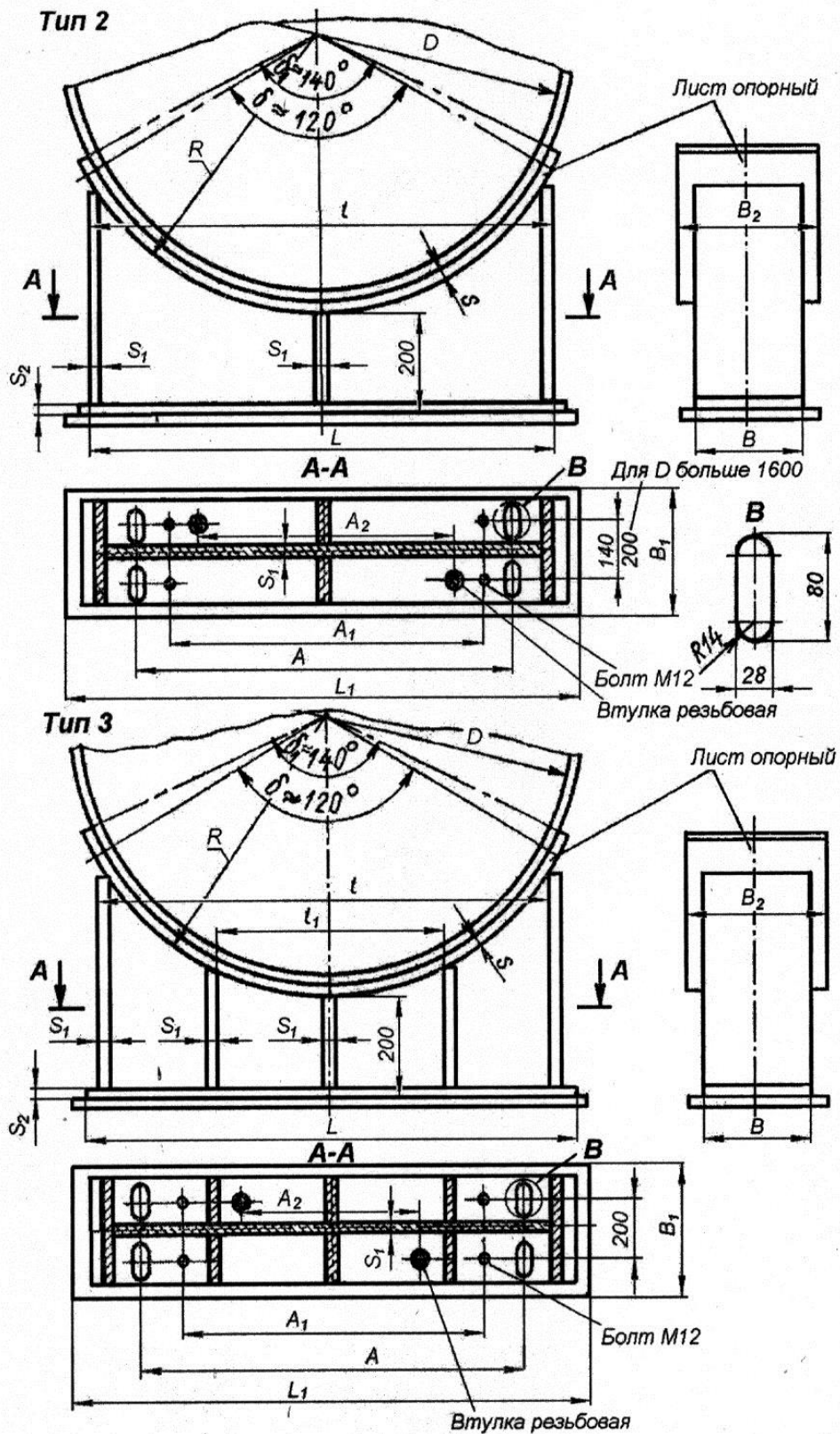


Рисунок 3.4 – Конструктивна схема сідлової опори 160-432-2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

XI.T.00.00.00 ПЗ

Арк.

35

4 БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНА ЧАСТИНА

4.1 Проведення монтажних робіт [14-15]

Підготовчі роботи

Монтажні роботи проводяться за допомогою різноманітного оснащення причому більша його частина потрібна для проведення дій які спрямовані на підняття і транспортування кожухотрубного конденсатору.

Під час транспортування кожухотрубного конденсатору використовуються різноманітні канати, троси та кабеля.

Тросами називають канати подвійного плетення. В той час як кабелями називають канати потрійного плетення. Трос складається з пасів, що переплітається з окремих дротів.

Сталеві канати при такелажі кожухотрубного конденсатору працюють під навантаженням, наприклад зазвичай вони працюють на розтягування, але якщо разом з канатом застосувати ролики, що до речі дає вигоду в силі що потрібна для підняття апарату, або коли канат огинає апарат то в цьому місці канат працює на вигин.

Залежно від схеми за якою проводиться такелаж кожухотрубного конденсатору різняться зусилля що діють на канат. К.к.д залежно від схеми доволі різняться і враховує в себе к.к.д нерухомих і відповідальних блоків. Також якщо використовується ролик насаджений на підшипник ковзання то к.к.д =0,96, а якщо ролик насаджений на підшипник кочення то к.к.д =0,98. Також потрібно враховувати що збільшення блоків хоч і дає вигоду в силі але підвищує навантаження на канат.

Також при такелажі використовуються тонкі сталеві стрічки, що є заміниками канатів. Стрічки більш прості та дешеві в виготовленні, їх змащення менш трудомісткий процес, і їх використання значно зменшує габарити блоків, а також їх перевагою є можливість покриття їх фторопластом.

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

має можливість рухатися за рахунок температурного подовження апарату. Якщо ж корпус апарату розташований вертикально то до нього прикріплюються ребра жорсткості. Закріплення теплообмінників на постаментах відбувається до балок перекриттів будівлі.

Для монтажу теплообмінників можуть бути використані стрілові самоходні крани, зазвичай це один кран але, якщо вантажопідйомність недостатня то можна замтосувати два крани, праця яких має бути синхронизованою.[14]

За умови якщо теплообмінники спарені в декілька ярусів їх раціонально буде підіймати за допомогою великих блоків з кількох апаратів що були взаємно обв'язані і знаходяться в жорсткому контейнеру створеному з ґраток через який і проводиться строповка. [15]

Як раніше було сказано, при монтажі теплообмінника може бути задіяно два крани, тому при монтажі одним і двома кранами використовуються різні строповки. (рис. 4.2).

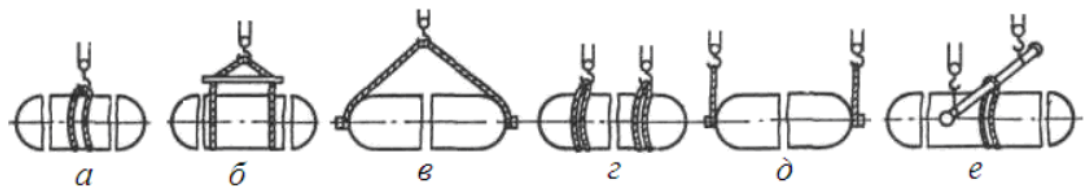


Рисунок . 4.2. Способи стропування горизонтальних апаратів:

а - одним краном з обв'язкою канатом за середню частину апарату «на удав»; б - універсальної траверсою; в - за два монтажних штуцера; г - двома кранами «на удав »; д - спареними кранами за два або чотири штуцера; е - балансна траверса з кріпленням до апарату за середню частину[14].

Досить важливо провести вивірення апарату по його орієнтації в просторі підчас його монтажу для забезпечення його працездатності та підвищення жорсткості закріплення. Існують різні методи опору апарату на фундамент, їх зображено на рисунку 4.2

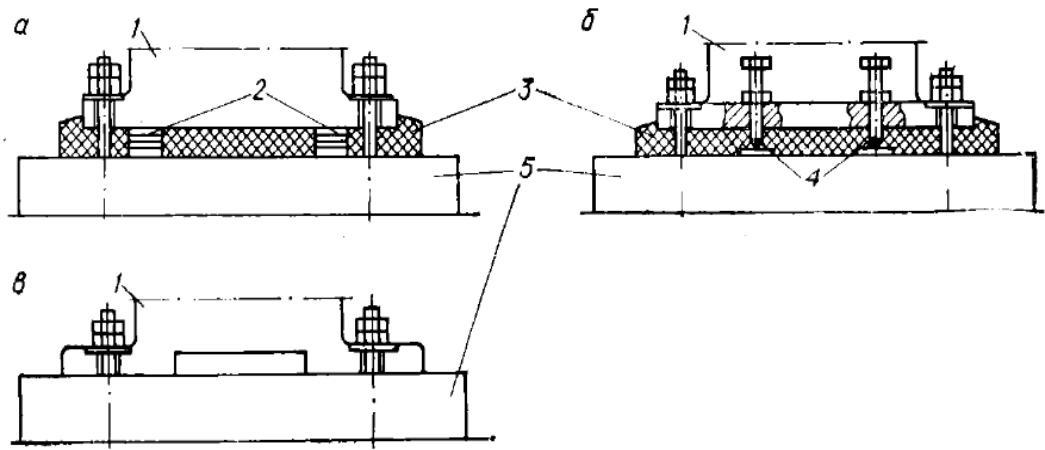


Рисунок . 4.3. - Способи обпирання обладнання на фундамент:

а - з обпиранням на пакети підкладок; б - з обпиранням на бетонну підливку; в - з обпиранням безпосередньо на фундамент; 1 - обладнання; 2 - пакет підкладок; 3 - бетонна підлива; 4 - установочний болт; 5 - фундамент.
[14]

4.2 Проведення ремонтних робіт [14,15]

Як зазначалося до того теплообмінне обладнання та теплообмінні апарати в цілому набули широкого розповсюдження на багатьох підприємствах багатьох галузей, і для більшості виробництв воно складає 40% від всього апаратного оснащення підприємства, але як і будь-який апарат теплообмінник має свої строки служби що зумовлено їх працею та зношенням та забрудненням в процесі їх експлуатації. [14]

Поступово з експлуатацією теплообмінника поверхня апарату покривається відкладеннями такими як накип, мастило, солі та смоли, а також відбувається окислення стінок апарату, все це призводить до зменшення строку експлуатації та погіршення теплообміну за рахунок збільшення термічного опору. [14]

Знос теплообмінного апарату виражається в наступному:

- 1) зменшення товщини стінки корпусу, днища, трубних решіток;
- 2) вм'ятини на корпусі і днищах;
- 3) свищі, тріщини, прогари на корпусі, трубках і фланцях;

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- 4) збільшення діаметра отворів для труб в трубній решітці;
- 5) прогин трубних решіток і деформація трубок;
- 6) заклинювання плаваючих головок і пошкодження їх струбцин;
- 7) пошкодження лінзових компенсаторів;
- 8) пошкодження сальникових пристроїв і пружинних опор;
- 9) порушення гідро- і теплоізоляції.

Для ремонту теплообмінника потрібно провести підготовчі заходи, і до них належать: [14]

- 1) нормалізація тиску в апараті та очистка його від продукту;
- 2) відключення арматури та заглушування трубопроводів;
- 3) продувка водяною парою чи навіть азотом з насупною очисткою водою з продувкою;
- 4) проводиться аналіз на залишки небезпечних речовин;
- 5) складається план ремонтних робіт та надається дозвіл на ремонтні роботи з застосуванням вогню, в разі їх потреби;
- 6) складається акт здачі в ремонт. [15]

Далі починаються виконуватися роботи по плану:

- 1)Проводиться демонтаж кришок теплообмінника та його люків, а також демонтаж обв'язки і арматури;
- 2)Проводиться знаходження дефектів завальцювання і зварювання, а за рахунок гідравлічних випробувань досліджується цільність трубок;
- 3)Проводиться заміна та виправлення (за незначних дефектів) трубок теплообмінника.;
- 4)Проводиться ремонт футеровки і антикорозійних деталей з їх частковою заміною;
- 5)Проводиться процес ремонту чи навіть заміни в разі необхідності арматури, трубопроводів, регулювання запобіжних клапанів;
- 6)Також звісно проводиться зміна ущільнювачів розбірних з'єднань;
- 7)Далі проводиться один з найважливіших для апарату процесів, це чистка внутрішніх поверхонь апарату;

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

- 8) Проводиться заміна частини корпусу, днищ (кришок) і деталей за умови їх зношення;
- 9) Відбувається виробництво нових трубок;
- 10) Проводиться встановлення трубок в трубну решітку та їх завальцьовування;
- 11) Проводиться ремонт плаваючих головок в разі якщо вони входять до складу апарату (при умові трубного пучка з плаваючою головкою);
- 12) Повернення різьбових з'єднань на апараті;
- 13) Проводиться тестування трубної частини за рахунок гідравлічного випробування;
- 14) Проводиться пневматичне випробування апарату.

Якщо перелічувати найбільш трудомісткі процеси під час ремонту конденсатору, то до них можна віднести: монтажу і демонтажу різьбових з'єднань та трубних пучків, виготовлення останніх на заміну старим відпрацьованим, також проведення очистки поверхонь теплообмінної апаратури від відкладень і проведення випробувань в апараті. [14]

Частину складності при роботі з різьбовими з'єднаннями можна знизити за рахунок використання новітніх технологічних рішень, таких як пневмо- і гідравлічних гайковертів. Для того щоб полегшити трудомісткість демонтажу кришки до апарату приробляють поворотні кронштейни, що дозволяють відводити в сторону кришку та розподільчу головку, що значно зменшує трудомісткість процесу. [14]

Демонтаж трубного пучка можливий лише в теплообмінниках, що мають конструктивне рішення з плавучою головкою, що означає що в проєктованому мною апараті труби не демонтуються. [14]

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		41

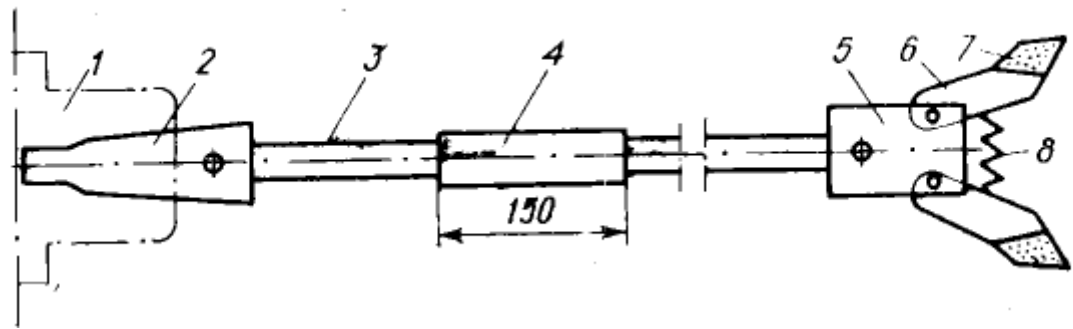


Рисунок 4.4. Пристосування для чищення труб

На рисунку 4.4 можна побачити сучасне пристосування для очистки труб від відкладень, що складається з 1- пневмодрелі; 2 - конуса Морзе; 3 - трубки; 4- трубки-тримача; 5- тримача різців; 6 - різця; 7– побідитовий наконечник; 8 - пружина. Підчас обертання пристрою відбувається відшаровування накипу та інших відкладень в трубках а також вода що подається з вимиває відшарований бруд. [14]

Так як заміна є досить дорогою і збитковою для апарату, то заміна відбувається лише в тих випадках коли досягається максимальний рівень зношення і значний прогин його деталей. В разі виникнення тріщин чи свищ проводиться дефектоскопія та заварювання цих дефектів[14]

Виявити протяжність і положення кінців тріщин на елементах теплообмінника можна за допомогою кольорової дефектоскопії. Після виявлення положення кінців тріщин проводять свердління свердлами діаметром від трьох до чотирьох міліметрів. За умови, що тріщина не проходить наскрізь і має глибину не більше сорока відсотків від товщини стінки розділяються від заварювання односторонньою вирубкою на максимальну глибину тріщини зі зняттям крайок під кутом 50-60 ° Якщо тріщина понад 100 мм для зварювання використовується обернено-ступінчатий метод. Якщо тріщина проходить наскрізь або більше сорока відсотків від товщини стінки, то проводиться обробка зубилом та проварювання на всю товщину. [14]

За умови часткової заміни корпусу теплообмінника потрібно виконати наступні вимоги:

1) механічні, хімічні і фізичні властивості матеріалу що буде використовуватися мають бути однаковими з колишніми.;

2) заміна не повинна йти проти розрахункової товщини стінки, тому товщина листа заміненої частини не може бути меншою ніж та якою вона була зпроектована;

3) використовувані електроди мають підходити під даний матеріал;

4) замикання обичайки повинні бути шириною не менше 400 мм;

5) нижня частина апарату не повинна бути покрита поздовжнім швом;

6) обов'язкова зачистка до чистого металу кромки поверхні обичайки і основного металу на ширині 10 мм перед зварювання;

7) 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 менш ніж на 100 мм;

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

9) стиків необхідно передбачити плавний перехід від одного елемента до іншого при зварюванні стиків. [14]

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА АПАРАТУРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ [16,17,21]

Так як конденсатори , як теплообмінні апарати є одними з найпоширеніших типових апаратів, що застосовуються для конденсації речовини, що призводить до зміни температури речовин та їх агрегатного стану виникає потреба в устаткуванні їх датчиками, правильним їх розміщенням та налаштування законів їх регулювання. [16].

Наявність контрольно-вимірювальних приладів стала важливою частиною сучасних прогресивних напрямків, як хімічне машинобудування, і оперативний контроль, аналіз і оцінка стали невідомою частиною сучасних виробництв.

Звісно ручне управління устаріло і вже не може стояти на ряду з можливістю регулювання процесів в апаратах за допомогою новітніх приладів-регуляторів, що стало сучасною, прогресивно, ефективною і економічно доцільною формою управління установкою.

Ручне управління не перспективне і досить не надійне, воно потребує величезних людських ресурсів, а якщо наприклад працівнику, що відповідає за процес стане погано то в кращій ситуації процес зупиниться, але в більшості ситуацій він стане неконтрольованим, що в кращому випадку знизить якість продукції, а то й взагалі забракує її чи навіть призведе до вшкодження апарату. А також треба не забувати що лише в одному апараті потрібно контролювати в більшості ситуацій декілька параметрів, що доволі незручно при ручному керуванні. .

Для того щоб апарат міг працювати з високою ефективністю, з достойною продуктивністю та мати гарну якість вихідного продукту до вибору систем керування та приладів автоматизації потрібно з розумом віднестися. Краще всього обирати прилади що випускаються серійно, щоб не виникало складності в заміні в разі виходу зі строю та приладів, що пройшли

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

перевірку часом, адже експерименти на виробництві можуть бути критичними.

Встановлення датчика температури щонайближче до конденсатору, дозволяє уникнути транспортних запізнь при вимірах. На процес теплообміну можуть впливати певні фактори зо відносяться на наступні групи[17]:

Збурювання, що допускають стабілізацію - це незалежні технологічні параметри, які можуть випробовувати істотні коливання, однак за умовами роботи можуть бути стабілізовані за допомогою автоматичної системи регулювання. До таких параметрів звичайно відносяться деякі показники вхідних потоків. Так, витрату живлення можна стабілізувати, якщо перед апаратом є буферна ємність, що згладжує коливання витрати на виході з попереднього апарата; стабілізація температури живлення можлива, якщо перед апаратом установлений теплообмінник, і т.п. При проектуванні системи керування доцільно передбачити автоматичну стабілізацію таких збурювань. Це дозволить підвищити якість керування процесом у цілому. У найпростіших випадках на основі таких систем автоматичної стабілізації збурювань будують розімкнуту (щодо основного показника процесу) систему автоматизації, що забезпечує стійке ведення процесу в рамках технологічного регламенту. [21]

Контрольовані збурювання - це ті збурювання, які можна виміряти, але неможливо або неприпустимо стабілізувати (витрата живлення, що подається безпосередньо з попереднього апарата; температура навколишнього з 6 середовища й т.п.). Наявність істотних збурювань, які не стабілізуються, вимагає застосування або замкнута по основному показнику процесу систем регулювання, або комбінованих АСУ, у яких якість регулювання підвищується введенням динамічної компенсації збурювання. [21]

Неконтрольовані збурювання - збурювання, які неможливо або недоцільно вимірювати безпосередньо. Перші - це, наприклад, падіння активності каталізатора в хімічних перетвореннях, зміна коефіцієнтів тепло- і

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

массопередачі й т.п. Прикладом тому може служити тиск пари, що гріє, у заводській мережі, що коливається випадковим образом й є джерелом збурювання в теплових процесах. Виявлення можливих неконтрольованих збурювань - важливий етап у дослідженні процесу й розробці системи керування. Наявність таких збурювань вимагає, як й у попередньому випадку, обов'язкового застосування замкнутих по основному показнику процесу систем автоматизації. [21]

Можливі регулюючі впливи. Це матеріальні або теплові потоки, які можна змінювати автоматично для підтримки регульованих параметрів. [21]

Вихідні змінні. З їхнього числа вибирають регульовані координати. При побудові замкнутих систем регулювання як регульовані координати вибирають технологічні параметри, зміна яких свідчить про порушення матеріального або теплового балансу в апараті. [21]

Спрощена функціональна схема автоматизації теплообмінного апарату приведена на рис .5.1 [17].

Для контролю температури обираємо датчик температури, що дозволить заміряти її та електропневматичний перетворювач температури.

Датчик концентрації дає нам змогу контролювати концентрацію речовини в апараті, до нього в комплекті йде електронний міст.

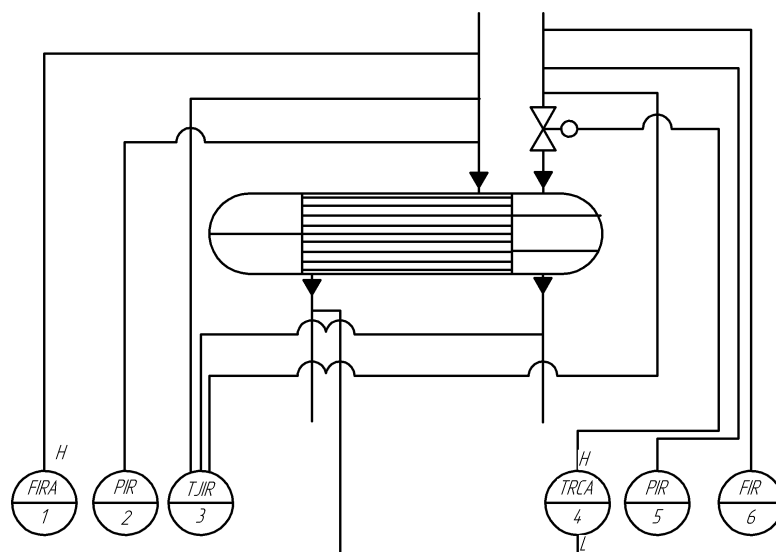


Рисунок 5.1 – Спрощена схема автоматизації теплообмінника

Для того щоб крнтролювати тиск мною було обрано перетворювач тиску, що хоч і має межі вимірювання до двох з половиною мегапаскаль, але це задовольняє наші потреби адже тиск в апараті менше допустимо можливого.

Вибір витратомірів та електропневматичних перетворювачів витрат дозволяє мати управління над витратами сировини в апараті.

Так як процес контролювати себе сам не може і не буде для контролю за ним обрано надійний контролер серії WinCon-8000, що показав себе як надійний, продуктивний та ефективний контролер розроблений компанією ICP DAS, що увібраб в себе найкращі нароботки своїх попередників. Але хоч він і порівнюється зі старими системами контролю, він має нові можливості в звязку використанням нових можливостей що пов'язані з його доволі таки високопродуктивними, як для контролера апаратним забезпеченням. [16]

Виконання контролеру попри своїй простоті, доволі продумане та не має нічого лишнього. Хоч і сам він виглядає як сірий пластмасовий блок з пластику, що доречі має стійкість до вогню, але його начинка, що складається з центрального процесору, джерела живлення, панелі управління, комунікаційних портів і об'єднавчої плати для установки модулів вводу-виводу. Особливістю контролеру є його легкий монтаж що не викликає потреби в додаткових конструктивних матеріалах. І в будь якому стані контролер має зручний доступ до панелі управління, слотів для установки або заміни модулів вводу-виводу і комунікаційним роз'ємів. Завдяки своїй прогресивності контролер має можливість підтримки будь яких модулів, навіть якщо це віддалені модулі. І попри своїй простоті всі модулі мають зручний спосіб підключення . Також контролер має носить зручні інтерфейси з можливістю підключення до інтернету чи до інших пристроїв[17].

Тому я вважаю обраний модуль для контролю процесів доволі ефективним і корисним. Використання його може допомогти в вирішенні багатьох автоматизаційних завдань в різних галузях промисловостей. Також корисним є те що цей контроллер легко піддається контролю, та

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

програмуванню в багатьох програмних комплексах, що призначені для цього. За рахунок новітніх рішень та модулів що можна приєднати до контролеру, система може мати більш складні конфігурації ніж та що потрібна для контролю розроблюваного апарату. [17]

Всі обрані елементи для контролю за апаратом є електропневматичними, що надає високої чутливості до змін в процесі, що дозволяє швидко реагувати на зміни та стабілізувати їх в потрібну сторону. [16,17].

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ [18,19,20]

Виробничі процеси повинні здійснюватися відповідно до вимог ГОСТ 12.3.002, існуючих правил та діючих виробничих технологічних регламентів.
[18]

Проектування, організація та проведення технологічних процесів на виробництві етилового спирту мають передбачати: [18]

Так як етанол відноситься до токсичних речовин з наркотичними та канцерогенними властивостями потрібне усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що надають шкідливий вплив.; [18]

Виробництво має бути максимально автоматизоване та чудово мехпнізоване, особливо за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; [18]

Так як виробництво може стати джерелом шкідливих викидів, все обладнання має бути герметезоване від: пилу, газів, вологи, тепла; а також має бути впроваджене застосування засобів колективного та індивідуального захисту працюючих; [18]

Виробництво повинно своєчасно отримувати інформацію про виникнення небезпечних ситуацій та можливої шкоди на певних технологічних процесах, за рахунок системи оповіщення, та налаженої системи контролю та управління технологічним процесом; [18]

Має проводитися своєчасне технологічне очищення викидів, правильно організоване видалення та нейтралізації відходів без завдання шкоди навколишньому середовищу. [18]

Так як під час процесу може виникнути статична електрика, виробництво та кожна його складова має бути забезпечена відведенням зарядів через заземлення. [18]

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

Також в приміщеннях на виробництві етилового спирту має бути система контролю за наявністю шкідливих викидів в повітря приміщення. [18]

При не справності будь з якого з наступних речей заборонено виконання роботи на виробництві: контрольно-вимірювальних приладів, заземлення, технолог- гічного оснащення, інструменту, захисних огорож, блокувань та пристроїв, електрообладнання, пускової апаратури, кнопок та рукояток управління, а також при відключеній місцевій витяжній вентиляції [18].

В зв'язку з тим що процеси на виробництві етилового спирту супроводяться різними теплообмінними процесами що включають в собі досить високі, шкідливі температури для організму людини, тому категорично забороняється контакт з апаратами в працюючому режимі. [18]

На виробництві забороняється перебування сторонніх осіб, без дозволу адміністрації виробництва. Перед початком роботи ремонтних бригад, проводиться інструктаж з техніки безпеки і оформлення дозвільної документації, що затверджена начальником цеху та зміни. Пуск установок може відбуватися лише за інструкцією та регламентом. [19]

Кожен робітник в разі нещасного випадку на виробництві має вміти надавати першу допомогу[20]:

а) в разі попаданні етилового на тіло чи навіть в очі, місце пошкодження необхідно дуже швидко промити під струменем чистої води та незволікаючи часу звернутися в медпункт, щоб отримати медичну допомогу; [20]:

б) в разі термічного опіку без різниці якого ступеня тяжкості, місце опіку має бути з накладеною стирильною пов'язкою , не допускаючи наступного пошкодження обпаленої шкіри, і негайно потрібно звернутися до лікаря; [20]

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						50
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

в) в разі закритого перелому необхідно знерухомити кінцівку за допомогою накладання шини з будь яких підходящих підручних засобів, таких як планка чи дошка, та викликати швидку допомогу; [20]

г) в разі враження працівника електричним струмом йому необхідно надати допомогу відповідно до «Інструкції по надання першої допомоги при ураженні електричним струмом»; [20]

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		51

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

12.ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. — Взамен ГОСТ 14249-89; Введ. 18.05.89. — М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1989. — 80 с.,

13.Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : Учеб. пособие для студентов вузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко [и др.]. – Под общ. ред. Михалева М. Ф. – Л. : Машиностроение, 1984. – 301 с

14.Ермаков В. И. Технология ремонта химического оборудования / В. И. Ермаков, В. С. Шеин. – Ленинград : Химия, 1977.

15.Яхненко С. М., Литвиненко А. В. Конспект лекцій по курсу:“Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання хімічних виробництв”/ Яхненко С. М., Литвиненко А. В. - Видавництво СумДУ 2018.

16.Дудников Е. Г. Автоматическое управление в химической промышленности / Е. Г. Дудников, А. В. Казаков, Ю. Н. Софиева, А. Э. Софиев, А. М. Цирлин. – М. : Химия, 1987. – 368 с.

17.Лапшенков Г. И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / Г. И. Лапшенков, Л. М. Полоцкий. – М. : Химия, 1982. – 377 с.

18.Правила з охорони праці під час виробництва спирту та лікеро-горілчаних виробів / А.П.Лапин, И.Я.Бачурин - Орел:Всеросійський науково-дослідний інститут охорони праці, 1995.- 189 с.

19.Охрана труда в машиностроении : Учебн. для машиностр. вузов /Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова. – 2-е изд., перераб.и доп. – М. :Машиностроение, 1983. – 432 с.

20.Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков [и др.]. – 7-е изд. – М.: Высш. школа, 2007. – 616 с.

21.Абракітов В. Е. Конспект лекцій з курсу «Автоматизація технологічних процесів» / В. Е. Абракітов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 80 с.

					<i>XI.T.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53