

Кафедра хімічної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

_____ підпис, дата

**Кваліфікаційна робота магістра
зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма "Хімічна технологія та інженерія"**

Тема роботи: Сушильно-абсорбційне відділення у виробництві сірчаної кислоти. Розробити моногідратний абсорбер.

Виконав:
студент групи _____

Скотар А. П. _____

_____ підпис

Залікова книжка

№20510202

Кваліфікаційна робота магістра
захищена на засіданні ЕК

з оцінкою _____

" " _____ 20 р.

Підпис голови
(заступника голови) комісії

Керівник:

Скиданенко М.С.

_____ підпис, дата

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 82 сторінки, 17 рисунків, 5 додатки, 16 джерел.

Графічні матеріали: складальне креслення апарату, технологічна схема, креслення люка, жолоба, опорної перегородки, перерозподільного пристрою - всього 4 листа формату А1, 1 лист формату А1х3, 1 лист формату А3.

Тема роботи: " Сушильно-абсорбційне відділення у виробництві сірчаної кислоти. Розробити моногідратний абсорбер " .

Приведений опис технологічної схеми абсорбції, теоретичні основи і особливості процесу абсорбції сірчаної кислоти, виконані конструктивні розрахунки апарату, визначені його розміри, проведені розрахунки апарату на міцність, обґрунтований вибір матеріалу для виготовлення апарату, розраховано товщини стінки і кришки, розглянуто автоматизацію технологічного процесу.

Розрахунками на міцність і герметичність показана надійність роботи спроектованого апарату. Ключові слова: АПАРАТ, СІРЧАНА КИСЛОТА, МОНОГІДРАТНИЙ АБСОРБЕР, НАСАДКА, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, РОЗРАХУНОК.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1	АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	6
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1	Опис технологічної схеми виробництва	17
2.2	Теоретичні основи процесу	21
2.3	Опис конструкції проектного апарата	24
2.4	Технологічні розрахунки та визначення конструктивних розмірів апарата	27
2.5	Гідравлічні розрахунки	36
2.6	Вибір допоміжного обладнання	37
3	ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	43
3.1	Вибір конструкційних матеріалів	43
3.2	Розрахунки на міцність та стійкість	48
4	БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНА ЧАСТИНА	51
4.1	Обґрунтування компонування основного та допоміжного обладнання	51
4.2	Проведення монтажних та ремонтних робіт основного технологічного обладнання	54
5	АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	55
5.1	Опис контрольованих параметрів під час проведення технологічного процесу	55
5.2	Розроблення системи автоматизованого керування роботою обладнання	61
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	64
6.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів виробництва	64
6.2	Розрахунок основного потенційно- небезпечного фактора	77
	Висновки	80
	Список літератури	81

						ХІ.А.00.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата				
Разраб.		Скотар			Пояснювальна записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Скиданенко					4	XX
Реценз						СумДУ, гр.ХМ-61		
Н. Контр.								
Утверд.								

ВСТУП

Сірчана кислота є одним з основних продуктів хімічної промисловості та широко застосовується у різних галузях народного господарства. Важко назвати якесь сучасне виробництво, в якому не вживалася б сірчана кислота.

Сірчана кислота - найсильніша і найдешевша кислота. Вона широко використовується у виробництві мінеральних добрив, різних солей і кислот, всіляких органічних продуктів, барвників, димоутворювальних та вибухових речовин тощо.

Сірчана кислота знаходить широке застосування у різних галузях промисловості: нафтової, металургійної, текстильної, шкіряної. Виробництво мінеральних добрив є одним з найбільших споживачів сірчаної кислоти. У виробництві суперфосфату сірчана кислота застосовується для розкладання фосфатів природних (апатитів і фосфоритів).

Одночасно із загальним збільшенням обсягу виробництва сірчаної кислоти розширюється асортимент продукції сірчаноокислотних заводів, організується випуск особливо чистої кислоти, 100% сірчаного ангідриду, висококонцентрованих олеуму та кислоти, а також збільшується виробництво нових продуктів на основі сірчаного ангідриду. Крім олеуму, концентрованої сірчаної кислоти та акумуляторної кислоти вітчизняні сірчаноокислотні заводи випускають також більш чисту контактну кислоту покращеної якості (для виробництва штучного волокна, титанових білил та ін.), чистий олеум (для виробництва капролактаму), хімічно чисту реактивну сірчану кислоту. Збільшення потреби в концентрованій кислоті викликане тим, що останніми роками для інтенсифікації багатьох хімічних процесів прагнуть застосовувати сірчану кислоту підвищеної концентрації як активніший реагент. Крім того, зростання потреби в концентрованій сірчаній кислоті та 100%-ному сірчаному ангідриді зумовлене швидким розвитком виробництва хімічних волокон та ряду галузей органічного синтезу, що використовують сірчану кислоту як сульфуючий, водовіднімальний та конденсуючий агент.

Найважливішим завданням кислотною промисловості є безперервне вдосконалення виробництва шляхом використання новітніх досягнень науки і техніки, впровадження нових прийомів і методів роботи.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ [1]

Темою магістреської дипломної роботи є «Виробництво сірчаної кислоти. Розробка моногідратного абсорбера у виробництві сірчаної кислоти». Метою курсової роботи є закріплення, розширення і поглиблення знань, прищеплення навичок вирішення ряду практичних задач в області організації хімічного виробництва, орієнтуючись на сучасні методи і прийоми організації виробництва, прогресивні способи і принципи проектування виробничих систем.

При виконанні роботи використані: індивідуальне завдання на проектування, рекомендована література, нормативно-довідкові та інші відомчі матеріали, методичні вказівки до курсової роботи.

Об'єктом досліджень є сушильно-абсорбційне відділення в складі цеху з виробництва сірчаної кислоти.

Сірчана кислота - один з основних багатотоннажних продуктів хімічної промисловості. Її застосовують в різних галузях народного господарства, оскільки вона володіє комплексом особливих властивостей, які полегшують її технологічне використання.

Сірчана кислота не димить, не має кольору і запаху, при звичайній температурі знаходиться в рідкому стані, в концентрованому вигляді не кородує чорні метали. В той же час, сірчана кислота належить до сильних мінеральних кислот, утворює численні стійкі солі і дешева .

Серед мінеральних кислот сірчана кислота за обсягом виробництва і споживання займає перше місце. Світове виробництво її за останні 25 років зросло більш ніж в 3 рази.

Області застосування сірчаної кислоти і олеума вельми різноманітні. Значна частина її використовується у виробництві мінеральних добрив (від 30 до 60%), а також барвників (від 2 до 16%), хімічних волокон (від 5 до 15%), в металургії (від 2 до 3%). Вона застосовується для різних технологічних цілей в текстильній хачової та інших галузях промисловості.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Сірчана кислота - одна з найактивніших неорганічних кислот. Вона реагує майже з усіма металами та їх оксидами, вступає в реакції обмінного розкладання, енергійно з'єднується з водою, має окислювальні та інші важливі хімічні властивості.

Висока хімічна активність сірчаної кислоти зумовила її широке застосування різних галузях промисловості. Безводна сірчана кислота є при 20 °С безбарвною маслянистою рідиною, що кристалізується при 10,37°С. При 296,2°С та 0,98·10⁵ Па безводна сірчана кислота починає кипіти з розкладанням до утворення азеотропної суміші, що містить 98,3% H₂SO₄ і 1,7% H₂O та киплячої при 336,5 °С.

З водою і триоксидом сірки сірчана кислота змішується в будь-яких співвідношеннях. При цьому утворюється ряд сполук з різними температурами кристалізації (табл. 1) та деякими іншими характерними властивостями.

Таблиця 1. – Температура кристалізації (Т_{кр.}) сірчаної кислоти та її з'єднання з водою та триоксидом сірки

З'єднання	Вміст, %			Т _{кр.} , °С
	H ₂ SO ₄	SO ₃ (заг.)	SO ₃ (вільн.)	
H ₂ SO ₄ ·4H ₂ O	57,6	46,9	-	—28,36
H ₂ SO ₄ ·2H ₂ O	73,2	59,8	-	—39,6
H ₂ SO ₄ ·H ₂ O	84,5	69,0	-	8,48
H ₂ SO ₄	100,0	81,6	-	10,37
H ₂ SO ₄ · SO ₃	110,1	89,9	44,95	38,15
H ₂ SO ₄ · 2SO ₃	113,9	93,0	62,0	1,2

З підвищенням концентрації водних розчинів сірчаної кислоти їх температура кипіння збільшується, досягає максимуму (336,5 °С) при 98,3% H₂SO₄, а потім знижується. Температура кипіння олеума зі збільшенням вмісту вільного SO₃ знижується з 296,2 за 0% SO₃ до 44,7 °С за 100% SO₃, тобто температури кипіння сір-

рі кипіння. Так, для 94% кислоти вміст сірчаної кислоти в парах відповідає концентрації 30% H₂SO₄. Аналогічні дані наведено на рис. 2 для водних рас творів 75-95%-ної сірчаної кислоти. З рис. 1 та 2 видно, що зі зниженням концентрації сірчаної кислоти вміст H₂SO₄ у парах сильно зменшується (наприклад, над 80%-ною кислотою концентрація H₂SO₄ становить менше 1%).

Концентрація сірчаної кислоти з точністю, достатньою для технічних розрахунків визначається за її щільністю. Якщо в сірчаній кислоті є велика кількість домішок (наприклад, солей та ін), відповідність між її щільністю та концентрацією порушується. У таких випадках концентрацію сірчаної кислоти можна точно визначити шляхом титрування. Щільність 95—100% сірчаної кислоти незначно змінюється при зміні концентрації, тому вміст H₂SO₄ в такій кислоті слід визначати аналітичним шляхом.

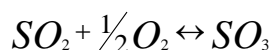
Діоксид сірки SO₂, або сірчистий ангідрид (молекулярна маса 64,066) при звичайній температурі є безбарвним газом з характерним різким запахом, що сильно подразнює слизові оболонки очей і дихальних органів. Він легко перетворюється на рідину при атмосферному тиску та охолодженні до -10,1°C. Тиск парів SO₂ над рідкою фазою становить 0,32 МПа за 20 °C та 0,83 МПа за 50 °C.

В одному об'ємі води при 20 °C розчиняється близько 40 об'ємів SO₂; при цьому виділяється 34,4 кДж/моль тепла.

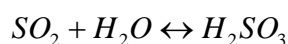
Розчинність SO₂ у воді зменшується при підвищенні температури.

Розчинність SO₂ у сірчаній кислоті менша, ніж у воді. З підвищенням концентрації сірчаної кислоти розчинність SO₂ спочатку зменшується, досягає мінімуму в 85% H₂SO₄, а потім знову збільшується.

У присутності каталізатора діоксид сірки окислюється:



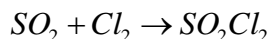
З'єднуючись з водою, він утворює сірчисту кислоту:



яка може існувати лише у розчині.

При взаємодії діоксиду сірки із хлором утворюється сульфурилхлорид:

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9



У хімічних реакціях SO_2 може бути і відновником.

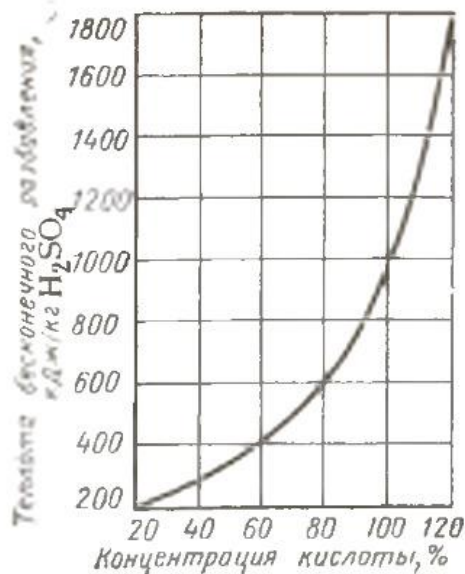


Рис. 3 - Теплота нескінченного розведення сірчаної кислоти при 20 °С

Триоксид сірки SO_3 , або сірчаний ангідрид (молекулярна маса 80,056) у звичайних умовах є безбарвним газом, який на повітрі миттєво взаємодіє з парами води з утворенням туману — зважених у повітрі крапель сірчаної кислоти. Газоподібний SO_3 зріджується при 44,75 °С з утворенням безбарвної рідини.

Твердий SO_3 може існувати в декількох формах – α , β та γ , температури плавлення яких відповідно дорівнює 16,8; 31,5 та 62,2 °С. Дослідження показали, що α -форма відповідає складу SO_3 ; інші форми є продуктами полімеризації триоксиду сірки. Очевидно, існують інші високомолекулярні сполуки SO_3 .

Форми SO_3 відрізняються одна від одної будовою кристалічної решітки, значенням тиску пари, хімічною активністю та іншими властивостями.

Тиск пар p триоксиду сірки (в Па) можна визначити за наступними рівняннями:

$$\lg p = 8,7820 - 154,9/T - 331650/T \text{ (рідка } \alpha\text{-форма)}$$

$$\lg p = 14,3595 - 2916/T \text{ (тверда } \alpha\text{-форма)}$$

$$\lg p = 14,6865 - 3040/T \text{ (тверда } \beta\text{-форма)}$$

Рідкий сірчаний ангідрид змішується з SO_2 у всіх співвідношеннях, твердий сірчаний ангідрид розчиняється в рідкому SO_2 не утворюючи з ним хімічних сполук. З азотною кислотою рідкий SO_3 поєднується в будь-яких співвідношеннях. При цьому утворюється стійке з'єднання типу $(\text{SO}_3)_2\text{HNO}_3$ (т. пл. $106,5^\circ\text{C}$) розчинене в надлишку одного з компонентів суміші. На рис. 4 показана температура затвердіння сумішей олеуму та азотної кислоти.

Триоксид сірки взаємодіє також із оксидами азоту (NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5), з миш'яковистим ангідридом, енергійно реагує з основними оксидами та основами.

Газоподібний SO_3 реагує з хлористим воднем, утворюючи хлорсульфонову кислоту $\text{SO}_4(\text{OH})\text{Cl}$; при взаємодії SO_3 з аміаком виходить амідосульфонат амонію $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{CNH}_4$, з якого готують сульфамат амонію $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{CNH}_4$ - ефективний гербіцид.

Промисловість випускає кілька сортів сірчаної кислоти, що відрізняються вмістом H_2SO_4 або SO_3 , а також вмістом домішок. Нітрозним методом отримують порівняно низькоконцентровану кислоту, що містить 75% H_2SO_4 . Контактним методом може бути отримана сірчана кислота будь-якої концентрації.

Склад і вміст домішок також залежать від методу виробництва сірчаної кислоти. Наприклад, при отриманні баштової сірчаної кислоти в неї потрапляють частки пилу, що залишаються в випалювальному газі навіть після його очищення в сухих електрофільтрах. Крім того, баштова кислота містить розчинені оксиди азоту. Сірчана кислота може бути забруднена продуктами корозії апаратури, розчинними в H_2SO_4 . Якщо кислота піддається концентруванню, в ній можуть бути домішки, що були присутні в топкових гріючих газах. Технічна сірчана кислота іноді пофарбована у темний колір внаслідок обвуглювання органічних речовин, що переходять у кислоту в процесі її виробництва, при зберіганні та перевезеннях.

При виробництві сірчаної кислоти контактним методом обжиговий газ після видалення з нього пилу зазнає ретельного спеціального очищення. Тому контактна сірчана кислота містить лише розчинні продукти корозії. Застосовуючи апаратуру, виготовлену з досить корозійностійких матеріалів, можна отримати контактну сірчану кислоту високої чистоти.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Вимоги до якості різних сортів сірчаної кислоти регламентуються стандартами та систематично переглядаються відповідно до змін техніки виробництва кислоти та потреб її споживачів.

Щоб зменшити можливість кристалізації сірчаної кислоти при перевезенні та зберіганні, встановлені стандарти на товарні сорти сірчаної кислоти, концентрації яких відповідають найнижчим температурам її кристалізації (табл. 2).

Таблиця 2 – Залежність температур кристалізації від концентрації.

	% H ₂ SO ₄	% SO ₃ (вільний)	Т. кр. °С
Баштова кислота	75	-	-29,5
Контактна кислота	92,5	-	-22,0
Олеум	104,5	20	+2
Високовідсотковий олеум	114,6	65	-0,35

Температура кристалізації технічних сортів сірчаної кислоти трохи нижче температури кристалізації чистої сірчаної кислоти; із збільшенням вмісту домішок ця різниця зростає.

Сировиною для виробництва сірчаної кислоти служать елементарна сірка або речовини, що містять сірку, з яких може бути виділена елементарна сірка або отриманий діоксид сірки. Природні поклади самородної сірки порівняно невеликі. Найчастіше сірка зустрічається в природі у вигляді сполук з залізом, цинком, свинцем, міддю та іншими металами. У деяких мінералах сірка міститься у вигляді сполук з двома металами, наприклад, мідний колчедан (халькопірит) є з'єднанням сірки із залізом та міддю. Сірка зустрічається в природі також у вигляді сульфатів, наприклад, у вигляді гіпсу (сульфат кальцію), мірабіліту (сульфат натрію), глаубериту (сульфат натрію та кальцію) та ін. Загальний вміст сірки в земній корі складає 0,1%. Сірка міститься також у нафті, кам'яному вугіллі, попутному та природному газі.

При коксуванні кам'яного вугілля сірка, що міститься в ньому; перетворюється на сірководень, що входить до складу коксового газу. Сірководень може бути

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

присутнім також у генераторних газах, газах нафтопереробки, попутних нафтових газах та природному газі ряду родовищ, і, як правило, є небажаною домішкою. Значні кількості діоксиду сірки містяться у газах металургійних печей.

При спалюванні вугілля в топках ТЕЦ, електростанцій і в котельних установах сірка у вигляді SO_2 видаляється з топковими газами. Сірководень, що виділяється з горючих газів за їх очищення, і діоксид сірки у газах, що відходять і топкових, все ширше використовуються для переробки в сірчану кислоту.

При видобутку вугілля попутно видобувається і вуглистый колчедан, що складається із залізного (сірчаного) колчедану, прошарків вугілля та породи, що відбирається при збагаченні вугілля. Вуглистый колчедан також може служити сировиною для виробництва сірчаної кислоти. Для цієї мети можливе використання та відходів деяких виробництв, що застосовують сірчану кислоту. До них відносяться, наприклад, кислі гудрони, травильні розчини, фосфогіпс та ін.

Елементну сірку одержують із самородних руд, а також із газів, що містять діоксид сірки або сірководень (газова сірка). Елементна сірка — один із найкращих видів сировини для виробництва сірчаної кислоти. При її спалюванні утворюється газ з великим вмістом SO_2 і кисню, не залишається недогарка, видалення якого пов'язані з великими затратами. У самородній сірці присутня лише незначна кількість миш'яку, що суттєво спрощує схему контактних сірчано-кислотних систем, оскільки відпадає необхідність спеціальної чищення газів від миш'яку.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

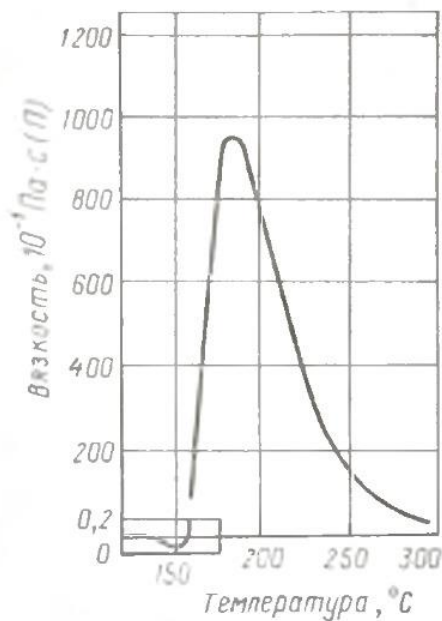


Рис. 5 - В'язкість сірки за різної температури

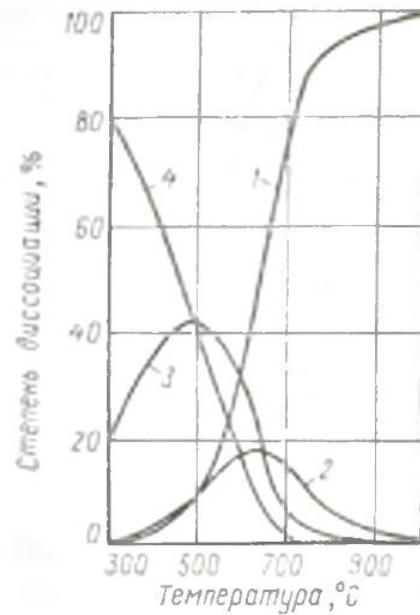


Рис. 6 - залежність ступеня дисоціації пари сірки від температури:

1- S_2 ; 2 – S_4 ; 3 – S_6 ; 4 – S_8 .

Сірка відрізняється малою теплопровідністю, дуже погано проводить електричний струм, практично нерозчинний у воді.

Плавлення сірки супроводжується збільшенням її обсягу (приблизно 15%). При 120°C розплавлена сірка є собою жовту легкокорухливу рідину, в'язкість якої змінюється з підвищенням температури, досягаючи мінімального значення при 155 ° С (рис. 5). При температурі вище 160 ° С сірка темніє і при 190 ° С перетворюється на темно-коричневу в'язку масу. При подальшому підвищенні температури в'язкість маси знову зменшується і близько 300 ° С розплав сірки стає легкокорухливим.

Властивості сірки при нагріванні змінюються внаслідок зміни будови її молекули. За звичайних умов молекула сірки складається з восьми атомів (S_8), замкнених у кільці. При 160 ° С кільця починають розмикатися з утворенням лінійних ланцюгів, що призводить до збільшення в'язкості розплаву, а при подальшому його нагріванні середня довжина ланцюгів зменшується (деструкція), внаслідок чого в'язкість розплавленої сірки знову знижується.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

У парах сірки знаходяться молекули S_8 , S_6 , S_4 та S_2 (рис. 6), з підвищенням температури число молекул S_2 зростає, при цьому колір пари змінюється. Поблизу температури кипіння пари сірки мають оранжево-жовте забарвлення, за більш високої температури стають червоними, а потім починають світлішати і при 650°C набувають свломенно-жовте забарвлення. При температурі близько 900°C пари складаються практично тільки з молекул S_2 ; помітний розпад на атоми починається приблизно за 1600°C .

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис технологічної схеми виробництва

Області застосування абсорбційних процесів у промисловості вельми обширні: одержання готового продукту шляхом поглинання газу рідиною; розділення газових сумішей на складові компоненти; очищення газів від шкідливих примісесей; уловлювання цінних компонентів газових викидів.

Останньою стадією процесу виробництва сірчаної кислотиконтактним методом є вилучення триоксиду сірки з газової суміші та перетворення його на сірчану кислоту. Залежно від того, чи піддається газ осушуванню перед контактним апаратом чи ні, механізм процесу виділення SO₃ різний. У першому випадку він абсорбується сірчаною кислотою, у другому відбувається конденсація сірчаної кислоти. [2]

В більшості заводів газ піддається осушуванню та SO₃ абсорбується сірчаною кислотою у вежах та абсорберах. Триоксид сірки розчиняється в сірчаній кислоті, а потім взаємодіє з водою, що міститься в ній.



Залежно від кількісного співвідношення води та SO₃ отримують сірчану кислоту різної концентрації. При n>1 утворюється олеум, при n = 1 - моногідрид (100%-а сірчана кислота), а при n < 1 водний розчин сірчаної кислоти, тобто розведена сірчана кислота. Після абсорбції газова суміш разом з непоглиненим сірчаним ангідридом видаляється в атмосферу. Для зменшення втрат SO₃ з газами, що відходять, його поглинання в абсорбційному відділенні має бути можливо більш повним.

Контактні установки повинні бути готові випускати всю продукцію (крім промивної кислоти) у вигляді олеуму – більше цінного продукту, ніж інші технічні сорти сірчаної кислоти. У тих випадках, коли відсутня потреба в олеумі, його передають у збірник моногідратного абсорбера, а моногідрат у збірник сушильної вежі, де його розбавляють до 93-95%-ної сірчаної кислоти.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Для отримання олеуму газ, що містить SO_3 , пропускають спочатку через абсорбер, зрошуваний олеумом (олеумний абсорбер). Тут поглинається лише частина SO_3 , остаточне поглинання відбувається у другому абсорбері, зрошуваному моногідратом (моногідратний абсорбер). У міру підвищення концентрації олеуму (внаслідок поглинання SO_3) до нього додають кислоту з моногідратного абсорбера та надлишок олеуму, що утворюється передають на склад. Таким чином забезпечується випуск усієї продукції у вигляді олеуму.

Стандартом передбачається зміст у продукційному олеумі не менше 19% SO_3 (вільний), ним та орошують олеумний абсорбер. Концентрація H_2SO_4 , що зрошує моногідратний абсорбер становить близько 98,3%. Кислота такої концентрації добре абсорбує триоксид сірки, так як тиск парів SO_3 та води над нею мізерно мало.

Кількість олеуму, що випускається, залежить від того, яка частина сірчаного ангідриду поглинається в олеумному абсорбері, та від об'єму води, що надходить із сушильною кислотою з очисного відділення в абсорбційне.

При отриманні сірчаної кислоти методом мокрого каталізу в газі, що виходить з контактного відділення, міститься більше пар води, ніж необхідно для утворення H_2SO_4 . При охолодженні такого газу сірчаний ангідрид утворює з парами води пари H_2SO_4 , які потім конденсуються у вежі. Таким чином, у процесі мокрого каталізу відбувається не абсорбція SO_3 , а конденсація парів сірчаної кислоти. Одночасно але з конденсацією парів на поверхні спостерігається конденсація парів в обсязі з утворенням туману, який потім виділяється в електрофільтрах.

Якщо продукція сірчано-кислотного цеху видається у вигляді сірчаної кислоти концентрацією нижче 95%, виділення триоксиду сірки бажано вести шляхом конденсації пар H_2SO_4 , яка протікає з більшою швидкістю, ніж абсорбція SO_3 . Крім того, конденсація відбувається при високій температурі, що полегшує відведення тепла та його використання.

Основний показник роботи абсорбційного відділення повнота абсорбції SO_3 ; при оптимальному режимі моногідратного абсорбера газу, що відходять, практично прозорі, в них містяться лише сліди сірчаної кислоти. При концентрації кисло-

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		18

ти, що зрошує моногідратний абсорбер, менше і більше 98,3% H_2SO_4 утворюється туман і газ, що відходять, стають видимими. У моногідратному абсорбері туман утворюється також за підвищеної вологості газу. Зазвичай у газі після сушильних веж залишається 0,01% водяної пари. Оскільки в газі після контактного апарату міститься велика кількість SO_3 , то при охолодженні газу пари води повністю перетворюються на пари H_2SO_4 , концентрація яких становить також 0,01%, або 0,437 г/м³.

Пари сірчаної кислоти конденсуються на поверхні насадки абсорбера. При дуже низькій температурі зрошуючої кислоти або при підвищеній вологості газу (зміст сірчаної кислоти в газі більше 0,437 г/м³) частина парів сірчаної кислоти конденсується в обсязі з утворенням туману, який не тримає в облозі в абсорберах і викидається в атмосферу.

За відсутності ангідридних холодильників та за високої температурі газу на вході в абсорбер газова фаза інколи гаситься парами сірчаної кислоти за рахунок місцевого перегріву олеуму на деяких ділянках олеумного абсорбера (внизу) та випаровування сірчаної кислоти. У таких випадках вміст сірчаної кислоти в туману в газах, що відходять, підвищується. [1]

Принципова технологічна схема сушильно-абсорбційного відділення показана на рис. 7.

В сушильно-абсорбційному відділенні застосовуються абсорбційні вежі діаметром 6,0 м. Встановлюється об'єднаний циркуляційний збірник в комплекті зі змішувальним збірником, в який надходять потоки зрошуючих кислот, що сходять, від сушильної і першої моногідратної вежі (СБ, АІ). Встановлюється окремий циркуляційний збірник, в який поступає потік орошуючої кислоти від другої абсорбційної вежі. Встановлюється окремий циркуляційний збірник 24%-ного олеуму, в який надходить східний потік олеуму від олеумного абсорбера (ОА). Олеумний абсорбер включений в "шунт" до 1-го моногідратного абсорберу і знаходиться в постійній роботі. Встановлюється окремий збірник циклу розведення 98,5% кислоти до продукційної 93,5% кислоти. В об'єднаному циркуляційному збірнику

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

(СБ, А1) встановлюється 2 погрузних кислотних насоси «Льюис», що забезпечують продуктивність по сірчаній кислоті 1051 м²/год та 1200 м²/год відповідно.

В циклі другого моногідратного абсорберу встановлюється один погрузний насос «Льюис» продуктивністю 1000 м³/год.

У всіх циклах, в тому числі і в циклі розбавлення, для охолодження кислоти, що розігрівуються при поглинанні вологи в СБ, при абсорбції SO₃ і при охолодженні газових потоків, використовується кожухотрубчасті холодильники з розрахунку: 1 насос – 2 холодильника. В установці розбавлення використовується 1 холодильник на лінії нагнітання кислотного насосу. Регулювання температури кислоти на орошення веж і продукційній кислоті здійснюється байпасуванням частини сірчаної кислоти повз холодильники. Охолоджуючим агентом в холодильниках є оборотна вода з Δt=10 °С і початковою температурою 28 °С.

Після першої стадії конверсії, що здійснюється на 3-х слоях контактного апарату, технологічний газ з вмістом ≈11,8 % SO₃ направляється на проміжну абсорбцію в олеумний абсорбер і моногідратний абсорбер А1. Потім технологічний газ з вмістом ≈0,9 % SO₂ направляється на другу стадію конверсії, що здійснюється на 4-му і 5-му слоях контактного апарату.

Технологічний газ, що містить ≈0,04% SO₂ і ≈0,9% SO₃ направляється на кінцеву абсорбцію в моногідратний абсорбер А2.

Абсорбція сірчаного ангідрида в моногідратних абсорберах А1 і А2 ведеться сірчаною кислотою 98,5 % мас.

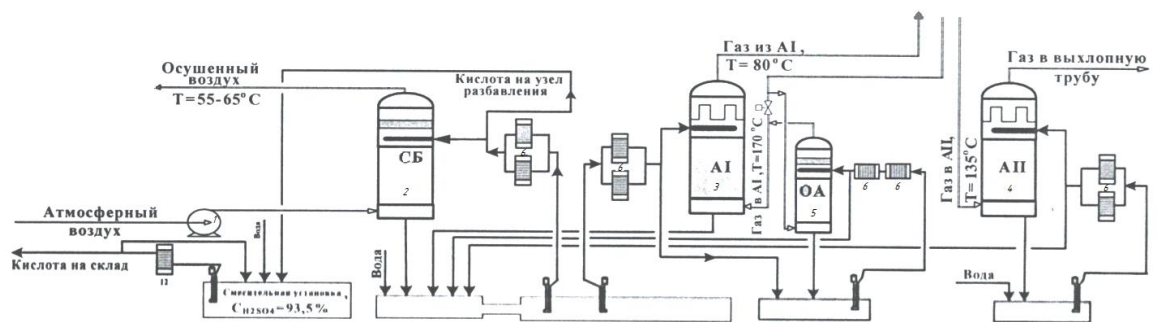


Рис. 7 – принципова технологічна схема: 1 – Нагнітач, 2 – Сушильна башта, 3, 4 – моногідратні абсорбери, 5 – олеумний абсорбер, 6 – холодильники.

2.2. Теоретичні основи процесу [1]

Газоподібний тріоксид сірки найбільш повно абсорбується 98,3%-ною сірчаною кислотою при меншій або більшій концентрації H_2SO_4 здатність її до поглинання погіршується. Така залежність пояснюється тим, що над сірчаною кислотою концентрацією нижче 98,3% H_2SO_4 рівноважний тиск SO_3 незначне ($p^*_{SO_3} \approx 0$), а рівноважний тиск пари води значний ($p^*_{H_2O} > 0$), тому з поверхні сірчаної кислоти відбувається випаровування (десорбція) молекул води.

Основна кількість молекул SO_3 дифундує до поверхності сірчаної кислоти та абсорбуються нею, але частина їх зустрічається з молекулами води, що випаровуються з поверхні сірчаної кислоти та дифундуючими в основний потік газу. Зіткнувшись, ці молекули з'єднуються з утворенням сірчаної пари кислоти, які потім конденсуються в обсязі з утворенням дрібних крапель (туману) сірчаної кислоти



Туман погано вловлюється в звичайній абсорбційній апаратурі і в основному виноситься з газами, що відходять в атмосферу. Чим нижча концентрація сірчаної кислоти та вище її температура тим більше виділяється з неї парів води, тим більше утворюється туману і більше губиться SO_3 .

Над кислотою концентрацією вище 98,3% H_2SO_4 рівноважний тиск $p^*_{SO_3} > 0$, тому він абсорбується сірчаною кислотою неповністю. У цьому випадку газу, що відходять, також виносять у атмосферу частина SO_3 . Таким чином, при концентрації зрошуючої кислоти менше і більше 98,3% абсорбція сірчаного ангідриду знижується; вона тим нижча, чим вища температура, оскільки рівноважний тиск пари H_2O і SO_3 над кислотою зростають із підвищенням температури.

При концентрації кислоти 98,3% H_2SO_4 рівноважні тиски парів води та SO_3 малі ($p^*_{H_2O} \approx 0$; $p^*_{SO_3} \approx 0$), але рівноважний тиск парів самої сірчаної кислоти значний ($p^*_{H_2SO_4} > 0$), тому відбувається випаровування (десорбція) парів сірчаної кислоти з її поверхні та ступінь абсорбції SO_3 знижується. Однак при температурі нижче $100^\circ C$ (при якій на практиці ведуть процес абсорбції SO_3) рівноважний тиск парів сірчаної кислоти дуже мало, тому у виробничих умовах 98,3%-на сірчана кислота має найвищу абсорбційну здатність по відношенню до SO_3 (рис. 8).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Коефіцієнт абсорбції при поглинанні SO_3 сірчані кислоти можна визначити за рівнянням:

$$K = K_0 \omega^{0,8} \quad (2)$$

де K_0 - коефіцієнт, що залежить від концентрації та температури;

ω - фактична швидкість газу в абсорбері (без урахування заповнення його насадкою), м/с.

Рушійна сила абсорбції виражається при протиточному русі компонентів рівнянням:

$$\Delta p = \frac{(\rho_1' - p_2'') - (\rho_2' - \rho_1'')}{2,3 \lg \frac{\rho_1' - p_2''}{p_2' - \rho_1''}} \quad (3)$$

де ρ_1' і ρ_2' - парціальний тиск SO_3 в газі до і після абсорбера, Па;

ρ_1'' і ρ_2'' - рівноважний тиск SO_2 над олеумом на вході його в абсорбер і виході з нього, Па

У виробничих умовах концентрація SO_3 у газовій і рідкої фази змінюється незначно. Величина Δp залежить головним чином від температури, оскільки вхідні в рівняння величини пов'язані певною залежністю від температури, яка сильно зростає при її підвищенні.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2.3. Опис конструкції проектного апарата

Моногідратний абсорбер зрошується 98,3%-ною сірчаною кислотою.

В абсорбері кислота поглинає SO_3 і концентрація її підвищується. У збірнику моногідрату кислота розбавляється водою або сушильною кислотою до початкової концентрації та через холодильник знову надходить на зрошення моногідратного абсорбера; густина зрошення становить близько $20\text{м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$.

На деяких установках олеумний абсорбер підключено до моногідратного абсорберу в шунт. У цьому випадку газ після ангідридного холодильника поділяється на два потоки: один з яких прямує безпосередньо в моногідратний абсорбер, а другий спочатку надходить у олеумний абсорбер, а з нього моногідратний. Така схема дозволяє включати в роботу олеумний абсорбер лише у випадках, коли необхідно випускати олеум.

Абсорбційна вежа представляє собою сталевий зварний вертикальний циліндричний апарат зі сферичним днищем та конічною кришкою.

Апарат встановлюється на фундамент через опорну конструкцію, що включає кільце зі швелера, що спирається на 6 металевих трубчастих стовпа.

Сферичний днище апарату футерується кислототривкими матеріалами на кислототримку замазку в два шари, по підшару з двох шарів азбестового картону із товщиною 5 мм.

Внутрішня циліндрична поверхня апарату з вуглецевої сталі футерується по підшару з двох шарів азбестового картону з товщиною 5мм.

Обічайка на висоту 6400 мм від днища виконується опорна футеровка товщиною в 1,5 до/в цегли, далі обічайка футерується к/у цеглою, що встановлюється на торець, ребром до стінки обічайки на всю висоту обічайки із вуглецевої сталі.

Верхня частина обічайки та конічна кришка апарату виготовляється із сталі 12Х18Н10Т.

Насадка із сідел типу "Інталокс" 75 мм насипається в навал на опорні ґрати. Висота насадочного шару визначено технологічними розрахунками.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Опорні ґрати виконуються з металу або набірних керамічних блоків. Металеві ґрати зі спецсплаву, закупаються по імпорту. Набірні з керамічних блоків опорні ґрати закупаються по імпорту. Розрахунок несучої здатності опорної решітки та перетин її елементів виробляє та надає фірма-постачальник.

Опорна конструкція під решітку насадочного шару стовпчасто-арочного виконання з к/у цегли і є ряд опор розташованих перпендикулярно до осі входу газу в апарат. Кожна опора складається з низки стовпів з'єднаних арками один з одним в єдину конструкцію з верхньою горизонтальною суцільною опорною поверхнею.

Верх усіх опор розташований на одному рівні з опорним футеруванням. Квадратні стовпи та арки виконуються перетином у 1,5 цегли.

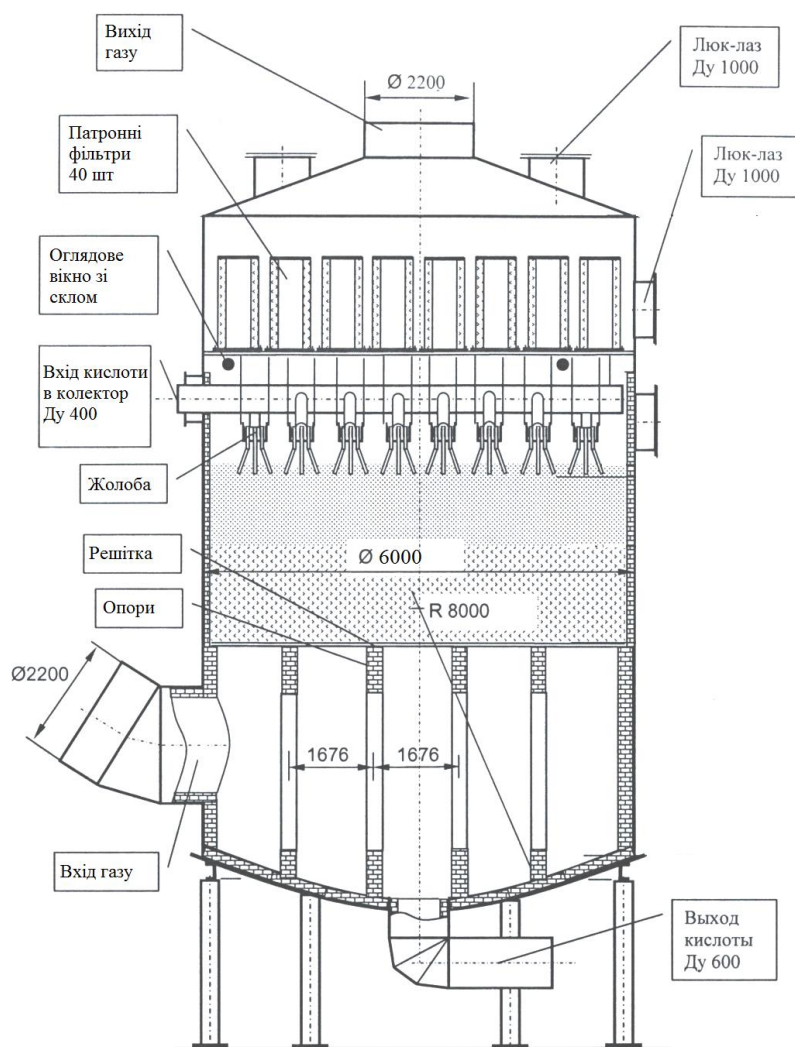


Рис. 10 – Загальний вид асборберу

У днищі апарату виконується штуцер виходу кислоти футерований к/у плиткою Ду=600 мм.

У нижній частині обичайки виконується штуцер входу технологічного газу футерований к/у плиткою Ду=2200 мм.

У кришці апарату виконано штуцер виходу технологічного газу Ду=2200мм.

Для періодичного контролю розподілу кислоти по жолобам встановити чотири оглядові

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

XI.A.00.00.00 ПЗ

Лист

25

вікна зі склом, з установкою підсвічування в два вікна. Вікна встановити нижче плити патронних фільтрів у не футерованій частини обічайки.

Для розподілу зрошувальної кислоти у верхній частині апарату над насадкою підвішуються система з восьми жолобів, зливні трубки яких торкаються насадки навалом. У жолоби кислота подається з колектора Ду=400 мм опускними трубами Ду=150 мм, по дві опускні труби в кожний жолоб, за винятком першого та останнього по ходу

кислоти, де застосовано по одній опускній трубі. Жолоби з'єднані проточними трубами Ду=150 мм. Для подачі необхідної кількості кислоти в кожен жолоб у фланцеве з'єднання кислотного колектора з опускною трубою встановлюються шайби з каліброваним отвором. Розрахунок шайб проводиться виходячи з проектною кількості кислоти на зрошення та гідростатичного напору насоса, що визначається за прийнятим компоувально-обв'язувальним рішенням. Розподільні жолоби і тупиковий кінець колектора підвішуються до опорних балок плити установки патронів бризко-туманоуловлювання.

Конструкція абсорбційної вежі поєднує абсорбційний процес та очищення технологічного газу від бризок та туману сірчаної кислоти одному корпусі.

Для очищення технологічного газу від бризок і туману застосовуються 40 фільтрів патронного типу постачання Як основний фільтруючий матеріал використовується склотканина.

Фільтр є циліндр діаметром - 800 мм і висотою = 1800 мм, заглушений із верхнього торця, закріплений на плиті фланцевим з'єднанням. Діаметр отвору в плиті 700 мм, діаметр фланцевого з'єднання фільтру з плитою 1000 мм. Технологічний газ входить у фільтр знизу, проходить через циліндричну поверхню, звільняючись від бризок та туману сірчаної кислоти. Фільтрат сірчаної кислоти стікає на плиту і дренається через чотири трубки Ду=50 мм в орошаючі жолоби. Дренажні трубки розташовуються в центральній частині плити.

Балки розташовуються перпендикулярно до осі жолобів, центральна балка розташовується по осі апарату над колектором, інші 6 штук паралельно із кроком 1 м.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2.4 Технологічні розрахунки та визначення конструктивних розмірів апарата

Розрахунок матеріального балансу сушильно-абсорбційного відділення

Осушення газу здійснюється в сушильній вежі, зрошуваній 98,5% сірчаною кислотою. Охолодження кислоти здійснюється у кожухотрубних холодильниках.

В дипломном проекті розрахунок виконаний для варіанта, коли в олеумний абсорбер газ не подається.

Абсорбція сірчаного ангідриду здійснюється в моногідратному абсорбері, зрошуваному 98,5% сірчаною кислотою. Охолодження кислоти здійснюється у кожухотрубних холодильниках.

Технологічні параметри роботи сушильно-абсорбційного відділення представлені у таблиці 3.

Таблиця 3. - Технологічні параметри газових потоків сушильно-абсорбційного відділення

Найменування	Од. вим.	Потік								
		в ОА	з ОА	в СБ	з СБ	в АІ	з АІ	в АІІ	з АІІ	
Кількість	SO ₂	кг/ч	-	-	-	-	4161	4161	166	166
	SO ₃	кг/ч	-	-	-	-	69088	35	5027	2,5
	O ₂	кг/ч	-	-	55473	55473	8522	8522	10977	10977
	N ₂	кг/ч	-	-	182688	182688	171317	171317	182688	182688
	Волога	кг/ч	-	-	2974	15	-	-	-	-
	Всього	кг/ч	-	-	241135	238176	253088	184035	198858	193833
Об'єм газу	нм ³ /ч	-	-	184915	184915	163708	144388	155232	153825	
Температура	°С	-	-	50	60	170	80	135	70	

Примітка: ОА – Олеумний абсорбер;

СБ – сушильна башта;

АІ – перший моногідратний абсорбер;

АІІ – другий моногідратний абсорбер.

У сушильній вежі поглинається 2972 кг/год вологи.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		27

Для підтримки постійної концентрації сірчаної кислоти цикл сушильної вежі подається моногідрат.

Крім того, сюди подається виробнича вода для отримання продукційної кислоти.

Кількість 98,5%-ної сірчаної кислоти, що виводиться на склад, визначається за рівнянням:

$$\frac{4161 \times 0,99 \times \frac{80}{22,4}}{\frac{80}{100}} \times \frac{80 \times 100}{75,92 \times 100} = 19378,4 \quad (4)$$

де 4161 м³/год - кількість SO₂, що надходить з газом в контактний апарат;

0,99 - ступінь контактування SO₂ в SO₃, частки од.;

80 кг/кмоль – молекулярна вага SO₃;

22,4 м³/кмоль – об'єм, що займає 1 кмоль газу;

80% вага. - вміст SO₃ заг. у моногідраті; [1, таблиця II-47, стор 92]

75,92% вага. - Зміст SO₃ заг. в 98,5%-ної сірчаної кислоти.

Таблиця 4. - Технологічні параметри роботи сушильно-абсорбційного відділення

Найменування параметрів	Од. вим.	СБ	АІ	АІІ	Продукційний цикл
Об'єм сухого газу (повітря) на вході	тис.м ³ /ч	184,9	163,7	155,2	-
Температура газу (повітря) на вході	°С	50	170	135	-
Концентрація орошаючої кислоти	% H ₂ SO ₄	98,5 ±0,2	98,5 ±0,2	98,5 ±0,2	98,5 ±0,2
Об'єм орошаючої кислоти	м ³ /ч	1051	1200	1000	191
Витрата оборотної води	м ³ /ч	2312	1091	510	272
Температура орошаючої кислоти	°С	60	79	70	-
Температура кислоти на виході с башти	°С	63,4	107,9	76,9	45*

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Температури кислоти в збірнику	°С	92	92	77,6	65
Кількість тепла, що відводиться в циклі	Гкал	22,96	10,83	5,06	2,70
Середня різниця температур при $\Delta T=10$ і $T_n=28$ °С	°С	39,3	51,6	40,8	21,6
Розрахунковий коефіцієнт теплопередачі	Ккал/м ² *ч*Г	694	553	395	428
Розрахункова поверхність теплообміну	м ²	841	380	314	292
Встановлена поверхність	м ²	1030	516	400	488
Поверхність одного холодильника	м ²	515	258	200	488

Кількість води, необхідне отримання продукції (98,5 % H₂SO₄):

$$19378,4 \times \left(\frac{100 - 75,92}{100} \right) = 4666,3 \text{ кг/ч}, \quad (5)$$

де $(100 - 75,92) = 24,08$ % мас. - вміст води в 98,5 %-ній сірчаній кислоті. [1, таблиця II-47, стр. 93]

З газом у сушильну вежу надходить 2974 кг/год вологи.

Необхідно додати до системи виробничої води:

$$4666,3 - 2974 = 1692,3 \text{ кг/ч} \quad (6)$$

Всього в цикл сушильної вежі надходить вологи – 4666,3 кг/ч.

Для закріплення сушильної кислоти до збірки сушильної вежі подається моногідрат (98,5% H₂SO₄).

Кількість моногідрату для закріплення сушильної кислоти визначається за правилом хреста:

$$\begin{array}{cc}
 0 & 5 - 4666,3 \text{ кг/ч} \\
 & 98,5 \\
 0,99 & 98,5 - X_{\text{мнг}}
 \end{array}$$

$$X_{\text{мнг}} = \frac{4666,3 \times 98,5}{5} = 93792,6 \text{ кг/ч} \quad (7)$$

Утворюється надлишок 98,5% сірчаної кислоти:

$$89126,3 + 4666,3 = 159\,113 \text{ кг/ч} \quad (8)$$

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

На склад подається – 19378,4 кг/ч 98,5 % H₂SO₄

Надлишок кислоти передається в цикл моногідратного абсорбера:

$$93792,6 - 19378,4 = 74414,2 \text{ кг/ч} \quad (9)$$

Закріплення зрошуючої кислоти здійснюється 98,5% сірчаної кислотою з циклу моногідратного абсорбера.

Кількість зрошення вежі:

$$1051 \times 1,8279 \times 1000 = 1921122,9 \text{ кг/ч}, \quad (10)$$

де 1,8352 кг/см³ – щільність 98,5% сірчаної кислоти [1, таблиця П-47, стор 93]

Об'єм газу на вході в другий моногідратний абсорбер визначається за рівнянням: $144388 - \frac{4161 \times 0,99}{2} = 142328,3 \text{ нм}^3/\text{ч}$,

де $\frac{4161 \times 0,99}{2} = 2059,7 \text{ нм}^3/\text{ч}$ – обсяг кисню, що витрачається на окиснення SO₂ в SO₃;

0,99 – ступінь конверсії сірчистого ангідриду в сірчаний ангідрид, частки од.

Кількість SO₃ у газі перед моногідратним абсорбером:

$$4161 \times 0,99 = 4119,4 \text{ нм}^3/\text{ч} \quad (11)$$

Кількість кисню в газі:

$$8522 - 2059,7 = 6462,3 \text{ нм}^3/\text{ч} \quad (12)$$

Кількість зрошення абсорбера:

$$1000 \times 1,8352 \times 1000 = 1835200 \text{ кг/ч} \quad (13)$$

1. Газова продуктивність цеху складає 2176 т. мнг/сут. Режим роботи – безперервний, 340 робочих днів в році.

Годинна продуктивність цеху:

$$G_z = \frac{G_{\text{сут}}}{24} = \frac{2176}{24} = 90,6, \text{ т. мнг/год} \quad (14)$$

Сировиною для виготовлення сірчаної кислоти є рідка сіра по ГОСТ 127-93, сорту не нижче 99,9%.

2. Знаходимо необхідну кількість сірки для отримання 90600 кг/год моногідрату з врахуванням втрат:

$$G_s = \frac{A_s \cdot G_{\text{год}}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot K \cdot 0,999} = \frac{32,065 \cdot 90600}{98,08 \cdot 0,95 \cdot 0,999} = 31209,7, \text{ кг.мнг/год} \quad (15)$$

Де A_s – 32,065 – атомна маса сірки;

M_{H₂SO₄} – 98,08 – молекулярна маса сірчаної кислоти;

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

K – коефіцієнт використання сірки.

Втрати сірки дорівнює:

- 1) При контактуванні – 2,5%;
- 2) При абсорбції – 0,03 %;
- 3) Інші втрати – 2,17%;

Всього: 5%

Звідси: K=95%

3. Об'єм SO₂ при згоранні 31209,7 кг. мнг/год:

$$V_{so_2} = \frac{G_s \cdot RT}{A_s} = \frac{90600 \cdot 22,4}{32,065} = 63291,4 \text{ м}^3/\text{год} \quad (16)$$

Де RT=22,4 – об'єм одного кг/моль речовини в м³

Розрахунок ведемо на годинну продуктивність.

4. Обсяг газу, що виходить з абсорбера, можна розрахувати за формулою:

$$V_2 = V_1 \cdot (1 - y_1 \cdot z), \quad (17)$$

де V₁ і V₂ - обсяг газу на вході і виході з абсорбера, м³/год;

y₁ - концентрація сірчаного ангідриду в газі на вході в абсорбер, об'ємні частки;

z - ступінь абсорбції, частки одиниці.

$$V_2 = 163708 \cdot (1 - 0,016 \cdot 0,999) = 161091,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5. Концентрація сірчаного ангідриду в газі на виході з абсорбера складе:

$$y_2 = \frac{0,016 \cdot (1 - 0,999)}{1 - 0,016 \cdot 0,999} = 1,63 \cdot 10^{-5} \quad (18)$$

Початкова концентрація SO₃ в газовій суміші визначається за формулою:

$$y_n = \frac{\frac{\bar{y}_n}{M_{so_3}}}{\frac{\bar{y}_n}{M_{so_3}} + \frac{\bar{y}_n}{M_{so_2}} + \frac{\bar{y}_n}{M_{o_2}} + \frac{\bar{y}_n}{M_{N_2}}}, \quad (19)$$
$$y_n = \frac{1,6}{80} \cdot \frac{1}{\frac{1,6}{80} + \frac{87,3}{64} + \frac{3,4}{32} + \frac{67,7}{14}} = 0,0037, \frac{\text{кмоль } SO_3}{\text{кмоль суміші}}$$

де = 1,6 мас. % – початкова концентрація SO₃ в газовій суміші;

молекулярная масса SO₃ – M_{SO3} = 80 кг/ кмоль

молекулярная масса SO₂ – M_{SO2} = 64 кг/ кмоль

молекулярная масса O₂ – M_{O2} = 32 кг/ кмоль

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$G_{SO_3} = \frac{163708 \cdot 0,016 \cdot 0,99 \cdot 80 \cdot 10^{-3}}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 9261,2$$

12. Концентрація впливає з абсорбера сірчаної кислоти можна визначити за формулою:

$$x_2 = \frac{L \cdot x_1 + G_{SO_3}}{L + G_{SO_3}}, \quad (31)$$

де x_1 и x_2 — концентрація, що надходять на зрошення і яка витікає з абсорбера сірчаної кислоти, масові частки;

L - витрата орошаючої сірчаної кислоти, кг/ч;

G_{SO_3} - кількість поглиненого сірчаного ангідриду, кг/ч.

Концентрація надходить на зрошення кислоти сірчаної 0,985.

Концентрація впливає сірчаної кислоти складе:

$$x_1 = \frac{2131200 \cdot 0,985 + 9261,2}{2131200 + 9261,2} = 0,985$$

13) Коефіцієнт швидкості абсорбції можна розрахувати за формулою:

$$K = K_0 \cdot \omega^{0,8}, \quad (32)$$

де K - коефіцієнт швидкості абсорбції, кг/(м²·ч·Па);

K_0 - коефіцієнт, що залежить від концентрації і температури орошаючої сірчаної кислоти, кг/(м²·ч·Па);

ω - робоча швидкість газу, м/с.

$$K = 1,94 \cdot 10^{-4} \cdot (1,22)^{0,8} = 2,23 \cdot 10^{-4} \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$$

14) Площу поверхні насадки можна розрахувати за формулою:

$$F_H = \frac{G_{SO_3}}{K \cdot \Delta p}, \quad (33)$$

де F_H - площа поверхні насадки, м²;

G_{SO_3} - кількість поглиненого сірчаного ангідриду, кг/ч;

K - коефіцієнт швидкості абсорбції, кг/(м²·ч·Па);

Δp - рушійна сила абсорбції, Па.

Рушійну силу абсорбції визначають за формулою:

$$\Delta p = \frac{(p_1' - p_2'') - (p_2' - p_1'')}{2,3 \lg \frac{p_1' - p_2''}{p_2' - p_1''}}$$

З Додатку IV (Технологія серної кислоти) знаходимо, що рівноважний тиск парів H₂SO₄ p_2'' над 98,5%-ною сірною кислотою при 70° складає 0.0124 мм. рт.ст (при $p_1'' = p_2''$). Підставимо значення тиску парів H₂SO₄ в газі на вході і виході $p_1' = 2,48$ мм.рт.ст $p_2' = 0,02$ мм. рт. ст

$$\Delta p = \frac{(2,48 - 0,0124) - (0,02 - 0,0124)}{2,3 \lg \frac{2,48 - 0,0124}{0,02 - 0,0124}} = 0,43 \text{ мм.рт.ст}$$

Площа поверхні насадки складе:

$$F_H = \frac{9261,2}{2,23 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 \cdot 4910,19} = 26828,2 \text{ м}^2$$

16) Висоту насадки можна розрахувати за формулою:

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$H_n = \frac{F_H}{0,785 \cdot a \cdot D^2 \cdot \Psi_a}, \quad (34)$$

де H_n — висота насадки, м

$$H_n = \frac{26828,2}{0,785 \cdot 60 \cdot 8^2 \cdot 1} = 8,9 \text{ м}$$

Відстань між днищем абсорбера та насадкою приймемо рівним $0,8D$.

Ця відстань становитиме:

$$H_g = 0,8 \cdot D = 0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ м}$$

Відстань від верху насадки до кришки абсорбера приймемо рівним 3 м на підставі практичних даних.

17) Висота абсорберу складе:

$$H_a = 3 + 8,9 + 6,4 = 18,3 \text{ м} \quad (35)$$

В результаті розрахунку апарату визначено його габаритні розміри. Діаметр моногідратного абсорбера становить 6 м, а висота – 18,3 м.

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

2.5. Гідравлічні розрахунки

18) Коефіцієнт гідравлічного опору насадки можна розрахувати за такою формулою:

$$\lambda = 16 / \text{Re}_z^{0.2} \quad (36)$$

де λ — коефіцієнт гідравлічного опору;
 Re — критерій Рейнольдса для газу у насадці.
 Критерій Рейнольдса для газу в насадке составит:
 Re_Γ - критерій Рейнольдса для газу:

$$\text{Re}_z = \frac{4 \cdot d_{\text{екв}} \cdot \rho_z}{(\varepsilon \cdot \mu_z)} = \frac{4 \cdot 0,022 \cdot 1,45}{(0,72 \cdot 1,23 \cdot 10^{-5})} = 5763,3 \quad (37)$$

де $\mu_{\text{см}}$ - динамічний коефіцієнт в'язкості газової суміші:

$d_{\text{екв}}$ — еквівалентний діаметр насадки

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot \varepsilon}{\alpha} = \frac{4 \cdot 0,72}{131} = 0,022 \text{ м}$$

Коефіцієнт гідравлічного опору насадки складе:

$$\lambda = 16 / 5763,3^{0.2} = 2,83$$

19) Гідравлічний опір сухої насадки можна розрахувати за такою формулою:

$$\Delta P_c = \lambda \frac{H_H \cdot \left(\frac{\omega}{\varepsilon}\right)^2}{d_s \cdot 2} \rho_\Gamma, \quad (38)$$

де

ΔP_c — гідравлічний опір сухої насадки, Па.

Гідравлічний опір сухої насадки складе:

$$\Delta P_c = 2,83 \frac{8,9 \cdot \left(\frac{0,89}{0,72}\right)^2}{0,022 \cdot 2} 1,45 = 1268,3 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір зрошуваної насадки можна розрахувати за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_c \cdot 10^{B \cdot U}, \quad (39)$$

де

ΔP — гідравлічний опір зрошуваної насадки, Па;

B — коефіцієнт;

U — щільність зрошення, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Гидравлическое сопротивление орошаемой насадки составит:

$$\Delta P = 1268,3 \cdot 10^{281,1 \cdot 10^{-3}} = 1277,3, \text{ Па}$$

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

2.6 Вибір допоміжного обладнання

Цикл першого моногідратного абсорбера було розраховано в програмному комплексі Aspen Hysys (Додаток Г). За результатами розрахунків було обране допоміжне обладнання.

У відділенні цикли сушильної вежі та першої абсорбційної башти об'єднані однією ємністю. Розведення кислоти в циклі сушильної вежі та 1-го моногідратного абсорбера поз.А1 здійснюється в об'єднаній ємності водою, що подається в змішувачий збірник. Передбачається також подача води до збірника 2-го моногідратного абсорбера А2.

Надлишки рівнів кислоти в об'єднаному та А2 збірниках, надходять до збірника установки розведення. У збірнику кислота розбавляється водою до регламентної концентрації продукційної кислоти - 93,5 % H₂O., та після охолодження кислота прямує складу продукції.

Тепло, що утворюється при осушенні повітря та абсорбції триоксиду сірки, що відводиться з циклів оборотною водою через кожухотрубні кислотні холодильники для перекачування кислоти та олеуму, використовуються насосні агрегати фірми "Льюїс".

В сушильно-абсорбційному відділенні встановлюється циркуляційний збірник в комплекті зі змішувальним збірником. Також встановлюється два окремих циркуляційних збірника.

В збірниках встановлюються погрузні кислотні насоси «Льюїс».

Для охолодження кислоти у циклі сушильної вежі використовуються два кожухотрубчасті холодильники поверхнею 512 м², виготовлені зі сталі 10Х17Н13М2Т, включені паралельно по кислоті та воді. З метою забезпечення перевищення тиску кислоти на тиск води в холодильниках використовується прямоточна схема руху кислоти та води.

Тип холодильника ХНГ-1200-0,6-1,6-М11-Оу
20-9-1-1гр.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Для охолодження кислоти на зрошення 1 МНГ використовується два кожухотрубчасті холодильники поверхнею 256 м² виготовлені зі сталі 10X17H13M2T, включені паралельно по кислоті та воді. З метою забезпечення перевищення тиску кислоти на тиском води в холодильниках використовується прямоточна схема руху кислоти та води.

Тип холодильника ХНГ-1000-0,6-1,6-M11-Оу
20-6-1-1гр.

Для охолодження кислоти в циклі 2 МНГ використовуються два кожухотрубчасті холодильники поверхнею 200 м², виготовлені зі сталі 12X18H10T, включені паралельно по кислоті та воді. Схема руху кислоти та води в холодильниках – протиточна.

Охолоджуючим агентом у холодильниках є оборотна вода з $\Delta T=10$ °С та початковою температурою 28 °С.

Регулювання температури кислот, що надходять на зрошення абсорбційних веж, здійснюється байпасуванням частини кислоти повз холодильники.

Технологічні розрахунки роботи теплообмінного обладнання та переточних ліній абсорбційних циклів виконані з урахуванням максимального теплового навантаження (робота системи без випуску продукційного олеуму).

Розрахунок холодильників циклу другого моногідрату

Таблиця 5 - Конструктивні характеристики холодильника

Діаметр обічайки, D _{обіч.}		1,00	м
Зовнішній діаметр (d _{зовн.}) та товщина труб (b)	0,020	0,002	м
Довжина труб, (L _{тр})		3,00	м
Крок пучка труб поперечн. S ₁ та повздовжн S ₂	0,026	0,023	м
Кількість ходів по трубному		2	хід
Кількість ходів по міжтрубному		5	ходів
Висота одного ходу по міжтрубному, H _{ход}		0,60	м
Кількість труб, N _{тр}		1060	шт

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		38

Розташування труб у пучку		Шахове
---------------------------	--	--------

Таблиця 6 – Розрахункові характеристики холодильника

Внутрішній діаметр труб, $d_{тр}$	0,016	$d_{тр}=d_{зовн}-(2 \cdot b)$	м
Кількість труб на хід, $N_{тр \text{ хід}}$	530	$N_{тр \text{ хід}}=N_{тр}/X_{\text{хід. тр}}$	шт
Об'ємна витрата води в трубах, V_{H_2O}	225	Характерика, що приймається	м ³ /час
Прохідний переріз труб, $S_{труб}$	0,107	На 1 хід $S_{тр}=0,785 \cdot d_{тр}^2 \cdot N_{тр \text{ хід}}$	м ²
Об'ємна витрата H_2SO_4 , $V_{H_2SO_4 \text{ мтр}}$	500	Характерика, що приймається	м ³ /час
Еквівалентний діаметр труб, $d_{мтр}$	0,020	$d_{\text{екв}}=(4f)/\Pi$	м
Прохідний переріз міжтрубний, $S_{мтр}$	0,14	На один хід по міжтрубному $S_{мтр}=D_{\text{обіч}} \cdot N_{\text{хід}} \cdot n_{тр} \cdot H_{\text{хід}} \cdot d_{зовн}$	м ²
Кількість труб в ряду по осі обічайки, $n_{мтр}$	38	$N_{тр}=(D_{\text{обіч}}/S_1)$	шт
Існуюча поверхня теплообміну	200	$F_{зовн}=\pi \cdot d_{зовн} \cdot L_{тр} \cdot N_{тр}$	м ²

Холодильник для сірчаної кислоти 98,5%, другий моногідрат (АІІ)

Таблиця 7 – Розрахунок середньої температури рідини

Температура вхідної води в тр. ($T_{\text{вх тр}}$)	°C	28	33,0
Температура вих. води в тр ($T_{\text{вих тр}}$)	°C	38	
Температура вх H_2SO_4 ($T_{\text{вх мтр}}$)	°C	77,6	73,8
Температура вих H_2SO_4 ($T_{\text{вих мтр}}$)	°C	70	

Таблиця 8 – Розрахунок трубного простору

	од. вим.	H_2O (вода)	Температура стінки
Об'єм води, $V_{тр}$	м ³ /год	255,04	
Витрата води, $G_{тр}$	кг/год	253587	
Ентальпія вх. води у тр., $H_{\text{вх тр}}$	ккал/кг	28,02	
Ентальпія вих. води у	ккал/кг	38,01	

тр., $N_{\text{вих тр}}$			
Тепло води, $Q_{\text{води}}$	ккал/год	2532114	-
Прохідний переріз трубний, $f_{\text{тр}}$	м ²	0,11	
Діаметр труб внутр., $d_{\text{тр}}$	м	0,016	
Дійсна швидкість води в тр., $\omega_{\text{тр}}$	м/сек	0,67	
Критерій РЕйнгольдса води в тр. $Re_{\text{тр}}$	-	14035	
Коефіцієнт Прандля води в тр. $Pr_{\text{тр}}$	-	5,099	
Коефіцієнт тепловіддачі в тр, $a_{\text{тр}}$	ккал/мнгр	3070,3	4,205

Таблиця 9 – Розрахунок міжтрубного простору

	ОД. ВИМ	H ₂ SO ₄ (сірчана кислота 98,5%)	Температура стінки
Мольна доля SO ₃ в кислоті	доля	0,48065	
Робоча температура, t	°C	73,8	64,60
Робоча температура H ₂ SO ₄ (T=t+273,15)	К	346,95	337,75
Мольна маса H ₂ SO ₄ , M	кг/кмоль	98,078	
В'язкість компоненту H ₂ SO ₄ , mt	Па·с	0,0071	0,0082
Теплоємність H ₂ SO ₄ , ср	ккал/кг гр	0,361	0,357
Теплопровідність H ₂ SO ₄ , Л	ккал/кг мчгр	0,313	0,306
Розрахунок тепловіддачі H ₂ SO ₄ в міжтрубному	ОД. ВИМ.	Результати розрахунку	
Об'ємна витрата H ₂ SO ₄ , V _{мтр}	м ³ /год	500	
Масова витрата H ₂ SO ₄ , G _{мтр}	кг/год	893750	

Ентальпія вх. H ₂ SO ₄ у тр., Н _{вх тр}	ккал/кг	27,758	
Ентальпія вих. H ₂ SO ₄ у тр., Н _{вих тр}	ккал/кг	24,925	Необхідний об'єм води V _{тр} , м ³ /год
Тепло H ₂ SO ₄ Q _{H2SO4}	ккал/год	2532114	255,042
Прохідний перетин (5 ходів) f _{мтр}	м ²	0,14	
Зовнішній діаметр труб	м	0,020	
Дійсна швидкість H ₂ SO ₄ в тр. ω _{мтр}	м/сек	0,96	
Критерій Рейнольдса H ₂ SO ₄ в мтр. Re _{мтр}	-	4885	
Критерій Прандля H ₂ SO ₄ в мтр Rгмтр	-	29,3	34,4
Коэф. Тепловіддачі H ₂ SO ₄ без поправки Rг/Rгст, а	ккал/мчгр	2933,9	
Поправка на нерівномірність потоку		0,8	
Коефіцієнт тепловіддачі H ₂ SO ₄ в тр. а _{мтр}	Ккал/мчгр	2254,0	
Коефіцієнт теплопередачі (гзагряз=0,00163) К	Ккал/м ² чгр	395	
Розрахунок поверхні теплообміну			
Розрахунок середньої різності температур	°С	40,8	
Тепло H ₂ SO ₄ , що виділяється в мтр просторі Q _{H2SO4}	ккал/год	2532114	
Необхідна поверхність теплообміну F _{необх}	м ²	157,2	
Дійсна поверхня теплообміну F _{зовн.}	м ²	200	
Запас поверхні	%	27%	

Потрібно встановити два холодильники F_{зовн}=200 м², що паралельно працюють

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Параметри кислотних насосів представлені в таблиці 4.

Таблиця 10 – Параметри кислотних насосів

	Насоси		
	Тип	Продуктивність, м ³ /ч	Кількість, шт.
СБ	Погружний насос, фірми Льюїс	1051	1
АІ	Погружний насос, фірми Льюїс	1200	2 (1 резервний)
АІІ	Погружний насос, фірми Льюїс	1000	1
Продукційний цикл	Погружний насос, фірми Льюїс	400	1

Для охолодження кислот і для охолодження газових потоків використовуються кожухотрубчаті холодильники: з розрахунку 1 насос – 2 холодильники.

Таблиця 11. – Параметри кислотних холодильників

Вежа	Холодильники							
	Кількість тепла, що відводиться, Ккал	ΔT ср. °С	$K_{розр.}$ Ккал/м ²	Розрахункова Поверхня, м ²	Тип	Поверхня, м ²	Кількість, шт	Загальна поверхня, м ²
СБ	22955812	39,3	694	841	КТХ	512	2	1030
АІ	10828882	51,6	553	380	КТХ	256	2	516
АІІ	5064228	40,8	395	314	КТХ	200	2	400
Продукційний цикл	2701146	21,6	428	292	КТХ	488	1	488

3. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Вибір конструкційних матеріалів

Рациональний вибір матеріалів для виготовлення апаратури має велике практичне значення та у значній ступені визначає економічні показники хімічного виробництва. Матеріал має бути насамперед достатньо стійким до дії сірчаної кислоти.

Корозійна активність сірчаної кислоти щодо матеріалів залежить головним чином від її концентрації, температури та наявності домішок. Наприклад, присутність оксидів азоту в сірчаній кислоті знижує її корозійну дію на вуглецеву сталь, а наявність SO_2 , навпаки, збільшує корозійну активність H_2SO_4 .

У виробництві сірчаної кислоти, а також при її концентруванні вміст H_2SO_4 у розчинах кислот на різних стадіях технологічного процесу змінюється в широких межах: наприклад, у виробництві сірчаної кислоти контактним методом від 0-10% у зволожувальній вежі до 104,5% H_2SO_4 або 20% SO_3 (вілн.) в абсорбційному відділенні. Температура сірчаної кислоти в процесі її виробництва також змінюється в широких межах: близько 1000 °C у печах КС, понад 500 °C контактному відділенні та близько 50 °C в очисному та абсорбційному відділеннях.

При виборі матеріалів виготовлення хімічної апаратури враховується як їх стійкість до корозії, а й міцність, стійкість за високої температури, можливість обробки та зварювання матеріалу, його доступність та вартість.

Якщо чорні метали досить стійкі до корозії в умовах роботи даного апарату або технологічного вузла, ці матеріали використовуються в першу чергу, так як вони дуже міцні, доступні та досить дешеві. Часто застосовуються також леговані чорні метали (що містять легуючі добавки) або спеціальні сплави, що володіють підвищеною корозійною стійкістю. Проте спеціальні сплави зазвичай дорогі та в умовах, надто жорстких для тривалої служби чорних металів, часто використовують неметалічні хімічностійкі матеріали.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

У сірчано-кислотній промисловості неметалеві матеріали застосовуються особливо широко, оскільки багато хто з них дуже стійкі до дії сірчаної кислоти у широкому діапазоні її концентрацій та температур.

Майже всі найважливіші апарати у виробництві сірчаної кислоти виготовляють із сталі та чавуну, в більшості випадків зсередини їх футерують або покривають кислотостійкими матеріалами - керамікою, природними кислотоупорами, кам'яним литтям, кислототривким бетоном, органічними кислотостійкими покриттями. В абсорбційних, промивних, сушільних та денітраційних вежах як насадки використовують керамічні та фарфорові кільця. Для захисту внутрішньої верхності мокрих електрофільтрів та апаратів промивного відділення контактних систем застосовують поліізобутилен, дуже стійкий серед розведеної сірчаної кислоти.

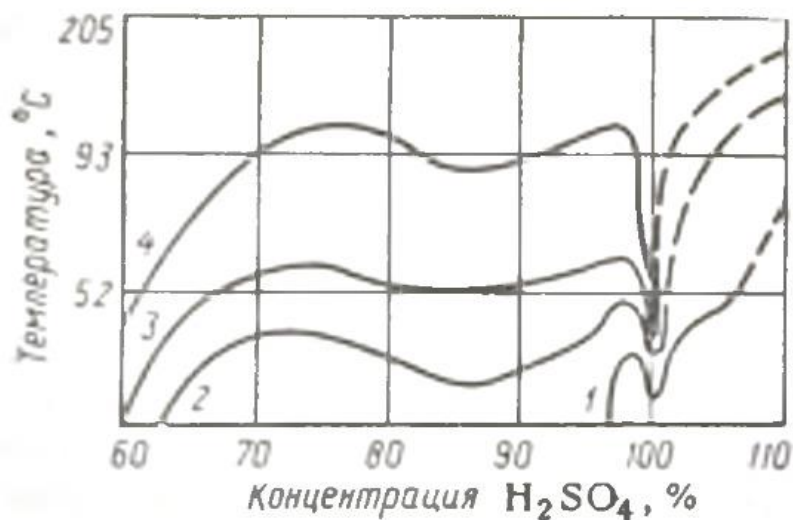


Рис. 11 - Корозійна стійкість вуглецевої сталі в сірчаній кислоті:

1 - втрати 5 мм / рік; 2 - втрати 20 мм / рік; 3 - втрати 50 мм / рік; 4 – втрати 200 мм/рік.

У виробництві сірчаної кислоти апарати із чорних металів без захисних покриттів застосовуються лише у тих випадках, коли на поверхні сталі та чавуну внаслідок впливу сірчаної кислоти утворюється міцна захисна плівка сульфатів або оксидів заліза, погано розчинна у сірчаній кислоті і запобігає подальшому руйнуванню металу.

Сульфати заліза, що утворюються при дії сірчаної кислоти на сталь, розчиняються в сірчаній кислоті, тому корозійна стійкість сталі в сірчаній кислоті невелика (Рис. 11) Сульфати заліза погано розчинні в олеумі, тому сталь стійка серед олеуму концентрацією вище 15% SO₃ (изб), з неї виготовляють олеумні абсорбери, збірники, холодильники, а також кислотопроводи та ряд допоміжних деталей олеумного абсорбера.

Стійкість сталі до дії порівняно низькоконцентрованої баштової кислоти обумовлена тим, що оксиди азоту, що містяться в кислоті, пасивують поверхню сталі, на якій утворюється захисна окисна плівка. Завдяки цьому зі сталі можна виготовляти продукційні та абсорбційні вежі, холодильники кислоти, газоходи та інші апарати. Крім того, зі сталі виконуються всі газоходи від сушильних веж контактних систем, концентрованої сірчаної кислоти складі готової продукції, цистерни для перевезення технічних сортів концентрованої сірчаної кислоти тощо.

У виробництві сірчаної кислоти та при її концентруванні часто застосовують такі сплави, як феросилід та нержавіючі сталі, що містять хром, молібден, нікель та інші легуючі добавки. Верхня частина обічайки і конічна кришка апарату виготовляється зі сталі 12Х18Н10Т.

Сталь 12Х18Н10Т – це одна із найбільш поширених та затребуваних сплавів на ринку України та країн СНД. Матеріал є стійким до корозії та впливу хімічно активних сполук, має велику механічну міцність і легко обробляється. Оптимальне поєднання високих експлуатаційних якостей та доступної вартості дозволяє використовувати цей нержавіючий сплав у різних галузях, починаючи від криогенної інженерії та нафтопереробки, закінчуючи виробництвом алкогольних напоїв.

Розшифровка 12Х18Н10Т:

- Перша цифра - кількість вуглецю (С) у складі сплаву, що дорівнює 0.12%.
- Х18 – це масова частка хрому (Cr) у нержавіючій сталі, в сплаві його 18%.
- Н10 - відсоткове співвідношення нікелю (Ni). У цьому випадку це 10%.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

- Літера "Т" вказує на наявність у складі нержавіючої сталі титану (Ti). У цій марці сталі допускається до 1.5% титану.

Хімічний склад сплаву впливає на технічні і фізичні властивості сталі. Наявність великого вмісту Хрому дає матеріалу високу корозійну стійкість. Нікель суттєво підвищує кислотну стійкість, а також стійкість до інших хімічно активних з'єднань. Титан в сплаві додає матеріалу додаткову механічну міцність і підвищує якість зварного шву.

Хімічний склад сплаву наведений у таблиці 11.

Таблица 12 - Химический состав в % стали 12X18H10T (стар.X18H10T):

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

Технічні характеристики нержавіючої сталі 12X18H10T:

- Допустима напруга сталі 12X18H10T при температурі 20 °С становить 184 МПа.
- Межа текучості 12X18H10T залежить від типу прокату і може змінюватись в межах від 196 до 235 МПа.
- Твердість за Брінеллем (НВ) становить 179 одиниць.
- Щільність сталі 12X18H10T – 7920 кг/м³, що є досить високим показником серед аналогічних нержавіючих сплавів.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Фізичні та механічні властивості сталі 12Х18Н10Т наведені в Таблиці 12 і в Таблиці 13

Таблиця 13 - Фізичні властивості сталі 12Х18Н10Т

T (°C)	E·10 ⁵ (МПа)	α·10 ⁶ (1/Град)	l (Вт/(м·град))	γ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))	R·10 ⁹ (Ом·м)
20	1.98		15	7920		725
100	1.94	16.6	16		462	792
200	1.89	17	18		496	861
300	1.81	17.2	19		517	920
400	1.74	17.5	21		538	976
500	1.66	17.9	23		550	1028
600	1.57	18.2	25		563	1075
700	1.47	18.6	27		575	1115
800		18.9	26		596	

Таблиця 14 - Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т

Температура випробувань, °С	σ _{0,2} (МПа)	σ _B (МПа)	δ ₅ (%)	ψ %	KCU (кДж / см ²)
Закалка 1050-1100 °С, охолодження в повітрі					
20	225-315	550-650	46-74	66-80	215-372
500	135-205	390-440	30-42	60-70	196-353
550	135-205	380-450	31-41	61-68	215-353
600	120-205	340-410	28-38	51-74	196-358
650	120-195	270-390	27-37	52-73	245-353
700	120-195	265-360	20-38	40-70	255-353

Таблиця 15 - Чутливість сталі 12Х18Н10Т

Час, ч	Температура, °С	KCU, Дж/см
Исходное состояние		274
5000	600	186-206
5000	650	176-196

3.2. Розрахунки на міцність та стійкість

Розрахунок товщини стінки і кришки обічайки

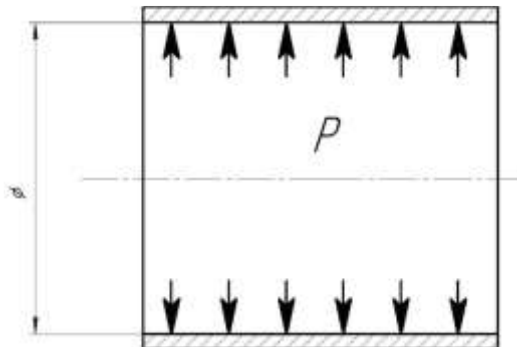


Рисунок 12- Розрахункова схема обічайки

Розрахункова схема обічайки приведена на рисунку 12

Розрахунок товщини стінки циліндричних оболонок здійснюється за формулою:

$$s_p = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p} + C \quad (40)$$

$$s_p = \frac{0,101 \cdot 8000}{2 \cdot 1 \cdot 171 - 0,101} + 7,21 = 9,6$$

де p - розрахунковий тиск, приймаємо атмосферний, МПа

$D = 8,0$ м - внутрішній діаметр абсорбера, м;

$[\sigma] = 171$ МПа - допустима напруга для матеріалу 12X18H10T при температурі

$t = 125$ C° (робочі умови)

$\varphi = 1$ - коефіцієнт міцності зварного шва;

$C = 7,21$ - надбавка до розрахункової товщини стінки.

Остаточне значення товщини обічайки розраховується з урахуванням добавок:

$$C = C_1 + C_2 + C_3, \quad (41)$$

C_1 - надбавка на корозію та ерозію, $C_1 = T \cdot C_r = 25 \cdot 0,24 = 6,0$ мм;

C_2 - збільшення на мінусове відхилення за товщиною листа, прийmemo 0,7 мм;

C_3 - технологічна прибавка, прийmemo 0,51 мм;

T - термін служби апарату;

C_r - річна корозія стін апарату.

$$C = 6 + 0,7 + 0,51 = 7,21 \text{ мм,}$$

Приймаємо товщину стін колони 12 мм (0,012 м).

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Пробний тиск при гідравлічних випробуваннях при дозволяється за напрузі

$$[\sigma]_n = \frac{\sigma_m}{1,1} = \frac{223,5}{1,1} = 203,18 \text{ МПа,}$$

$$p_n = 1,25 \cdot p \cdot \frac{[\sigma]_n}{[\sigma]} \quad (42)$$

$$p_n = 1,25 \cdot 0,101 \cdot \frac{203,2}{171} = 0,15 \text{ МПа.}$$

У цьому випадку розрахункова товщина стінки обичайки:

$$s_p = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_n - p} + C \quad (43)$$

$$s_p = \frac{0,15 \cdot 8000}{2 \cdot 1 \cdot 203,18 - 0,15} + 7,21 = 10,71 \text{ мм.}$$

З запасом приймаємо стандартне значення товщини стінки обичайки $s = 12,0 \text{ мм}$.

Розрахунок товщини стінки еліптичного днища

Розрахункова схема днища приведена на рис. 14:

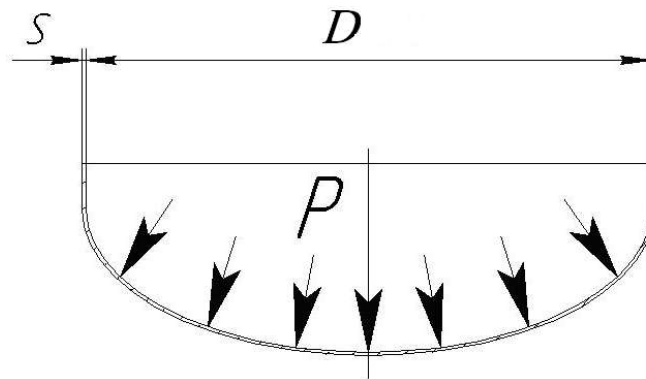


Рис. 14 - Розрахункова схема днища еліптичного

Необхідну товщину еліптичних днищ обчислюють за рівнянням:

$$s_p = \frac{p \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_n - 0,5 \cdot p} + C \quad (44)$$

де p - розрахунковий тиск, приймаємо атмосферний

R - максимальний радіус кривизни днища, мм;

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$[\sigma] = 171 \text{ МПа}$ - допустима напруга для матеріалу 12Х18Н10Т при температурі

$\varphi = 1$ - коефіцієнт міцності зварного шва;

$C = 7,21$ - надбавка до розрахункової товщини стінки

Максимальний радіус кривизни днища визначається за формулою:

$$R = \frac{D^2}{4 \cdot H}, \quad (45)$$

де D – внутрішній діаметр абсорбера, $D=8000 \text{ мм}$;

H – висота днища, мм .

$$H=8000 \cdot 0,25=2500 \text{ мм.}$$

$$R = \frac{6000^2}{4 \cdot 1500} = 6000, \text{ мм}$$

$$s_p = \frac{0,101 \cdot 6000}{2 \cdot 1 \cdot 171 - 0,5 \cdot 0,101} + 7,21 = 9,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $s_{кр} = 12,0 \text{ мм}$.

Розрахунок опори

Навантаження сухого апарату на опору:

$$Q_{ап} = M_{ап} \cdot g, \quad (46)$$

Маса сухого апарату складається із наступних складових:

Маса насадки:

$$M_{нас} = \rho_{нас} \cdot D \cdot H = 780 \cdot 8 \cdot 18,3 = 114192 \text{ кг,}$$

де $\rho_{нас} = \rho_m \cdot (1 - \varepsilon) = 2600 \cdot (1 - 0,7) = 780 \text{ кг/м}^3$

$\rho_m = 2600 \text{ кг/м}^3$ - щільність кераміки, із якої виготовлена насадка.

Маса відбортованого еліптичного днища дорівнює масі кришки:

$$M_{кр} = M_{дн} = \rho \cdot V_{дн} = 7850 \cdot 3,45 = 27082 \text{ кг,} \quad (47)$$

де $V_{дн} = 3,45 \text{ м}^3$ - об'єм днища з заданим діаметром

$\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ – щільність сталі 12Х18Н10Т

Маса корпусу апарату (циліндричної обичайки):

$$M_{ап} = H \cdot \pi \cdot D \cdot s \cdot \rho = 18,3 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 0,012 \cdot 7850 = 43303,4 \text{ кг} \quad (48)$$

Маса сухого апарату:

$$M_{ап} = M_{кр} + 2 \cdot M_{дн} + M_{нас} = 43303,4 + 2 \cdot 27082 + 114192 = 211659,4 \text{ кг} \quad (49)$$

При розрахунку не були враховані маси патрубків,

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

фланців і т. д., тому прийmemo масу сухого апарату рівною 215 тонн.

Визначимо навантаження:

$$Q_{\text{ап}} = 215000 \cdot 9,81 = 2103150 \text{ Н} \approx 2103 \text{ кН}$$

Визначимо навантаження апарату на опору при гідро-випробуванні:

$$Q_{\text{випр}} = M_{\text{випр}} \cdot g = 1134392 \cdot 9,81 = 11128385,52 \text{ Н} = 11128 \text{ кН}$$

де $M_{\text{випр}}$ становить:

$$M_{\text{випр}} = M_{\text{ап}} + M_{\text{води}} = 215000 + 919392 = 1134392 \text{ кг} \quad (50)$$

$$M_{\text{води}} = ((\pi \cdot D^2) / 4) \cdot H_{\text{ап}} \cdot \rho_{\text{води}} = ((3,14 \cdot 8^2) / 4) \cdot 18,3 \cdot 1000 = 919392 \text{ кг} \quad (51)$$

Отже, для вибору опори маємо значення навантажень: $Q_{\text{min}} = 2,103 \text{ МН}$ и $Q_{\text{max}} = 11,128 \text{ МН}$. За цими результатами обрано швелерну опору зі сталі 12Х18Н10Т.

Розрахунок еліптичного днища, обічайки та інших основних конструктивних елементів на виконання умов міцності, допустимі навантаження робочих умов, а також в умовах гідравлічних випробувань і монтажу виконаний в програмі ПАССАТ і наведений у Додатку В.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

4. БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування компонування основного та допоміжного обладнання

Насамперед на технологічній схемі визначаються типи і кількість агрегатів, напрямок потоків та їх взаємне висотне розташування, групується обладнання процесів з аналогічними шкідливими виділеннями; потім технологічне обладнання розміщується на кресленнях компонування цеху.

У разі розміщення технологічного обладнання слід керуватися принципами угруповання. Насамперед необхідно виділити обладнання, яке може бути повністю розміщено на відкритих майданчиках і те, для якого достатньо спорудити укриття (наприклад, кубова частина колони). Потім слід згрупувати апарати та машини, у процесі експлуатації яких спостерігається значне виділення пилу, сильна вібрація та виділення агресивних речовин; об'єднати в групи апарати, що розміщуються на зовнішніх установках, що постачаються водою. Все великогабаритне, важке обладнання має бути встановлене якомога нижче.

В одному приміщенні не слід об'єднувати обладнання з різними за категорією виділеннями. При недотриманні цього принципу доводиться, наприклад насос, що перекачує воду, але розташований поруч із вуглеводневим насосом постачати електродвигуном у вибухобезпечному виконанні.

Основним критерієм оцінки розташування обладнання є стрункність, симетричність, максимальна впорядкованість розміщення всіх апаратів та машин. У кожному технологічному приміщенні вони мають утворювати вертикальні та горизонтальні ряди з одним або декількома основними проходами шириною 1,2 м та зручними підходами до кожного агрегату, ширина яких у світлі не менше 0,8 м-кodu.

Як основні проходи та проїзди доцільно використовувати перекриття каналів, що проходять уздовж цеху.

Розстановка апаратів на нульовій та інших відмітках повинна проводитися так, щоб забезпечити можливість проходження пучків трубопроводів, що підвішуються до перекриттів. Цьому можуть стати на заваді апарати, з якоїсь причини

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

висунуті із загального ряду.

При конструюванні нового виробництва у машинному залі великий протяжності рекомендується через 40-50 м передбачити монтажні майданчики завдовжки 6-12 м, на яких згодом можна буде встановити додаткове обладнання. Для проведення чисток, усунення нещільностей, зміни деталей, що зношуються, повинні бути передбачені робочі майданчики і підйомно-транспортне обладнання.

При встановленні обладнання в цеху необхідно дотримуватися наступних правила:

– основні проходи фронтом обслуговування щитів управління повинні шириною не менше 2 м;

– основні проходи по фронту обслуговування та між рядом машин (компресорів, насосів, місцеві контрольно-вимірювальні прилади та т. д.) за наявності постійних робочих місць повинні бути не менше 1,5 м;

– проходи між компресорами повинні бути не менше 1,5 м, а між насосами – не менше 1 м;

– розташування обладнання на відкритому повітрі та всередині будівлі, має забезпечувати вільний прохід до апаратів, шириною не менше ніж 1 м з усіх боків;

– вільний доступ до окремих вузлів управління апаратами;

– наявність ремонтних майданчиків з розмірами, достатніми для розбирання та чищення апаратів та їх частин (без захаращення робочих проходів, основних та запасних виходів та майданчиків сходів).

Розміщення технологічного обладнання над допоміжними та побутовими будівлями та приміщеннями та під ними не допускається.

Відповідно до СНіП 23-01-99 «Будівельна кліматологія», район будівництва відноситься до північної будівельно-кліматичної зони з найменш суворими умовами. Середньорічна температура повітря становить 2,30 °С, середньомісячна температура найхолоднішого місяця – січня – становить мінус 12,60 °С; середньомісячна температура найтеплішого місяця – липня – становить +16,80 °С. Абсолютна мінімальна температура повітря становить -47,0 °С. Річна сума атмосферних

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

опадів – 588 мм. Переважне напрям вітру в холодну пору року ПдЗ, у теплий період року – З.

Компонування обладнання сушильно-абсорбційного відділення. виконано з урахуванням використання вільних площ та існуючих майданчиків обслуговування. Сушильна вежа реконструюється за проектом ПКО ВАТ «Аmmoфос». На існуючий збірник поз.Е256 встановлюється новий насос «Льюїс». Абсорбери моногідратні I та II ступені, змішувач кислот розміщені на вільній території у осі.26 з північного боку. Нова будівля насосної знаходиться в торці існуючої будівлі насосної з північного боку. Баштове та ємнісне обладнання на відм. 0,000 встановлюється в кислотостійких піддонах з відведенням проток у напрямки з насосами. На майданчику отм.+4,800 в осях 23...26 ряди Д,Г встановлюються кожухотрубчасті теплообмінники.

Розміщення проєктованих об'єктів виконано з урахуванням технологічних зв'язків між ними, існуючими та реконструйованими відділеннями, виходячи із конфігурації майданчика, можливості використання існуючих фундаментних плит та відповідно до вимог СНіП-89-80* та діючих протипожежних та санітарних норм.

Для обслуговування об'єктів автотранспортними засобами з боку внутрішньомайданних автомобільних доріг передбачені автомобільні проїзди та майданчики із шириною проїзної частини 4,5 м міського типу з улаштуванням бордюрів, а також майданчик із твердим покриттям. На кінці тупикового проїзду біля контактного відділення передбачено майданчик для розвороту.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

4.2. Проведення монтажних та ремонтних робіт основного технологічного обладнання [16]

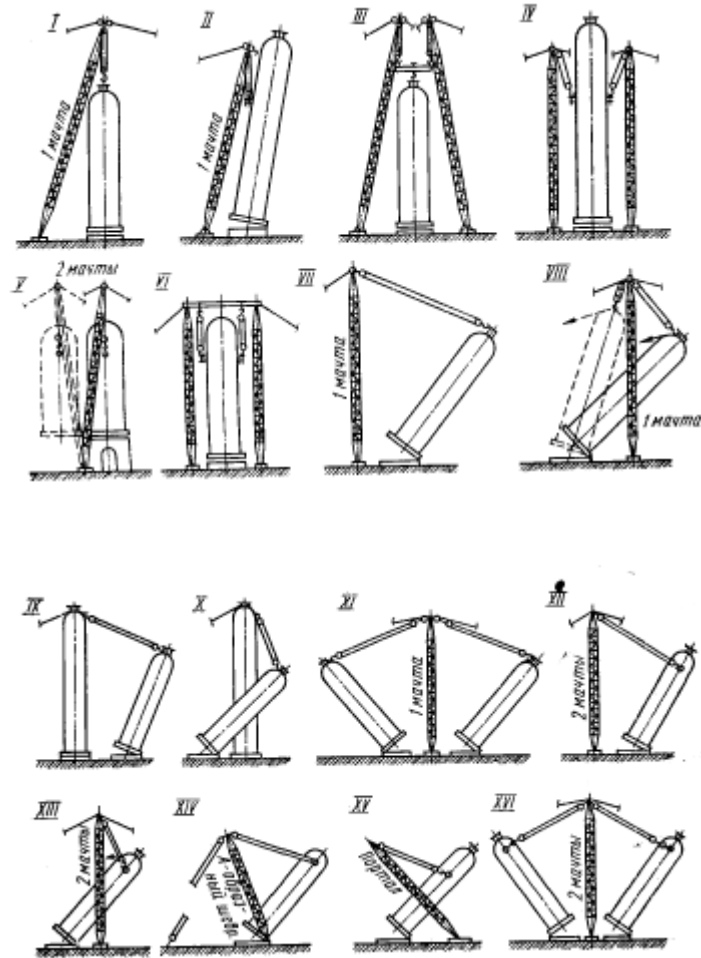


Рис. 14 – способи підйому і установки колонних апаратів за допомогою такелажних пристроїв.

У сушильно-абсорбційному відділенні для ремонту, монтажу та обслуговування занурювальних насосів використовується кран мостовий однобалочний підвісний вантажопідйомністю 5 т, висотою підйому 20 м.

Дрібний поточний та профілактичний ремонт обладнання та комунікацій здійснюється ремонтним персоналом механослужбою та електрослужбою.

У сушильно-абсорбційному відділенні, відповідно до даних перед відправкою насосів на ремонт проводиться їхнє перевезення у спеціальній тарі на централизовану установку, де проводять їх нейтралізацію.

Капітальні ремонти виконуються ремонтною службою підприємства.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

XI.A.00.00.00 ПЗ

Лист

55

Колонні апарати вивіряють на фундаменті особливо ретельно, оскільки навіть незначні їх відхилення від строго вертикального положення можуть призвести до помітної втрати стійкості та порушення нормальної роботи внутрішніх пристроїв.

Зазвичай у робочих монтажних кресленнях для кожного апарату вказано максимально допустиме відхилення осі апарату від вертикалі.

Перевірка на вертикальність проводиться за допомогою теодолітів, які встановлюють у двох взаємно перпендикулярних площинах, що проходять через вісь апарата, що вивіряється. Щоб уникнути помилок, бажано проводити перевірку в таких умовах, коли виключена можливість одностороннього нагрівання стінок корпусу апарату сонячними променями.

Перевірка висоти розташування опорної площини апарату виробляється нівеліром від нанесеної на фундаменті нівелірної позначки.

Апарату надають потрібне положення, підкладаючи під нього опорну поверхню сталеві підкладки, після чого прикріплюють до фундаменту фундаментними болтами. Зазори між фундаментом та опорною поверхнею апарату заповнюють цементним розчином.

Більшість колонних апаратів працює при високій температурі під тиском або у вакуумі і містить вогне- та вибухонебезпечні середовища. Корпуси колонних апаратів та їх внутрішні пристрої можуть зношуватися в результаті корозійного, ерозійного та термічного впливу середовища. Зростання зносу залежить від багатьох факторів, і в першу чергу від фізико-хімічних властивостей середовища, умов ведення процесу, конструктивного виконання та якості металу корпусу, застосування відповідних інгібіторів корозії.

Вартість колон зазвичай дуже висока, демонтаж та монтаж їх - кропіткий, трудомісткий і тривалий процес. Сміна колонних апаратів виробляється в переважній більшості випадків внаслідок зносу корпусів. Тому при експлуатації необхідно вжити надійних заходів для запобігання від передчасного зношування корпусів. Корозійна стійкість корпусів колон має бути не вище семи балів при оцінці за

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

десятибальною шкалою, а у випадку колон великих діаметра і висоти - не вище п'яти балів, тобто зріст корозії має перевищувати 0,1 мм/рік.

Ерозійне зношування корпусів колон є наслідком впливу сильних струменів рідини та парових потоків, що містять абразивні включення. Ділянки корпусів, схильні ерозії, захищають протекторами та спеціальними пристроями, зменшують кінетичну енергію струменів рідини та пари

Зношування колонних апаратів небезпечно не тільки через порушення їх міцності; продукти корозії, що утворилися, можуть закупорити або забруднити трубопроводи невеликого перерізу, теплообменників та конденсаторів.

Ремонт апарату починають з його розтину, яке необхідно виробляти, суворо дотримуючись наступного правила. Спочатку відкривають верхній люк, причому перед цим в апарат протягом деякого часу подають водяний пар, щоб уникнути можливого підсмоктування повітря, в результаті якого може утворитися вибухонебезпечна суміш, Далі послідовно (зверху вниз) відкривають інші люки. Категорично забороняється одночасно відкривати верхній та нижній люки. Не можна відкривати спочатку нижній, а потім верхній люк, тому що внаслідок різниці температур відбувається сильний приплив повітря в колону, що може призвести до утворення вибухонебезпечної суміші.

З метою скорочення тривалості ремонтних робіт ще при промиванні колони водою відвертають частину болтів на тих люках, які розкриватимуться, не порушуючи при цьому герметичність.

Після відкриття люків колона деякий час провітрюється в результаті природної конвекції повітря. Можливість проведення ремонтних робіт у колоні встановлюють виходячи з результатів лабораторного аналізу проб повітря, взятого з неї. Доступ людей в колону можливий, якщо концентрація вуглеводнів у пробі вбирається у 300 мг/м³, а вміст сірководню -10 мг/м³. Гранично допустимі концентрації інших речовин вказуються в технологічній карті (технологічному регламент) кожної установки, блоку або відділення.

При роботі всередині колони необхідно ретельно дотримуватися правила техніки безпеки. Робочий повинен надягати зберігальний пояс з мотузкою, кінець

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

якої виводиться назовні та надійно закріплюється; за роботою що знаходиться всередині колони робітника постійно спостерігає спеціально виділений для цієї мети робітник. Тривалість безперервної роботи в колоні повинна бути не більше 15 хв. Після цього необхідний такий же за тривалістю відпочинок поза колоною (зазвичай робочий і спостерігач міняються місцями).

При перших ознаках появи всередині апарату, що ремонтується вибухонебезпечних, горючих або токсичних рідин, парів і газів будь-яку роботу слід негайно припинити.

До підготовки колони пред'являють особливо високі вимоги в тому випадку, якщо в ній повинні проводитися вогневі (зварювальні) роботи. Ділянка колони, на якому проводиться зварювання, відокремлюється металевими або просоченими водою дерев'яними настилами, накритими кошмою.

Для освітлення всередині колони застосовують лампи з напругою не більше 12 В. Переносне освітлення має бути вибухобезпечним. Корпус колони, а також її внутрішні пристрої піддають ретельного огляду. При необхідності огляду всієї поверхності корпусу розбирають внутрішні пристрої або їхню частину.

Виявлення дефектів корпусу, що вимагає високої кваліфікації та включає візуальний огляд для визначення загального стояння корпусу та ділянок, схильних до найбільшого зносу; вимірювання залишкової товщини корпусу за допомогою ультразвукових дефектоскопів, шляхом мікрометрування та контрольного просвердлювання отворів; перевірку на густину зварних швів та роз'ємних з'єднань іт. д.

За характером виявленого дефекту встановлюють спосіб ремонту корпусу. Нещільні зварні шви вирубають, зачищають н заварюють відповідним електродом. Дуже важливе правильне перекривання нового та старого швів.

Зношені штуцери та люки вирізають і замінюють новими з обов'язковою установкою зміцнювальних кілець. Бажано, щоб зміцнюючі кільця нових штуцерів мали декілька більший діаметр, ніж старі: це дозволяє приварювати їх у новому місці. Ремонту піддають всі штуцери, сигнальні отвори на кільцях яких під час експлуатації були заглушені пробками.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

При кожному ремонті вимірюють фактичну товщину стінки корпуси експлуатованого колонного апарату. Найбільш зношені ділянки корпусу колони вирізають, але в їх місце ставлять нову ділянку, заздалегідь звальцьовану по радіусу колони.

Зварювання роблять встик. Вирізання великих ділянок корпусу може призвести до послаблення перетину та порушення стійкості. Тому до вирізування дефектної ділянки його зміцнюють стійками, що встановлюються всередині або зовні (рис. 15)

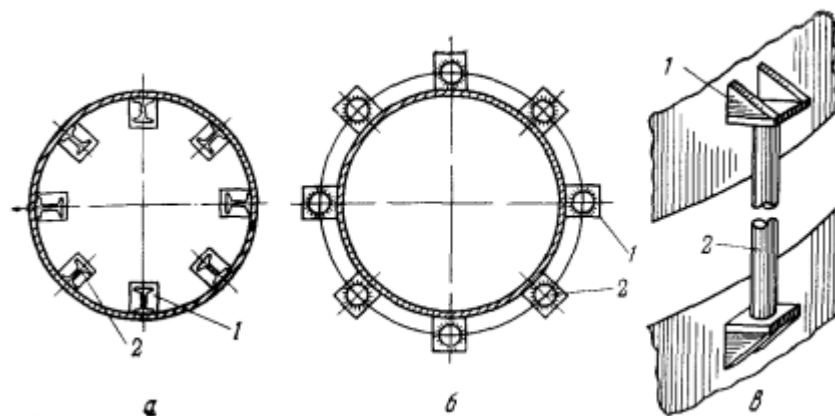


Рис. 15 – Посилення колони в місцях поясів, що вирізаються: а) внутрішні стійки; б) зовнішні стійки; в) схема кріплення стійки: 1. Лапами, 2. Стійками.

Число і переріз стійок і розміри опорних лап розраховують виходячи з умови рівності їх опорів опору вирізаного перерізу

Проміжні обічайки легко замінюють наступним чином. Встановлюють підйомні щогли, що утримують верхню, неушкоджену частину колони, відокремлюють цю частину від пошкодженої ділянки газорізкою та опускають на землю. Пошкоджену частину колони кроквають і за допомогою тих же щогл опускають на землю. Заздалегідь підготовлену нову частину колони піднімають і стикують з нижньою частиною колони, потім піднімають верхню частину. Після перевірки монтованих частин зварюють обидва стикові шви.

Дуже часто, враховуючи трудомісткість таких заміन ділянок

корпуси, визнають доцільною повну заміну зношеної колони. Демонтаж зношеної колони виробляють у порядку, зворотньому монтажу. Після відповідних перевірок демонтована керована колона може бути використана для установки монтажних щогл так само, як нова колона - для демонтажу.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

5. АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.3. Опис контрольованих параметрів під час проведення технологічного процесу (Малин) (Амелин)

Сушильно-абсорбційне відділення є складним об'єктом регулювання з великим циклом прямих і зворотних зв'язків і кількістю регульованих параметрів). У кожному циклі орошення є кілька регулюючих звенів (абсорбер, холодильник, збірник) со складними динамічними характеристиками. Цей об'єкт піддається дії таких возмущений, як зміни концентрації сернистого ангідриду в газі, ступеня абсорбції SO₂ в олеумному поглинанні, температури газу перед першою сушильною башною та ін.

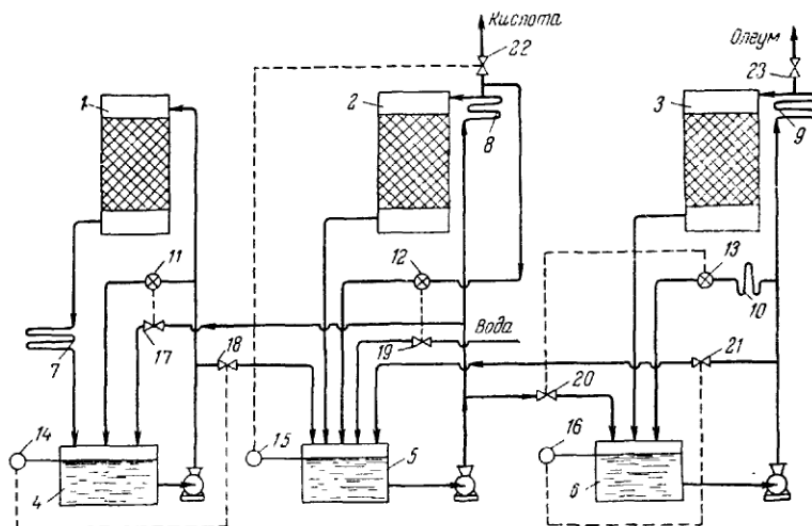


Рисунок 16 - схема автоматизації сушильно-абсорбційного відділення (з примусовою циркуляцією): 1 - сушильна вежа; 2 - моногідратний абсорбер; 3 - олеумний абсорбер; 4 - 6 - збірники кислоти; 7-10 - холодильники; 11 - 13 - регулятори концентрації; 14 - 16 - регулятори рівня; 17-23 - регулюючі клапани.

На рис. 15 зображено схему автоматизації сушильно-абсорбційного відділення з однією сушильною вежею та двома абсорберами (олеумним та моногідратним). Надлишок сушильної кислоти передається до збірника 5.

Певний рівень кислоти у збірнику 4 підтримується за допомогою регулятора 14, який впливає на клапан 18. У збірник 5 додається вода, кількість якої регулю-

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

ється концентратомером 12 та клапаном 19. У міру накопичення моногідрату у збірнику 5 регулятор рівня 15 впливає на клапан 22, через який кислота передається складу. - ^Постійність концентрації олеуму в абсорбері 3 підтримується завдяки впливу регулятора 13 на клапан 20, через який моногідрат надходить у збірник 6. Одночасно регулятор1 рівня 16 впливає на^клапан 21, що змінює надходження олеуму в збірник 5.

Якісні та техніко-економічні показники виробництва сірчаної кислоти залежать насамперед від точності дотримання технологічного режиму. Порушення його наводять до зниження продуктивності та погіршення якості продукції. Тому запровадження автоматичних методів контролю та регулювання процесу, тобто автоматизація виробництва, має велике народногосподарське значення. У хімічній, зокрема, у сірчаноокислотній промисловості автоматизація контролю та управління процесами особливо важлива, тому що в ході хімічних процесів можливе виділення в атмосферу виробничих приміщень шкідливих продуктів (гази, пари, пил та ін.). У таких приміщеннях обслуговуючий персонал повинен бути відсутнім. Виробництво сірчаної кислоти є безперервним: всі сновні апарати технологічної схеми з'єднані послідовно. При перебоях у роботі одного апарату порушується режим роботи наступних апаратів. Так, при зменшенні концентрації SO₂ у газі, що надходить на контактування, знижується температура в контактних апаратах та зменшується ступінь перетворення. Щоб відновити нормальний режим і підвищити рівень окислення до необхідної норми, газові потоки доводиться регулювати за допомогою відповідних засувок. При цьому в абсорбційному відділенні у зв'язку зі зменшенням кількості поглинається SO₃ необхідно змінювати кількість кислоти, що передається з сушильного відділення до збірника при моногідратному абсорбері, і кількість моногідрату, що спрямовується до збірки олеуму.

Слід підкреслити, що при строгому дотриманні технолоного режиму тривалий час не потрібно додаткового регулювання. Відомі випадки, коли протягом багатьох діб окремі вузли сірчаноокислотних систем безперервно працювали без регулювання.

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		62

Завдання контролю виробництва полягає у своєчасному виявленні відхилень від встановленого режиму, що дозволяє швидко усунути їх і запобігти порушенням режиму на інших стадіях процесу.

Методи контролю можна умовно поділити на ручні та автоматичні. До ручних методів контролю зазвичай відносять проведення хімічних аналізів. Спочатку відбирають пробу сировини, напівпродукту або продукту, потім проводиться хімічна обробка проби та робляться відповідні обчислення.

Тому у багатьох випадках результати хімічного аналізу одержують через кілька годин з моменту відбору проби. Водночас для всіх безперервних процесів, якими є отримання сірчаної кислоти та її концентрування, своєчасне виявлення відхилень параметрів технологічного режиму від встановлених оптимальних норм значення.

При автоматичних методах контролю вимірювання проводяться в основному безперервно. Прилади автоматичного контролю не тільки вказують, а й реєструють показання, а також сигналізують про відхилення параметра, що вимірюється від заданого значення. При цьому реєстрація показань може проводитися на значній відстані від місця виміру дистанційно. Це дозволяє при установці приладів біля робочих місць зосередити реєстрацію всіх основних показників в одній точці - у пункті управління. Таким чином, стає можливим одночасний контроль роботи обслуговуючим персоналом на кожній ділянці цеху чи відділення та начальником зміни - всього цеху або відділення безпосередньо з пункту управління. Тому автоматичний контроль виробництва сірчаної кислоти застосовується все ширше і витісняє інші способи контролю. У цьому використовуються непрямі методи вимірів. Наприклад, концентрація кислоти, що впливає з барботажного концентрата, залежить від її температури, методи вимірювання якої добре розроблені, зв'язку з чим воліють автоматично вимірювати температуру, а чи не концентрацію кислоти. Проте для багатьох показників поки відсутні надійні автоматичні методи вимірювання, тому ручні, зокрема, хімічні, методи контролю ще поширені у сірчано-кислотній промисловості.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Контроль основних параметрів процесу

Вимірювання температури. Температуру газу та кислоти у сірчанокислотному виробництві вимірюють за допомогою ртутних термометрів, термометрів опору та термопар, причому точність вимірювання термометрами опору та термопарами вище; для забезпечення такої точності застосовуються різноманітні різні логометри, мости опору, мілівольтметри та потенціометри - показують, що автоматично реєструють одночасно кілька показань і сигналізують.

Для вимірювання температури до 500 °С широко застосовуються ртутні термометри, проте зручніші у виробничих умовах термометри опору. Принцип їхньої дії заснований на вимірі електропровідності металів за різної температури. Основною частиною термометра опору є тонка тяганина (мідна, платинова або зі спеціального сплаву), кінці якої з'єднані з приладом для вимірювання опору (логометр або міст опору); шкала вимірювального приладу градується у поділах, що відповідають градусам стоградусної шкали. Перевага термометра опору в порівнянні з ртутним полягає в тому, що за допомогою довгого з'єднувального дроту логометр або міст опору можна перенести на відстань від точки виміру, наприклад помістити в пункті управління.

Для вимірювання вищих температур (300-1800 °С) застосовують термопари, що складаються з двох спаяних зволікань, виконаних із різних металів або сплавів. При підвищенні температури «гарячого» спаю виникає електричний струм, що вимірюється мілівольтметром, до клем якого приєднані вільні кінці термопари («холодний» спай). Термопару поміщають у захисну гільзу, зазвичай сталеву, фарфорову або кварцову.

Вимірювання тиску та розрідження здійснюється за допомогою U-подібних (двотрубних) та чашкових (однотрубних) манометрів, вакуумметрів та мікроманометрів, заповнених водою, ртуттю або якоюсь іншою рідиною. Для вимірювання надлишкового тиску об'єкті праве коліно приладу з'єднують з об'єктом, а ліве залишають відкритим (повідомленим з атмосферою); при вимірі розрідження ліве коліно приладу з'єднують із об'єктом, а праве залишають відкритим. Про

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

розрідження або тиск судять по різниці рівнів рідини в трубках (в мм або см ртутного або водяного стовба). Результат вимірювання може бути виражений у (Па)

$$P=hg(\rho-\rho_c)$$

де g - Прискорення вільного падіння: m/c^2 ;

A - різниця рівня робочої рідини, м;

ρ та ρ_c - щільність відповідно робочої рідини та середовища над робочою рідиною, kg/m^3

Такі манометри застосовуються для вимірювання надлишкового тиску повітря та газів до 7 кПа та 0,1 МПа, а тягомери для виміру розрідження до 0,101 МПа.

Крім зазначених вище, у промисловій практиці широко використовуються прилади з пружними чутливими елементами (мембранами, трубчастими пружинами, сільфонами) різному оформленні - показують, самописні та сигналізуючі.

Вимірювання витрати. Об'єм прохідних газів або рідини зазвичай вимірюють за допомогою діафрагми – металевого диска з отвором посередині. Діафрагма закріплюється між двома фланцями трубопроводу. Отвір діафрагми менший за діаметр трубопроводу, тому при проходженні газу (рідини) створюється опір, який тим більший, ніж вище швидкість газу (рідини) у трубопроводі. Якщо приєднати одне коліно манометра до трубопроводу до місця встановлення діафрагми, а інше після неї, то манометр покаже різниця тисків. З цієї різниці можна визначити швидкість потоку, а потім витрати газу або рідини в одиницю часу.

Аналіз кислоти. Концентрацію кислоти вимірюють лабораторними концентратомерами УНІХІМ (типу ЛК-М), а на робочих місцях - за відсутності автоматичних концентратомерів - за щільністю кислоти за допомогою ареометра.

Користуючись довідковими даними можна на основі щільності кислоти визначають її концентрацію. Щільність сірчаної кислоти з підвищенням температури зменшується, тому одночасно з визначенням густини вимірюють температуру кислоти і вводять поправку.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Показання ареометрів зазвичай є наближеними. Для точного визначення концентрації кислоти користуються хімічним методом аналізу (титрування). Наважку сірчаної кислоти розчиняють у воді та титрують розчином лугу. За кількістю витраченого розчину лугу відомої концентрації розраховують концентрацію сірчаної кислоти.

Для контролю концентрації кислоти промивних та сушильних веж, моногідрату та олеуму застосовують автоматичні концентратомери типу КСО-У (УНІХІМ) та КНЧ, дія яких заснована на вимірі електропровідності сірчаної кислоти.

Аналіз газів. Вміст пилу в газі (запилення) визначають, пропускаючи вимірну кількість аналізованого газу через попередньо зважений, заповнений скляною ватою склянку з дірчастим дном. Стаканчик вставляють у сталевий патрон з отвором у кришці. Такий патрон поміщають у газохід та пропускають через нього газ, потім по приросту ваги стаканчика розраховують запиленість газу. В даний час для автоматичного визначення концентрації пилу в газі розроблені фотоколориметри. Вимірювання виробляються за допомогою фотоелемента, принцип дії

якого ґрунтується на зміні прозорості газу залежно від його запиленості. Струм у ланцюзі фотоелемента змінюється залежно від вмісту пилу в газі, через який проходить світло, так як зважені в газі частинки пилу поглинають або розсіюють світло. 1) з підкисленою водою і крохмалем наливають певну кількість титрованого розчину йоду (у присутності йоду крохмаль забарвлюється в синій колір) і пропускають аналізований газ до знебарвлення розчину. За кількістю взятого йоду та обсягом пропущеного газу розраховують концентрацію SO_2 .

Для автоматичного визначення високих концентрацій SO_2 у газі застосовують автоматичні газоаналізатори: термокондуктометричний – типу ДТ та акустичний – типу ГАПТ (УНІХІМ). УНІХІМ для цих цілей розробив акустичний газоаналізатор ГДА-У1 підвищеної точності. Для контролю концентрації діоксиду сірки у газах, що відходять, застосовують деполяризаційний газоаналізатор типу ГД-У1 (УНІХІМ).

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

5.2. Розроблення системи автоматизованого керування роботою обладнання

Розроблений технологічний процес сушильно-абсорбційного відділення безперервний, повністю механізований, максимально автоматизований, при нормальній експлуатації не потребує застосування ручної праці.

Передбачається автоматизована система управління технологічними процесами (АСУТП) з застосуванням обчислювальної техніки на базі програмно-технічних комплексів.

Пропонована АСУТП однорівнева, управління здійснюється з операторського пункту управління (ОПУ).

Основні функції системи керування:

- збір та попередня обробка інформації;
- автоматичне регулювання основних технологічних параметрів;
- дистанційне керування регулюючими органами (клапанами, засувками тощо)
- попереджувальна сигналізація зупинки (пуску) технологічного обладнання та відхилення технологічних параметрів від норм регламенту, що загрожують аварійними ситуаціями;
- автоматизація захисних блокувань технологічного обладнання;
- подання інформації на моніторах автоматизованих робочих місць операторів та начальника зміни;
- автоматичний друк звітних документів (рапорти, журнали та інше);
- ведення архіву даних (реєстрацію та документування ведення процесу, відхилень та аварій у технологічному процесі, дій оператора, збоїв у системі управління та інших подій); Рішення спеціальних завдань (розрахунок техніко-економічних параметрів, облік часу напрацювання технологічного обладнання та ін.).

До комплексу технічних засобів АСУТП входять:

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

- засоби низової автоматики (датчики, перетворювачі, вимірювальні прилади, виконавчі механізми та ін.);
- мікропроцесорні керуючі контролери на базі процесорів Intel Pentium та ін; здійснюють збір та попередню обробку інформації, виконують функції програмно-логічного управління та безперервного регулювання, блокувань, захистів, - аварійно- попереджувальної сигналізації тощо;
- Персональні комп'ютери;
- станції оператора (робочі станції не менше 2) та начальника зміни забезпечують виконання завдань відображення інформації, попереджувальної та аварійної сигналізації, автоматичного та дистанційного управління та ін;
- Інженерна станція, призначена для конфігурації системи управління, внесення змін до параметрів системи, які не можна міняти оперативному персоналу;
- архівна станція (сервер АСУТП), оснащена пристроями документування (принтерами, графобудівниками тощо) для виведення звітів у текстовому, графічному та електронному вигляді. На сервері АСУТП проводиться безперервна реєстрація хронологій подій, довготривале зберігання середньозважених годинних значень всіх реєстрованих параметрів та годинникових значень техніко-економічних параметрів, що розраховуються наростаючим підсумком суми творів миттєвого значення параметра на період опитування датчика.

Таблиця з проектуванням автоматизації виробництва наведена у додатку Б.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		68

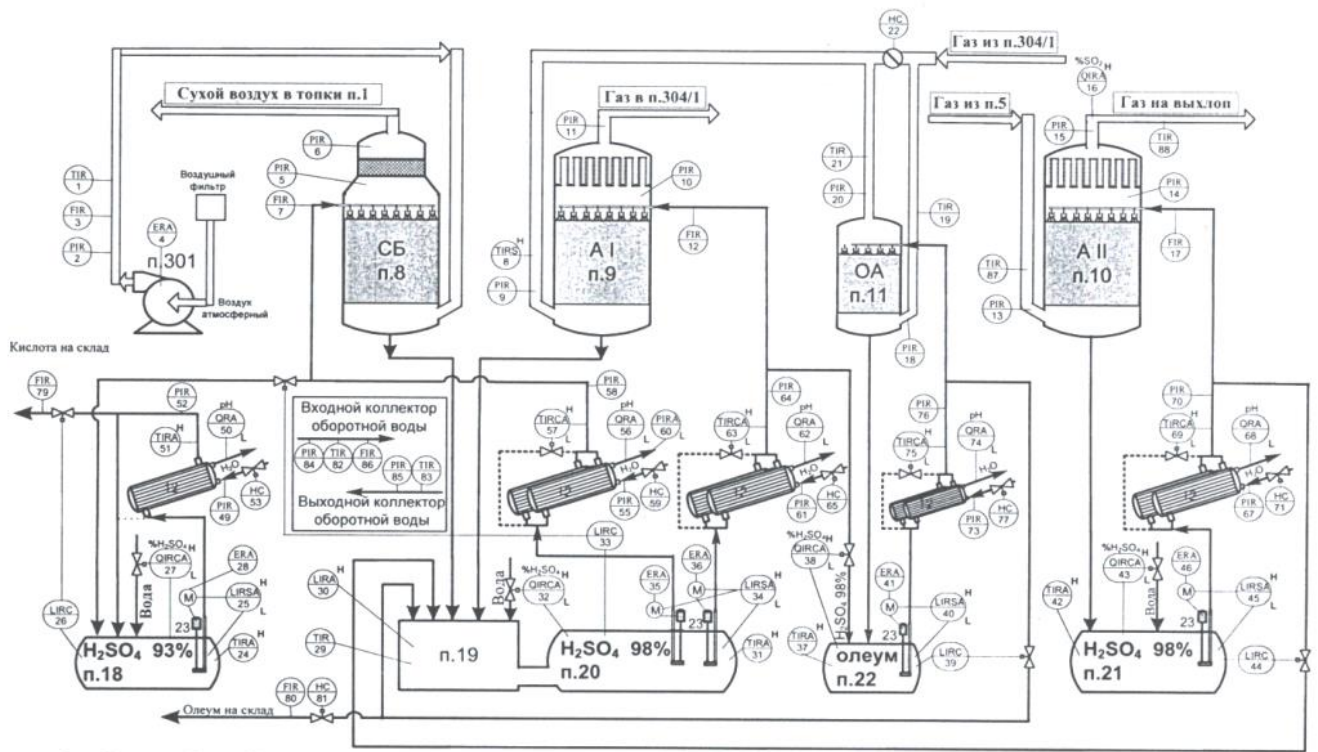


Рисунок 17 – Схема автоматизації сушильно-абсорбційного відділення:

- п.8 – Сушильна вежа (СБ), п.9 – Перший моногідратний абсорбер (A I),
 п.10 – Другий моногідратний абсорбер (A II), п.11 – Олеумний абсорбер (OA),
 п.306 – Нагнітач, п.18 – Збірник циклу розведення, п.19 – Збірник змушувчий,
 п.20 – Об'єднаний збірник (СБ і A I), п.21 – Збірник другого моногідрату (A II),
 п.22 – Збірник олеумного абсорбера, п.23 – Кислотний насос,
 п.12 – Кислотний холодильник

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

XI.A.00.00.00 ПЗ

Лист

69

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів виробництва

Виробництво сірчаної кислоти характеризується наявністю великої кількості небезпечних речовин:

- отруйних та задушливих газів (діоксид та триоксид сірки, природний газ),
- концентрованої сірчаної кислоти, рідкої сірки, а також використанням різного обладнання з рухомими механізмами та струмоприймальними пристроями. Тому, порушення правил експлуатації обладнання, правил охорони праці, пожежної безпеки, норм технологічного режиму можуть стати причинами аварій та травматизму. Особливо суворо повинні дотримуватися правил охорони праці при проведенні ремонтних, монтажних та очисних робіт.

Забороняється ремонт обладнання на ходу, а також ремонт апаратів, що знаходяться під тиском повітря або газу, під наливом кислоти.

Перед ремонтом апаратура та трубопроводи обов'язково повинні бути промиті, просушені, а залишки кислоти нейтралізовані вапном. При відборі проб та переливанні кислоти необхідно надягати захисні окуляри та гумові рукавички. При змішуванні кислот із водою слід вливати кислоту у воду (а чи не навпаки). Проливу кислоту треба негайно змити; місця, облиті кислотою, нейтралізують вапном.

Заливання гідравлічних затворів, огляд кислотопроводів, а також апаратів та ємностей з кислотою необхідно виконувати у захисних окулярах та гумових рукавичках. При виділенні шкідливих газів у приміщення треба негайно надягати протигаз. Користуватися переносними лампочками напругою понад 12 В. забороняється, переносні лампочки та шнури до них мають бути ізольовані. Вимкнення та включення електродвигунів проводиться тільки у справних гумові рукавички. Усі, хто працює в сірчано-кислотному цеху, повинні вміти надати першу медичну самопомогу та взаємодопомогу.

При експлуатації паропроводів високого низького тиску необхідно керуватися ПБ 10-573-03. Необхідно звертати увагу на влаштування огорожувальних щитків на кожному фланцевому з'єднанні трубопроводів пари, гарячої води, сірко-

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		70

проводів, кислотопроводів під тиском, а також трубопроводів гарячих речовин. При експлуатації котла-утилізатора керуватись правилами «ПБ 10-574-03 від 11.06.2003 р.».

Нормативи з викидів:

- SO_2 – 2 кг на тонну виробленої кислоти;
- SO_3 - 0,073 кг на тонну виготовленої кислоти;
- Непрозорість вихлопних газів максимум 10%;
- Вміст оксидів азоту у вихлопних газах – н.б. 15 мг/нм³;
- Вміст туману та бризок сірчаної кислоти у вихлопному газі - н.б. 100

мг/нм³

Рідкі стоки:

- Протоки кислот в САО збираються в приймальному заглибленому збірнику та використовуються для виробництва сірчаної кислоти.

Для первинного (локального) очищення хімічно забруднених стоків (сірчною кислотою), у тому числі від обробки технологічного обладнання використовувати систему, що існує на майданчику. При введення проекрованої потужності додаткових стоків до існуючим не утворюється.

Для отримання поживної води передбачається використання існуючої станції підготовки вод.

Дані щодо характеристики токсичних властивостей сировини, напівпродуктів, готової продукції та відходів виробництва

Сірка рідка, S - сірка технічна при звичайній температурі - жовта тверда речовина. При плавленні сірка переходить у світло-жовтий розплав. Залежно від нагрівання та охолодження сірка може змінювати колір від світло-жовтого до темно-червоного. Щільність рідкої сірки при 140 ° С - 1,79 г/см² У воді нерозчинна. Активно з'єднується з багатьма елементами. У вологому повітрі слабо окислюється за кімнатної температури; горить при 360 ° С, в кисні - за 280 °С; суміш пари з киснем вибухає.

Токсична дія пилу сірки дуже слабка; гострі отруєння виключено. Об'єктивно – почервоніння кон'юнктиви; функціональне захворювання нервової системи за

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

типом вегетативних та вегетативно-судинних порушень; відзначено підвищену захворюваність верхніх дихальних шляхів, а також гастритом, виразковою хворобою шлунка, ентероколіт.

ГДК середньозмінна – 6 мг/м³.

Індивідуальний захист, запобіжні заходи:

Респиратори, рукавички, спецодяг. Обов'язкове миття в душі після роботи. Організація дистанційного управління механізмами при подачі та переробки сірки.

Визначення повітря - відбір проб повітря на фільтр АФА-В-18. Спалювання сірки в атмосфері кисню до SO₂, з наступним окисленням до SO₃, визначення останнього з ВаСІ. Нефелометричний метод.

Діоксид сірки. SO₂ - безбарвний газ із різким запахом. Щільність газу 2,926 г/л. Абсолютно сухий SO₂ за кімнатної температури малореакційноздатний. Сильні окислювачі окислюють SO₂, SO₃, кисень окислює лише у присутності каталізатора.

Токсична дія – дратує дихальні шляхи, викликає спазм бронхів. При впливі SO₂ у вигляді аерозолю, що утворюється при туманах та підвищеній вологості повітря, дратівливий ефект сильніше. За несприятливих метеорологічних умов виділення SO₂ може викликати масове отруєння. Волога поверхня слизових поглинає SO₂, потім послідовно утворюються H₂SO₃ та H₂SO₄. Загальна дія полягає у порушенні вуглеводного та білкового обміну; пригніченні окисних процесів у головному мозку, печінці, селезінці, м'язах. Дратує кровотворні органи. Поріг сприйняття запаху - 0,003 мг/л, найбільш чутливих 0,00087 мг/л. Безпосередньо в час дії подразнення очей викликають концентрації 0,05 мг/л; подразнення у горлі - 0,02-0,03 мг/л; кашель – 0,05 мг/л. При 0,06 мг/л спостерігається сильне подразнення у носі, чхання, кашель, 0,12 мг/л можна витримати 3 хв.; 0,3 мг/л лише |1 хв. При більш тривалому впливі спостерігається також блювання, іноді з кров'ю. Гострі отруєння зі смертельним результатом рідкісні.

ГДК максимальна разова - 10 мг/м³. При одночасному присутності в повітрі SO₂ та H₂SO₄ сума відносин фактичних концентрацій кожного з них у повітрі робочої зони до їх ГДК не має перевищувати одиницю.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		72

Індивідуальний захист. Заходи попередження:

Рукавички, окуляри, спецодяг із кислотостійких матеріалів. Промисловий протигаз, що фільтрує, марки "В" або "В" з фільтром. Тривалість захисної дії протигазу при концентрації 0,0086 мг/л – 90 хв., а протигазу з фільтром – 45 хв. Можливо використання протигазу марки БКФ із меншою захисною дією. Захист очей та шкіри. Боротьба з утворенням та виділенням SO₂ у повітря. Попередні та періодичні медичні огляди 1 раз на 24 місяця.

Визначення у повітрі. Окислення SO₂, до H₂SO₄. та визначення останньої у вигляді РЬSO₄ у водно-спиртовому розчині. Можливе визначення утвореної H₂SO₄ з BaCl₂. Обидва методи нефелометричні. Колориметричне визначення засноване на взаємодії SO₂ з парарозаніліном та формальдегідом у кислому середовищі. Можливе визначення з фуксиноформальдегідним реактивом.

Триоксид сірки. SO₃ - безбарвна легкорухлива рідина, щільністю 1,92 г/см³, кипіння при 44,7°C і кристалізація при 16,8°C. Триоксид сірки, потрапляючи в атмосферу цеху, миттєво з'єднується з водяною парою повітря, утворюючи стійкий туман сірчаної кислоти.

Токсична дія - туман сірчаної кислоти дратує та припікає слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, що вражає легені. При потраплянні на шкіру може спричинити опіки. Дія туману сильніша, ніж дія діоксиду сірки.

ГДК максимально разова - 1 мг/м³. При одночасному присутності в повітрі SO₂ і H₂SO₄. сума відносин фактичних концентрацій кожного з них у повітрі робочої зони до їх ГДК не має перевищувати одиницю.

Індивідуальний захист. Заходи попередження.

Спецодяг з кислотостійких матеріалів, окуляри, рукавички або рукавиці. Захист – протигаз марки БКФ з аерозольним фільтром. Медичні огляди проводяться, так само як і для працюючих з діоксидом сірки.

Визначення у повітрі. Визначення туману сірчаної кислоти засноване на реакції з BaCl₂. Чутливість 4 мкг на 5 мл. Можливе визначення іону водню з індикатором. Чутливість 0,01 мкг водневих іонів у аналітичному обсязі.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Сірчана кислота. H_2SO_4 - масляниста, у чистому вигляді прозора безбарвна рідина. температура плавлення $10,35\text{ }^\circ\text{C}$; температура кипіння $330\text{ }^\circ\text{C}$, щільність $1,834\text{ т / м}^3$. З водою змішується у всіх відносинах, виділяючи більшу кількість тепла. Починаючи з $200\text{ }^\circ\text{C}$, та вище виділяє пари SO_3 , які з водяною парою повітря утворюють білий туман.

Концентрована H_2SO_4 - Досить сильний окислювач. Токсична дія - дратує та припікає слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, що вражає легені. При попаданні на шкіру викликає тяжкі опіки. Аерозоль H_2SO_4 має більш виражене токсичне дію, ніж SO_2 . Особливо важкі поразки при попаданні сірчаної кислоти у очі. Як правило, H_2SO_4 - зустрічається в повітрі підприємств разом із SO_2 , тому майже всі описи отруєнь відносяться до спільної дії цих речовин (див. діоксид сірки).

Невідкладна терапія. При подразненні слизової оболонки дихальних шляхів - свіжого повітря, інгаляції содового розчину. Пити тепле молоко з содою та боржомом. При попаданні на шкіру або слизові міцною кислоти - рясне промивання. При опіку накладають пов'язки з 2-3% розчином соди. Негайне звернення до лікаря.

ГДК максимально разова - 1 мг/м^3 При одночасному присутності в повітрі SO_2 , H_2SO_4 сума відносин фактичних концентрацій кожного з них у повітрі робочої зони до їх ГДК не має перевищувати одиницю.

Індивідуальний захист. Заходи попередження.

Промислові протигази, що фільтрують, марок В (з фільтром), БКФ, М; шлангові протигази ПШ-1, ПШ-2. Захисні окуляри або маски та щитки з оргскла та ін. Спецодяг (штани та куртки або комбінезон, фартухи, рукавички або рукавиці) із кислотостійких тканин: ШХВ-30, ШЛ, нітрон, лавсан, кислотозахисне сукно ШЛ-40, СВХ-1, змішані тканини з лавсану з хлоропреном та ін. Гумові чоботи.

Механізація розливу, пакування, перемішування в цехах. Обладнання аварійних душ для швидкого змивання потрапила на одяг або шкіру кислоти.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Нейтралізація пролітої кислоти порошком МЛ (кальцинована сода 60%, рідке скло 30%, сульфол 10%).

Попередні та періодичні медичні огляди працюючих у виробництві H_2SO_4 , проводяться 1 раз на 24 місяці.

Визначення у повітрі. Визначення туману сірчаної кислоти засноване на реакції з $BaCl_2$. Чутливість 4 мкг на 5 мл. можливо визначення іону водню з індикатором. Чутливість 0,01 мкг водневих іонів у аналізованому обсязі.

Таблиця 16 - Перелік найбільш небезпечних місць в технологічній схемі при відхиленнях від нормального технологічного режиму

№ п/п	Відхилення	Причина виникнення	Спосіб уникнення
1	Зміна концентрації кислоти в збірниках	а) Порушене відношення подачі води та кислоти	а) Відрегулювати концентрацію кислоти подачею води
2	Підвищення температури орошаючих кислот	Недостатньо подається і нерівномірно розподіляється вода по кислотним холодильникам	Збільшити і відрегулювати подачу води в холодильники
3	Підвищення вмісту вологи в повітрі після СБ	Недостатньо орошається насадка або нерівномірно розподіляється кислота по насадці	Збільшити орошення та покращити розподіл кислоти по насадці
4	Припинення орошення насадки	Вийшли з ладу насоси або кислотні комунікації	Зупинити систему, усунути несправність насосів або комунікацій
5	Різке підвищення опору вежі	а) збільшення подача кислоти на орошення; б) Обрушилася насадка	а) Зменшити подачу кислоти; б) Зупинити систему, усунути несправність

6	Поява бризг в газі після бризгоуловлювачів СБ, АІ, АІІ	а) Кислота переливається через ботир желобів; б) порушення в роботі бризгоуловлювача	а) Відревізувати орошаючі пристрої і відрегулювати подачу кислоти б) Відновити фільтруючий шар.
7	Поява туману в газах, що відходять	а) Погіршення орошення моногідратного абсорбенту; б) Зміна концентрації орошаючої кислоти	а) Перевірити роботу орошаючих насосів та орошаючих пристроїв і усунути несправності; б) Відрегулювати концентрацію кислоти в моногідратному циклі.
8	Припинення орошення однієї з абсорбційних веж	Зупинка або вихід з ладу відповідного насосу.	Перезапустити насос, при неможливості зупинити систему по аварійній схемі, перевірити насос, при необхідності замінити.
9	Припинення орошення всіх абсорбційних веж	Відключення електроенергії.	Зупинити систему по аварійній схемі. Діяти по плану ліквідації аварії.
10	Зниження рН води на виході з кожухотрубного холодильника менш 6,5	а) Неточність в показаннях приладів б) Порушення герметичності кожухотрубного холодильника	Перевірити на індикаторному папері рН оборотної води. а) Замінити прилад б) Знизити навантаження системи, припинити подачу води і кислоти в холодильник, воду та кис-

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

XI.A.00.00.00 ПЗ

Лист

76

			лоту здренувати. Підготувати холодильник до ремонту (відглушити трубки).
--	--	--	--

Можливі джерела виділення шкідливих:

- Порухнення герметичності апаратів і трубопроводів, насосів;
- Нещільність кранів, вентелів, аналітичних забірних точок;
- Розриви сіркопроводів і паропроводів.

6.2 Розрахунок основного потенційно-небезпечного фактора

[14]

Захист від ПУБ спеціальних об'єктів, у нормальних технологічних схемах яких можуть знаходитися і утворюватися вибухонебезпечні концентрації газів (парів, пилу, волокна тощо), повинен використовуватися блисковідводами, що стоять окремо. Віддаленість блискавковідводів, що стоять окремо від об'єкта, що захищається, і підземних металевих комунікацій визначається газузовими нормативними документами.

1. У відповідності до вимог ПУЕ визначається допустимий опір розтіканню струму в заземленні R_z : Для мереж, що мають напругу до 1000 В можна взяти $R_z = 4 \text{ Ом}$.

2. Для подальших розрахунків визначається питомий опір ґрунту:
 $\rho_{\text{табл}} = 2000 \text{ Ом}$.

3. Розраховується питомий опір ґрунту для стрижнів і для смугового зазелювача з урахуванням несприятливих умов, що враховуються коефіцієнтом. Підвищувальні коефіцієнти для стрижнів $K_{\text{п.т}}$ і для смуги $K_{\text{п.с}}$, які враховують зміни опору ґрунту в різні пори року залежно від наявності опадів.

$$\rho_{\text{расч.ст.}} = \rho_{\text{табл.}} \cdot k_{\text{п.ст}} \quad (52)$$

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		77

$$\rho_{\text{расч.ст.}}=1,5 \cdot 2000 = 3000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$$

4. Визначається опір розтіканню струму для одиночного стрижневого поглибленого заземлення, розташованого нижче поверхні землі:

$$R_T = \rho_{\text{п.з.}} / 2\pi \cdot l \cdot [\ln(2 \cdot l / d) + 1/2 \cdot \ln((4t+1)/(4t-1))] \quad (53)$$

$$R_T = 3000 / 2 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot [\ln(2 \cdot 200 / 1,5) + 1/2 \cdot \ln((4 \cdot 150 + 250) / (4 \cdot 150 - 250))] = 4,4 \text{ Ом} \cdot \text{см}$$

де t - відстань від поверхні землі до середини стрижня, см;

$$t = h_3 + (l_T / 2) = 50 + (200 / 2) = 150, \text{ см} \quad (54)$$

де h_3 – глибина заглиблення труб, см;

l_T – довжина вертикального заземлювача.

5. Знаходимо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів:

$$\eta_T \cdot \eta_{T \text{ е.}} = R_T / R_3, \quad (55)$$

$$\eta_T \cdot \eta_{T \text{ е.}} = 4,4 / 4 = 1.1 \text{ шт}$$

примаємо 2 шт.

6. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму при прийнятому числі вертикальних заземлювачів $n_{T,E}$:

$$R_{\text{розр.т.}} = R_T / n_{T,E} \cdot \eta_{\text{е.т.}}, \quad (56)$$

$$R_{\text{розр.т.}} = 4,4 / 2 \cdot 0,85 = 2.58 \text{ Ом}$$

7. Довжина з'єднувальної смуги:

$$L_{z.c.} = 1,05 \cdot L_{\text{ст}} (\eta_{\text{т.е.}} - 1), \quad (57)$$

$$L_{z.c.} = 1,05 \cdot 200 (2 - 1) = 210 \text{ см}$$

8. Опір розтікання струму в з'єднувальній смузі:

$$R_{z.c.} = 0,366 \cdot (\rho_{\text{розр.ст.}} / L_{z.c.}) \cdot \lg((2 \cdot L_{z.c.}^2) / (h_3 \cdot b_c)), \quad (58)$$

$$R_{z.c.} = 0,366 \cdot (8000 / 210) \cdot \lg((2 \cdot 210^2) / (50 \cdot 5)) = 35,5 \text{ Ом}$$

де b_c - ширина з'єднувальної смуги

9. Визначаємо коефіцієнт екранування $\eta_{E,z.C}$ для з'єднувальної смуги:

$$\eta_{E,z.C} = 0,77.$$

10. Визначаємо розрахунковий опір для розтікання електричного струму в з'єднувальній смузі з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_{\text{розр.с.}} = R_{z.c.} / n_c \cdot \eta_{\text{е.з.п.}} \quad (59)$$

$$R_{\text{розр.с.}} = 35,5 / 1 \cdot 0,77 = 46.1 \text{ Ом}$$

					XI.A.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

де n_c – кількість з'єднувальних смуг, $n_c=1$.

11. Загальний розрахунковий теоретичний опір розтіканню струму від вертикальних заземлювачів та з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг.розр.}} = 1 / \left(\frac{1}{R_{\text{розр.т}}} + \frac{1}{R_{\text{розр.с}}} \right) \quad (60)$$

$$R_{\text{заг.розр.}} = 1 / \left(\frac{1}{2.58} + \frac{1}{46.1} \right) = 2,44 \text{ Ом}$$

Заземлення розраховано вірно, оскільки $R_{\text{заг.розр.}} = 2,44 \text{ Ом} < R_3 = 4 \text{ Ом}$

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В даній дипломній роботі був розглянутий процес отримання сірчаної кислоти в сушильно-абсорбційному відділенні. Я ознайомилась з властивостями сірчаної кислоти, сировиною для її отримання та обладнанням, яке застосовується.

Був проведений розрахунок другого моногідратного абсорбера та розглянуте додаткове обладнання, що приймає участь в отриманні сірчаної кислоти. Представлена інформація про автоматизацію сушильно-абсорбційного відділення. Був проведений аналіз небезпечних та шкідливих факторів виробництва, розраховано основний потенційно-небезпечний фактор.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Амелин А. Г. «Производство серной кислоты» М. Химия, 1983г
2. «Справочник сернокислотчика» под редакцией Малина К. М. М. Химия 1971 г.
3. Павлов К. Ф., Романків П.Г., Носков А. А. Приклади і задачі по курсу процесів і апаратів хімічної технології. Ленінград, Хімія, 1987, 576 с.
4. Плановський А. Н., Рамм В. М., Каган С. З. Процеси і апарати хімічної техно-логії. Москва, Хімія, 1968, 848 с.
5. Міхальов М. Ф. Розрахунок і конструювання машин і апаратів хімічних ви-робництв. Приклади і задачі. Ленінград, Машинобудування, 1984, 640 с.
6. Лашинський А. А. Конструювання зварних хімічних апаратів, Довідник. Ле-нін-град, Машинобудування, 1981, 382 с.
7. Дитнерский Ю. І. Основні процеси і апарати хімічної технології. Посібник з проектування. Москва, Хімія, 1983, 272 с.
8. ГОСТ 12.1.011-78 ССБТ, Опасные и средние производственные факторы
9. ГОСТ 12.1.011-78 ССБТ, Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытания
10. Пряников В. И., Справочник по охране труда и технике безопасности в хи-мической промышленности, изд-во Химия М.,1971, с. 472-482
11. Гайдамак К.М., Тыркин Б.А. Монтаж оборудования предприятий химиче-ской и нефтехимической промышленности, 1974.
12. ГОСТ 5632-72, Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные, М.: Изд-во стандартов, 1973. – 60 с.
13. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по про-ектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Химия, 1991.-496с.
- 14.ДСТУ Б В.2.5–38:2008. Улаштування блисквозахисту будівель і споруд. Видання офіційне / Мінрегіонбуд України – Київ, 2008

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

15. Фарамазов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов: Учебник для техникумов, 3-е издаие, перераб, и доп, М.:Химия, 1988, 304с
16. Фарамазов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов: Учебник для техникумов, 3-е издаие, перераб, и доп, М.:Химия, 1988, 304с

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82