

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет інженерії
(повне найменування факультету)

Кафедра хімічної інженерії та екології
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної магістерської роботи

освітнього ступеня магістр
(бакалавр, магістр)

спеціальності 101 – Екологія
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Розробка заходів зі зниження негативного впливу виробництва капролактаму на довкілля

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-19дм

Кучер Г.І.
(прізвище, та ініціали)

.....
(підпис)

Керівник Мохонько В.І.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Завідувач кафедрою Суворін О.В.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Рецензент Блінова Н.К.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Северодонецьк - 2020 р.

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет _____ інженерії _____
Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
Освітній ступінь _____ магістр _____
(бакалавр, магістр)
Спеціальність _____ 101 – Екологія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ” _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Кучер Галині Іванівні _____

1. Тема роботи:

Розробка заходів зі зниження
негативного впливу виробництва капролактаму
на довкілля

Керівник роботи _____ Мохонько Вікторія Іванівна, к.геол.н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 19.11.2020 р. № 163/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 11 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Аналітичний огляд. 2. Обґрунтування обраного напрямку досліджень. 3. Теоретична частина. 4. Експериментальна частина. 5. Прикладна частина. 6. Охорона праці. 7. Еколого-економічні розрахунки. Висновки. Анотація. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Схема утворення стічних вод виробництва капролактаму (1 листи).
2. Таблиця відходів (1 лист).
3. Матеріальний баланс (1 лист).
4. Технологічна схема каталітичного окислення (1 лист).
5. Креслення основного апарату (1 лист).
6. Еколого-економічні показники (1 лист).

6. Дата видачі завдання – 20 листопада 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	23.11.2020	
2	Аналітичний огляд	25.11.2020	
3	Обґрунтування обраного напрямку досліджень	27.11.2020	
4	Теоретична частина	30.11.2020	
5	Експериментальна частина	02.12.2020	
6	Прикладна частина	04.12.2020	
7	Охорона праці	07.12.2020	
8	Еколого-економічні розрахунки	09.12.2020	
9	Висновки	10.12.2020	

Здобувач вищої освіти

_____ Кучер Г.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Мохонько В.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Текстові документи</u>		
A4		1	PM 04.01. ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Графічні документи</u>		
A4		2	PM 04.02. Сх	Схема утворення стічних вод виробництва капролактаму	1	
A4		3	PM 04.03. ТВ	Таблиця відходів	1	
A4		3	PM 04.04. СТ	Технологічна схема каталітичного окислення	1	
A4		3	PM 04.05. МБ	Матеріальний баланс	1	
A4		3	PM 04.06. ВЗ	Креслення основного апарату	1	
A4		3	PM 04.07. ЕЕП	Еколого-економічні показники	1	

PM 04.01. ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Кучер Г.І.		
Перев.		Мохонько В.І.		
Консульт.				
Н. Контр.				
Затв.		Суворін О.В.		

Відомість

Літ. Аркуш Аркушів

СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм

Реферат

Дипломна робота з теми «Розробка заходів зі зниження негативного впливу виробництва капролактаму на довкілля» складається з пояснювальної записки, що містить ___ сторінок, 16 таблиць, 10 рисунків, використано 29 найменувань літературних джерел. Графічна частина – 6 листи.

ВИКИД, АЕРОЗОЛЬ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, СПАЛЕННЯ, ЗНЕШКОДЖЕННЯ, КАТАЛІТИЧНЕ ОКИСЛЕННЯ, СОЛІ, ЛУГИ, КАПРОЛАКТАМ, ОКСИДИ ВУГЛЕЦЮ, ОКСИДИ НІТРОГЕНУ

В роботі розглянуті компоненти навколишнього середовища та зроблена оцінка впливу на них виробництва капролактаму. Визначено, що значної шкоди довкіллю завдають викиди від спалення стічних вод зі стадій оксимування та екстракції, що містять токсиканти до атмосфери.

З метою зниження та контролю вмісту токсикантів в скидних газах пропонується замінити технологію спалювання на каталітичну. Але через присутність в стічних водах солей не можливо використовувати традиційний каталіз, тому запропоновано проводити процес каталітичного окислення за технологією аерозольного каталізу. Така організація процесу дозволить скеровано вести процес окиснення таким чином контролювати концентрацію токсикантів в скидних газах. В практичній частині запропонована технологічна схема, виконані матеріальний баланс. Розглянуті питання з охорони праці на виробництві, визначені шкідливі фактори, запропоновані шляхи їх зменшення.

Запропоновані техніко-екологічні рішення з економічної точки зору є доцільними, при впровадженні яких плата за забруднення навколишнього середовища знижується на 58,3 тис. грн./рік.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>			<i>Реферат</i>			
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Зміст

Вступ

1 Аналітичний огляд

2 Обґрунтування обраного напрямку досліджень

3 Теоретична частина

4 Експериментальна частина

5 Прикладна частина

6 Охорона праці

7 Еколого-економічні розрахунки

Висновки

Анотація

Література

РМ 04.01. ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кучер Г.І.			Зміст	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Мохонько В.І.						
Консульт.								
Н. Контр.								
Затв.		Суворін О.В.						
						СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм		

Вступ

Запобігання забрудненню навколишнього середовища є одним із пріоритетних науково-технічних завдань сформульованих Урядом України.

Відходами промислових підприємств слід вважати побічні продукти хімічних реакцій, які не знаходять застосування в народному господарстві або їх виділення недоцільно.

Поява побічних продуктів пов'язано або з недоліками сучасної технології, або обумовлені механізмом хімічних перетворень. У будь-якому випадку тільки поодинокі хімічні реакції мають селективність близьку до 100%, тому поява відходів неминуча. Кількість відходів, що утворюються можна виразити залежністю

$$G = G_1 * (1 - a_1 * a_2 * \dots * a_n)$$

де G - кількість відходів; G_1 - кількість сировини; a - селективність хімічних реакцій або ефективність розділення сумішей в процесах масопередачі; n - число стадій процесу.

Наприклад, при дуже високій селективності хімічних перетворень 0,97 і числі стадій на шляху від сировини до кінцевого продукту (до 8) неминучі втрати сировини становлять 22%, а при селективності 0,95 ця величина збільшується до 34%. Якщо врахувати, що багато хімічних процесів синтезу органічних речовин мають селективність 65-85% (наприклад, стадія окислення циклогексану), то це визначає масштаби і багатокomпонентність відходів виробництва.

Справжня робота присвячена розробці ефективного знешкодження відходів виробництва капролактаму, які містять солі органічних і мінеральних кислот і смоли за технологією аерозольного каталізу, що необхідне для вирішення екологічних проблем виробництва.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>			<i>Вступ</i>			
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

1 Аналітичний огляд

Процес одержання капролактаму (лактаму) складається з наступних стадій:

- 1 Оксимування.
- 2 Перегрупування й нейтралізація.
- 3 Екстрагування.
- 4 Іонообмінне очищення.
- 5 Випарювання води з водяного розчину капролактаму.
- 6 Дистиляція капролактаму.
- 7 Кристалізація капролактаму (барабанна установка потоки, стрічкова установка).

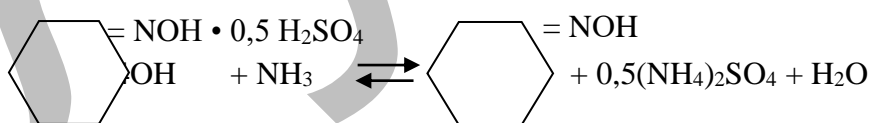
Стадія оксимування

Циклогексаноноксим (оксим) одержують за відкриттю Мейером в 1882 р. реакції між гідроксиламінсульфатом (ГАС) і циклогексаном (анон).

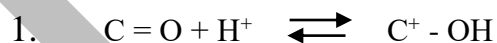
Реакція оксимування перебігає за наступним рівнянням:



Для зрушення рівноваги реакції вправо в реакційну суміш вводять водяний розчин аміаку, що приводить до утвору оксима й побічного продукту сульфату амонію:



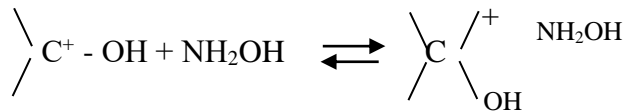
Хімізм процесу можна представити в наступному виді:



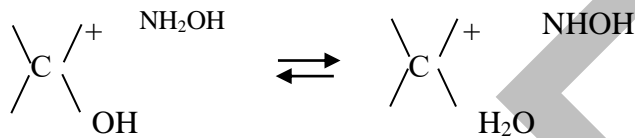
<i>PM 04.01. ПЗ</i>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Кучер Г.І.		
Перев.		Мохонько В.І.		
Консульт.				
Н. Контр.				
Затв.		Суворін О.В.		
<i>Аналітичний огляд</i>				
			Літ.	Аркуш
			Аркушів	
<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>				

Взаємодія анона з ГАС протікає по механізму електрофільного заміщення. Електрофільний характер атома вуглецю карбонільної групи в молекулі анона підсилюється протонуванням кисневого атома карбонільної групи кислотою. При цьому атом вуглецю здобуває позитивний заряд.

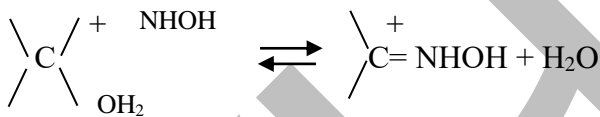
2. Приєднання атома азоту ГАС за рахунок неподіленої електронної пари до позитивно зарядженого атома вуглецю:



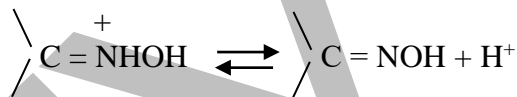
3. Міграція атома водню до кисневого атома карбонільної групи:



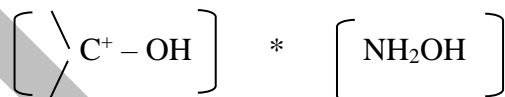
4. Відщиплення молекули води:



5. Утворі вільного оксима з виділенням іона водню (під впливом аміачної води):



Стадією, що лімітує, процес оксимування є стадія два, приєднання атома азоту ГАС за рахунок неподіленої електронної пари до позитивно зарядженого атома вуглецю. Найвища швидкість досягається при максимальному добутку концентрацій:



Є наступна залежність концентрації від рН, що наведена на рисунку 1.1. Оптимальною величиною для проведення реакції оксимування є значення рН від 3,0 до 4,5 од. рН. У реальних умовах процес здійснюється при рН від 4,5 до 5,8 од. рН.

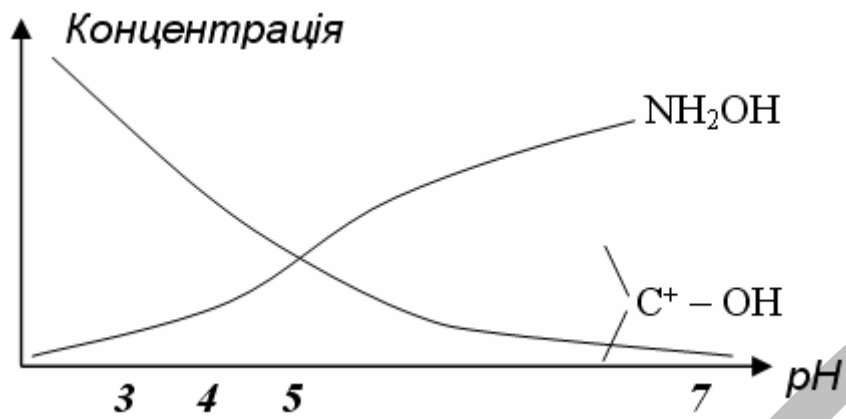
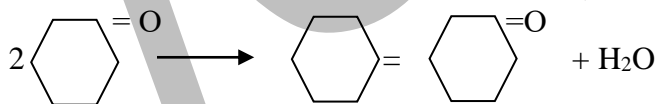


Рисунок 1.1 – Залежність концентрації ГАС від pH

Для забезпечення досить повного перетворення анона в оксим і придушення побічних реакцій процес проводять у два щаблі за протivotочною схемою.

На другому щаблі щоб уникнути проскакування анона в оксими, створюють 30 – 40 %-ий надлишок ГАС. На першому щаблі надлишковий ГАС вилучається з розчину сульфату амонію при взаємодії з аноном.

Через схильність анона до димеризації, при помірковано високих



температурах, реакцію на першому щаблі, де є надлишок анона, проводять при температурі від 50 °С до 60 °С. При цій температурі обмежуються побічні реакції. При температурі менш 40 °С на 1-ому щаблі виникає небезпека кристалізації суміші анон-оксима в трубопроводах і встаткуванні.

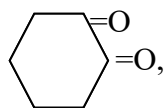
Температура процесу оксимування на другому щаблі підтримується в межах від 78 °С до 90 °С. Нижня межа визначається температурою кристалізації оксима (при масовій частці вологи в оксимі 5 % - 78 °С); при підвищенні температури вище 90 °С інтенсивно протікають побічні реакції. Протікання побічних реакцій на 2-ому щаблі стримується за рахунок 30 – 40 %-ого надлишку ГАС, тому що швидкість реакції анона з ГАС значно вище швидкості реакції димеризації анона.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

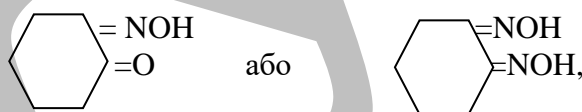
При проведенні процесу оксимування велике значення має гарне змішання реагуючих компонентів. Змішання реагентів на 1-ому шаблі здійснюється за рахунок циркуляційних насосів, а також тангенціального введення лінії нагнітання цих насосів у реактор першого шабля. Перемішування реагентів у реакторі оксимування 2-ого шабля, здійснюється пропелерною мішалкою, крім того, за рахунок циркуляційних насосів і тангенціального введення лінії нагнітання цих насосів у реактор оксимування 2-го шабля. Оксим, отриманий на другому шаблі процесу оксимування, містить значну кількість води, що негативно позначається при проведенні процесу перегрупування, тому він зазнає осушку за допомогою 40 % - ого розчину сульфату амонію, що подається із цеху сульфату амонію. Для придушення гідролізу оксима в реактор - осушувач 2-го шабля оксимування подається розчин ГАС і 25 % - а аміачна вода.

Домішки, що втримуються у вихідних продуктах, можуть вплинути на процес оксимування і як наслідок на якість готового продукту в такий спосіб:

- підвищений вміст заліза в аміачній воді, при високій температурі, виявляє каталітичну дію на окиснення анона в циклогексадіон



який при реакції оксимування може утворювати моно- або диоксим:



що приводить до втрати корисних продуктів, забрудненню сульфату амонію й погіршенню якості лактаму;

- підвищений вміст міді в аміачній воді приводить до погіршення фарбування при одержанні оксима;

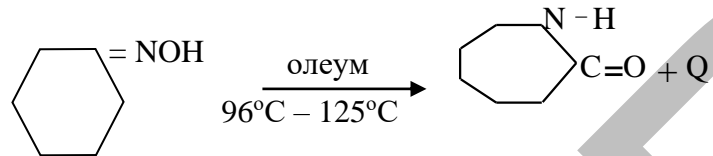
- підвищений вміст циклогесанола в аноні приводить до збільшення оптичної щільності чистого лактаму;

- підвищений вміст гептанона-2 в аноні приводить до збільшення вмісту летких основ у лактамі.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стадія перегрупування й нейтралізації

В основі процесу переробки оксима в лактам лежить реакція Бекмановського перегрупування, що представляє собою внутрішньомолекулярну ізомеризацію оксима під дією 21,5-24 %-ого олеуму з розширенням циклу, по наступному рівнянню:



Реакція йде з виділенням тепла в кількості 235 кДж - у перерахуванні на 1 моль оксима.

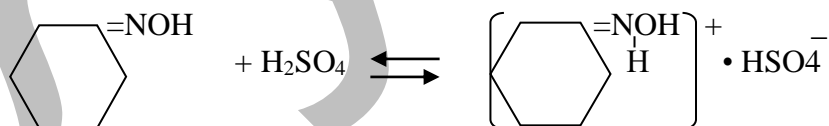
Реакція перегрупування протікає при каталізі сильними мінеральними кислотами (олеумом). Механізм є іонним і включає утворення катіона з позитивним зарядом на атомі азоту й міграцію до нього алкільної групи. На заключній стадії лактимна форма ε - капролактаму переходить у лактамну.

Вихід реакції в промислових умовах становить 99,5 % при температурі від 96 °С до 125 °С.

Механізм Бекмановського перегрупування оксима в лактам можна представити в наступному виді:

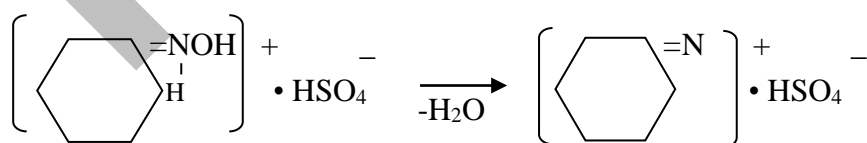
1 стадія

Утворення протонованої форми оксима (іонної пари):



2 стадія

Дегідратація оксима в іонній парі:

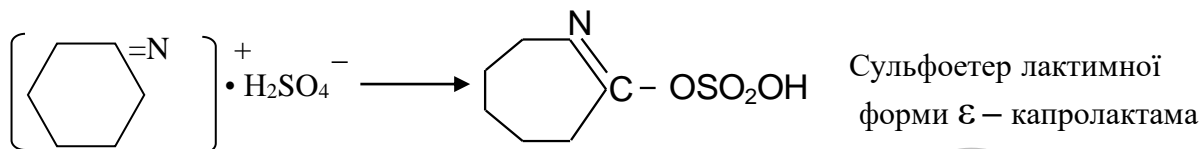


При цьому відбувається утворення катіона з позитивним зарядом на атомі азоту.

						РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

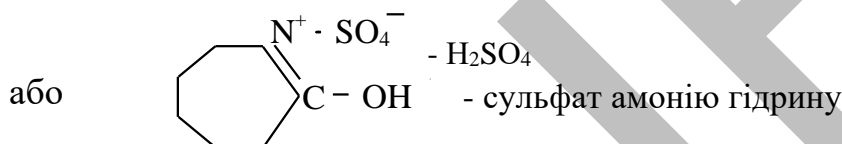
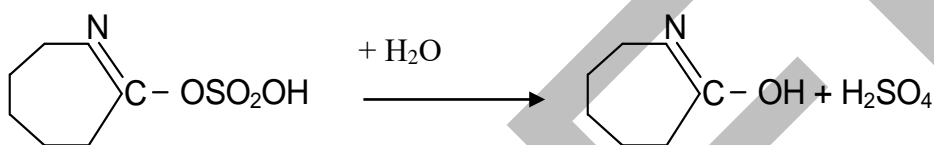
3 стадія

Міграція до атома азоту прилеглого атома вуглецю з розширенням циклу



4 стадія

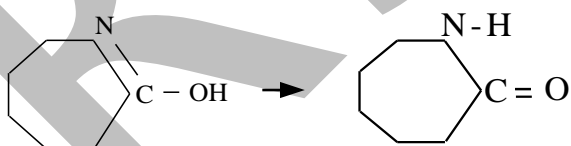
Гідроліз сульфоестера лактимної форми ϵ -капролактаму з утвором ϵ -капролактаму в лактимній формі й сірчаної кислоти:



Стадія гідролізу сульфоестера у міцному олеумі протікає незначно, цим і обумовлена необхідність стадії нейтралізації, де в основному проходить гідроліз сульфоестера.

5 стадія

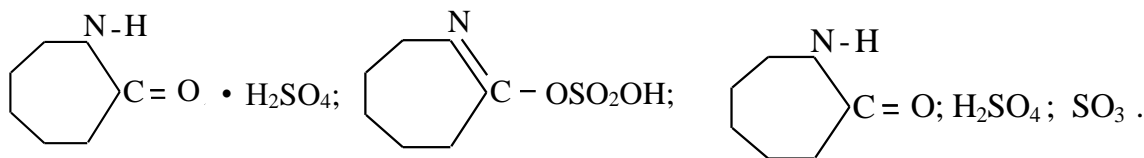
Перехід ϵ -капролактаму з лактимної форми в лактамну (лактим-лактамна таутомерія)



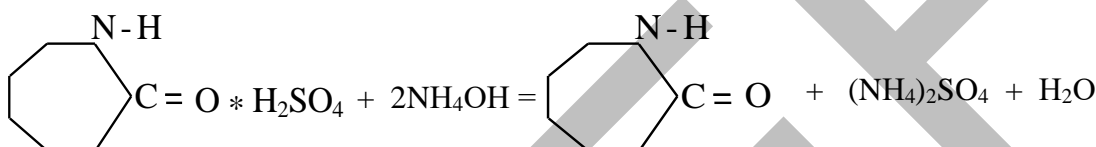
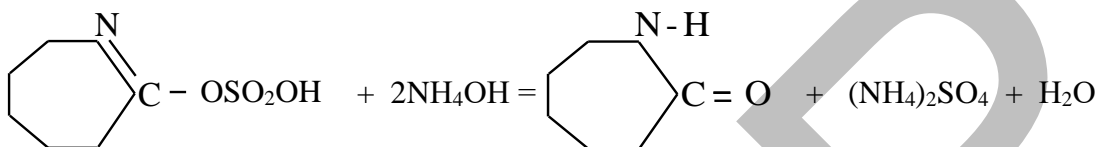
ϵ -капролактама (циклічний амід капронової кислоти)

Стадією, що лімітує, Бекманівське перегрупування є розрив зв'язку C – C з утвором зв'язку C – N. Через незначний гідроліз сульфоестера в 21,5 – 24 %-ому олеумі, перегрупований продукт складається з наступних сполук:

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



У зв'язку із цим процес одержання лактамного "масла" закінчується обробкою перегрупованого продукту аміачною водою на стадії нейтралізації:



Процес Бекмановського перегруповання оксима в лактам проводиться в реакторах перегруповання за двоступінчатою схемою. Передбачена можливість ведення процесу перегруповання за одноступінчастою схемою. Другий шабель перегруповання працює паралельно з одним з перших шаблів або одночасно із двома першими шаблями. Перегрупування оксима на першому шаблі при роботі із двоступінчастою схемою здійснюється при температурі від 96 °С до 115 °С, на другому шаблі при температурі від 100 °С до 125 °С. При роботі на стадії перегруповання в один шабель перегруповання оксима здійснюється при температурі від 114 °С до 125 °С. Дані температури забезпечують найвищу швидкість цільової реакції при відносно низьких швидкостях побічних реакцій. При більш низькій температурі відбувається нагромадження оксима внаслідок зниження швидкості реакції й збільшення в'язкості циркулюючого перегрупованого продукту. Оксим і олеум подаються в молярному співвідношенні 1/1,65, так щоб кислотність перегрупованого продукту склала від 57,5 % до 61,5 % при роботі з одноступінчастої схеми й від 61 % до 65 % при роботі із двохступінчатою схемою. При кислотності менш 57,5 % відбувається збільшення в'язкості перегрупованого продукту і як наслідок цього, погіршення теплоз'єму й нагромадження оксима в продукті, що може привести до викиду.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM 04.01. ПЗ

Крім того, при зниженні кислотності відбувається неповне зв'язування води в оксими, що приводить до гідролізу оксима на анон і ГІАМ. Анон, що виділився у свою чергу вступає в реакції поліконденсації з утвором продуктів конденсації й води. Реакція йде як ланцюгова й приводить до викиду токсичних продуктів. Збільшення кислотності перегрупованого продукту більш 65 % веде до не виправданої перевитрати олеуму, а також знижує ефективність процесу перегрупування, тому що SO_3 в олеумі виявляє, окисню дію на лактам.

Критерієм відсутності води в перегрупованому продукті є масова частка вільного SO_3 у перегрупованому продукті в межах від 1 % до 5 %.

Домішки, що втримуються у вихідних продуктах, можуть впливати на процес у такий спосіб:

- підвищений вміст анола в аноні веде до зростання екстинкції чистого лактаму. При перегрупуванні анол реагує з олеумом з утвором продуктів розкладання;

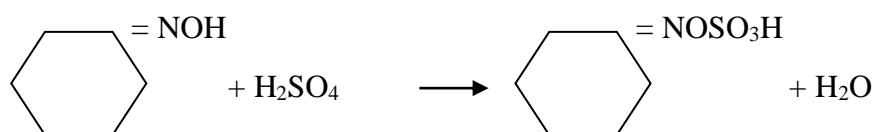
- підвищений вміст анона в оксимі веде до можливості сульфування анона й вспінюванню при перегрупуванні.

У процесі перегрупування можуть мати місце наступні побічні реакції:

- дві молекули оксима можуть давати декагідрофеназин-I і октагідрофеназин-II.

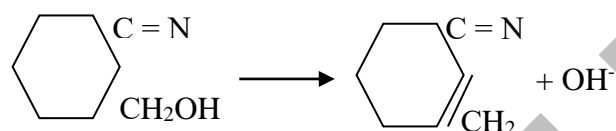
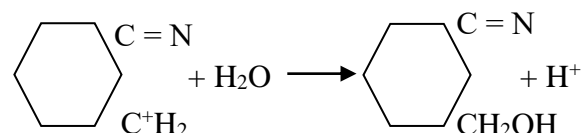
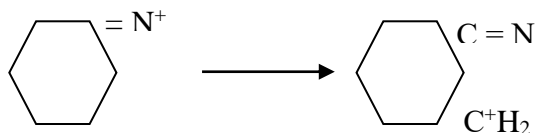
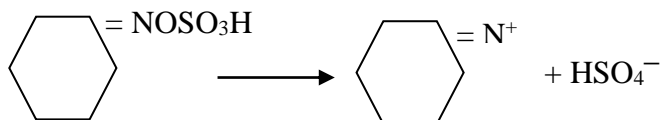
Цим побічним реакціям сприяє підвищений вміст оксима в перегрупованому продукті, що є наслідком зниження швидкості реакції перегрупування, що відбувається при зниженні температури процесу.

Більш висока температура приводить до утвору етеру оксима:

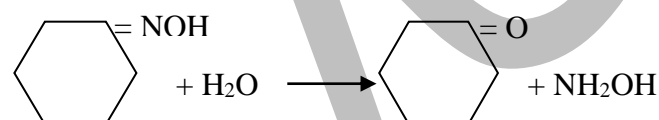


					ПМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

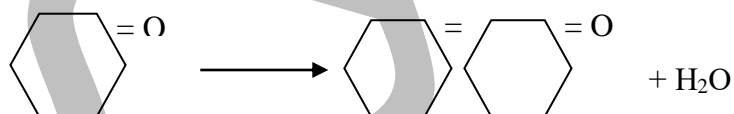
При занадто високій температурі може утворюватися нітрилгексен:



Температура більш 140 °С може привести до викиду. Вільна вода в перегрупованому продукті приводить до гідролізу оксима на анон і гідроксиламін:



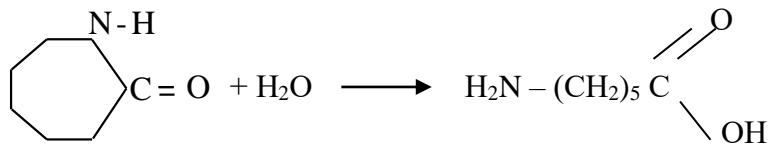
Що виділився анон вступає в реакцію поліконденсації з утвором води:



Реакція йде як ланцюгова.

Процес нейтралізації перегрупованого продукту проводиться при температурі від 40 °С до 55 °С. При більш високій температурі відбувається гідроліз лактаму в ε - амінокапронову кислоту, що знижує вихід корисного продукту, а також порушується технологічний режим стадії екстрагування:

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

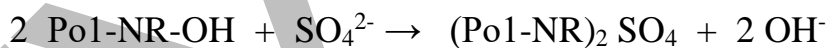


ε – амінокапронова кислота

При більш низькій температурі виникає небезпека кристалізації сульфату амонію в циркуляційних холодильниках нейтралізації. рН процесу нейтралізації підтримується в межах від 4,5 до 6,0 од. рН. Відхилення від них може привести до незадовільного поділу фаз у сепараторі, у результаті чого в лактамном «маслі» виявиться значна кількість сульфату амонію, який, пройшовши через стадію екстрагування, попадає на стадію дистиляції, де з'явиться ініціатором полімеризації капролактаму. По цій же причині необхідно строго витримувати масову частку розчину сульфату амонію після сепаратора, від 38 % до 43 %. При більш високій масовій частці сульфату амонію можлива його кристалізація.

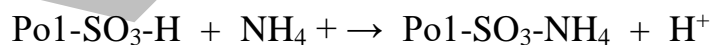
Стадія іонообмінного очищення

Після екстракційного очищення водний розчин лактаму проходить очищення з використанням іонообмінних смол. Спочатку розчин очищають на аніоніті, де видаляють аніони (наприклад, HSO_3^- , HCOO^- , SO_3^{2-} , SO_4^{2-}) і відбувається адсорбція органічних домішок. Процес у загальному виді можна представити рівнянням:

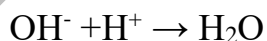


Іони OH^- надходять у розчин.

Потім розчин лактам-води очищають катіонообмінною смолою для видалення катіонів (наприклад NH_4^+ , NR^+). Процес у загальному виді можна представити рівнянням:



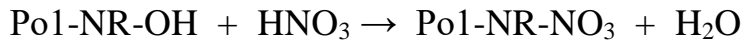
Іони H^+ надходять у розчин, взаємодіють із іонами OH^- з одержанням води:



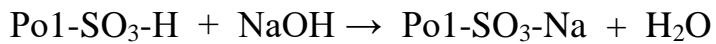
Після цього водний розчин знову проходить через аніоніт для видалення аніонів, що залишилися, і органічних домішок.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для витиснення домішок, адсорбованих на смолах, проводять процес їх регенерації. Смоли переводять у сольову форму обробкою розчином нітратної кислоти або їдкого натру. У колони, заповнені аніонітом, подають розчин нітратної кислоти:

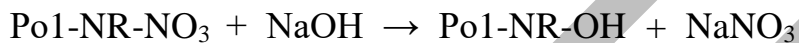


У колони, заповнені катіонітом, подають розчин їдкого натру:

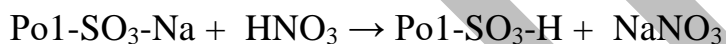


Надлишок кислоти й луги видаляють знесоленою водою й проводять активацію смол.

У колони, заповнені аніонітом, подають розчин їдкого натру:



У колони, заповнені катіонітом, подають розчин нітратної кислоти:



Потім проводять відмивання колон знесоленою водою.

Колони стадії іонообмінного очищення експлуатують при температурі не більш 50 °С, температура більш 50 °С викликає руйнування термолабільних іонообмінних смол.

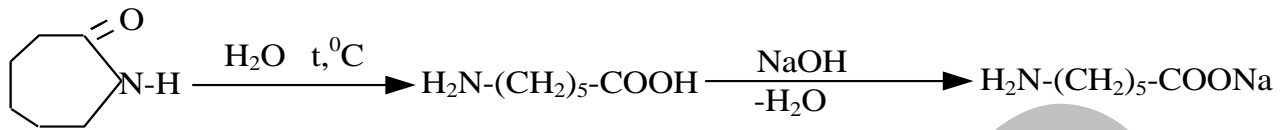
Опис технологічного процесу дистиляції лактаму

Відповідно до класифікації процесів перегонки, лактам відноситься до важкокиплячих продуктів. Дистиляцію лактаму проводять при залишковому тиску від 260 до 660 Па. У зв'язку з тим, що лактам є термічно нестійким продуктом, у процесі його перегонки необхідно забезпечити мінімально можливий термічний вплив.

Цій вимозі відповідають роторні тонкоплівкові й тепло- масообмінні апарати - випарники. Вони мають низький гідравлічний опір, час перебування в них продукту, що переробляється, становить кілька секунд.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У зв'язку з тим, що при нагріванні капролактаму утворюється ϵ -амінокапронова кислота, перед дистиляцією лактаму в нього додається натрієвий луг для зв'язування кислоти в нелетку сіль:



Висновок

Виробництво капролактаму характеризується достатньою складністю технологічних операцій. Дотримання оптимальних режимів ведення процесу дозволяє уникати утворення багатої кількості токсичних побічних продуктів. Але і при ефективному веденні процесу отримання капролактаму супроводжується утворенням значної кількості газових, рідких та твердих відходів. В даній роботі приділяється увага до переробки стічних вод виробництва капролактаму, що в теперішній час направляються на спалювання. Далі розглянемо основні методи переробки відходів виробництва.

1.1 Класифікація відходів

У технологічних процесах утворюються наступні основні види стічних вод. Реакційні води - характерні для реакцій, що протікають із утвором води. Забруднені як вихідними речовинами, так і продуктами реакції. Води, що втримуються в сировині й вихідних продуктах - вільна або зв'язана вода, що втримується в багатьох видах сировини (наприклад, у вугіллі, нафті, сланцях) і вихідних продуктах, у процесі технологічної переробки забруднюється всілякими органічними речовинами.

Промивна вода - широко використовується для промивання сировини й продуктів, застосовуваних і одержуваних у технологічних процесах.

Маткові водні розчини - утворюються в результаті проведення процесів одержання або переробки продуктів у водних середовищах.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Водні екстракти й абсорбційні рідини - утворюються при використанні води в якості екстрагенту або абсорбенту.

Охолодні води - використовуються в хімічних підприємствах для охолодження продуктів і апаратів.

Інші види стічних вод - утворюються від вакуум-насосів, конденсаторів змішання, при гідрозоловидаленні, конденсації пар води, від мийки встаткування, тари й приміщень і т.д. [1]

1.2 Існуючі методи знешкодження відходів

Очищення стічних вод хімічних виробництв роблять механічними, фізико-хімічними й біологічними методами. Крім того, використовують термічні методи, що приводять до ліквідації стічних вод, а також методи накачування стічних вод у підземні обрії або їх поховання.

Представлена класифікація основних методів очищення стічних вод хімічних виробництв розроблена на підставі класифікації стічних вод по фазово-дисперсних і хімічних характеристиках домішок. [1]

1.2.1 Механічне очищення стічних вод

Найбільше широко розповсюдженим видом забруднювачів стічних вод є нерозчинені домішки (зважені речовини).

По розмірах і щільності окремих часток нерозчинені домішки досить різноманітні; особливо велика їхня різноманітність у виробничих стічних водах.

По ступеню дисперсності забруднюючі речовини підрозділяються на грубі суспензії, колоїдні розчини й істинні розчини. Частки зважених речовин, діаметр яких більше 10^{-5} см, не втримуються у зваженому стані тривалий час, тому що під дією гравітаційних сил вони осідають або спливають. Швидкість осадження або спливання залежить від щільності й крупності часток. Дрібні частки (діаметром 10^{-5} см) можуть перебувати в стані кінетичної стійкості (у зваженому стані) досить тривалий час.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Відзначені вище властивості нерозчинених домішок лежать в основі сучасних методів механічного очищення стічних вод. Для виділення грубодиспергованих органічних і мінеральних домішок зі стічних вод широке застосування одержали три основні методи: проціджування, відстоювання (поділ у полі гравітаційних сил) і центрифугування (поділ у полі відцентрових сил). При очищенні цими методами використовують у різних конструктивних модифікаціях решітки, сита, відстійники, центрифуги й гідроциклони.

1.2.2 Фізико-хімічне очищення стічних вод

Застосовується як самостійно, так і в комбінації з іншими методами. Багато методів вимагають досить глибокого очищення їх від зважених речовин, особливо при використанні гіперфільтрації, сорбції й електродіалізу.

Для витягу коштовних речовин, що наявні у воді в дисцийованому стані й при знесоленні води з невисокою мінералізацією використовують іонообмінні фільтри. [2]

Застосування електрохімічних методів для очищення промислових стічних вод засноване на їхньому електролізі. Основним недоліком є те, що в багатьох випадках вони вимагають високих витрат електроенергії й металу. Застосування цих методів часто пов'язане з необхідністю попереднього очищення стічних вод від грубодисперсних домішок або їх доочищення різними хімічними й фізико-хімічними методами [2].

1.2.3 Біологічне очищення стічних вод

Для видалення з води розчинених органічних речовин найбільше часто застосовують біохімічне їхнє окиснення в природних або штучно створених умовах.

Заснована на здатності мікроорганізмів використовувати для харчування органічні речовини, що перебувають у стічних водах (кислоти, спирти, білки, вуглеводи і т.д.), які є для них джерелом вуглецю. Необхідні для життєдіяльності

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроорганізмів азот, фосфор, калій вони одержують із різних сполук: азот - з аміаку, нітратів, амінокислот і ін.; фосфор і калій - з мінеральних солей цих речовин. Повне видалення нерозчинених домішок, особливо таких, як нафта, масла, смоли, необхідно передбачати при попередній обробці виробничих стоків, що направляються на біологічне очищення; залишкова кількість зважених речовин не повинна перевищувати 150 мг/л незалежно від хімічної природи домішок. [2]

Проблеми економії енергії, використовуваної в процесах обробки осадів стічних вод, у числі першочергового висунули вимоги розробки таких технологій, у яких передбачена рекуперація енергії, знову споживаної в процесах знешкодження осадів. Визнане перспективним застосування методів аеробно-термофільної стабілізації й анаеробного зброджування осадів, що дозволяють здійснити рекуперацію енергії, що втримується в осадах, шляхом біоконверсії органічних компонентів осаду безпосередньо в теплову енергію (аеробно-термофільний процес) або в метан (анаеробне зброджування) [8].

1.2.4 Хімічне очищення стічних вод

В основній масі технологічних схем очищення, заснованих на хімічних методах, використовується досить обмежений набір реагентів. Найпоширенішими з них є вапняне молоко й вапняк, різні солі амонію, а також кальцинована сода і їдкий натр. Обробка стоку вапняним молоком використовується як самостійно, так і в складі різних комбінацій. Реагенти на основі солей алюмінію, кальцинованої соди й луги використовують при необхідності одержання більш тонкого очищення або з метою скорочення об'ємів, що утворюються осадів і концентрування їх по якому-небудь компоненту. Використання відходів виробництва в очищенні стічних вод представляється перспективним. Єдиним обмеженням у його застосуванні може служити небезпека одержання на очисних спорудах вторинних відходів, додатково забруднених якими-небудь речовинами, збільшення об'ємів осадів,

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зниження концентрації в них цільових компонентів. Усе це приводить до утруднень із наступною утилізацією отриманих відходів і необхідністю розв'язку питань їх тривалого зберігання. Різноманітність сполуки стічних вод і жорсткість норм скидання приводить до необхідності пошуку нових нетрадиційних реагентів [3].

1.2.5 Термічне очищення (спалювання)

Знешкодження промислових стоків від органічних домішок методом "мокрого спалювання" проводиться киснем повітря при надлишковому тиску 100 ат і 300 °С. Цей метод дозволяє провести досить глибоке очищення стічних вод від фенолу. Незважаючи на високу вартість, його доцільно використовувати, наприклад для очищення від токсичних сполук, що не вилучаються зі стічних вод і біологічно не окиснюваних.

Спалювання промислових стоків застосовується коли концентрація домішок велика, або коли іншим способом не забезпечується необхідне знешкодження стічних вод. Використання методу спалювання в промисловості утруднене через його малу економічність: потрібна більша витрата енергії на випар води й перегрів водяної пари до необхідної оптимальної температури реакції окиснення органічних речовин (900-1100 °С) [9].

Уперше циклонна піч була застосована для термічного знешкодження сульфатних лугів на заводі Лоддбі в 1949 р. Схема циклонної топки представлена на рисунку 1.2.

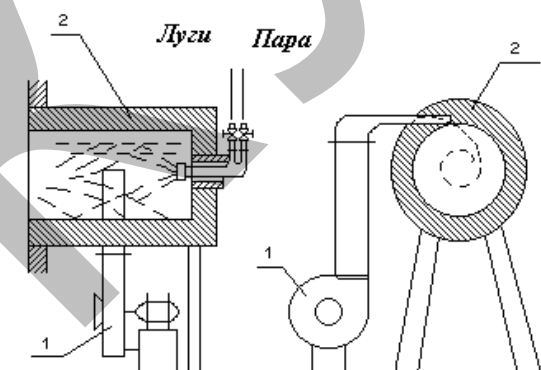


Рисунок 1.2 – Схема циклонної топки Лоддбі: 1 – вентилятор; 2 – циклонна піч.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

У наступні роки конструкції печей фірми Лоддбі була вдосконалена шляхом уведення пережимного обладнання на виході газу з печі й подачі знешкоджуваних стічних вод через бічні стінки циліндра печі.

Недоліком циклонних печей є часткове віднесення сольової маси газом і забруднення поверхонь котлів-утилізаторів. Іноді для легкоплавких солей віднесення може становити до 60-70% від усієї маси [10].

Уперше печі з псевдозрідженим шаром (ПЗШ) були використані для знешкодження стічних вод паперової промисловості. Принципова схема роботи печі представлена на рис. 1.3.

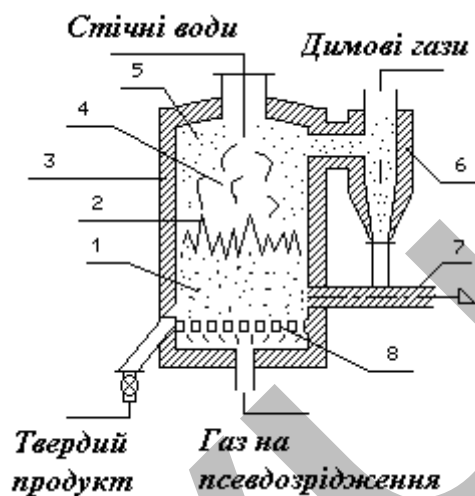


Рисунок 1.3 – Схема печі із псевдозрідженим шаром:

1 – щільна фаза зрідженого шару; 2 - розбавлена фаза зрідженого шару; 3 – піч; 4 – розпилений завантажений матеріал; 5 – завантажений матеріал; 6 – циклонний сепаратор; 7 – труба для повернення матеріалу; 8 – газорозподільча решітка.

Спочатку печі з ПЗШ використовувалися для спалювання органічних речовин, що перебувають у відходах. Подальшими дослідженнями було показано, що залишки від спалювання є корисними продуктами й можуть бути вдруге використані у виробництві [10].

Топки киплячого шару можуть працювати як при атмосферному тиску, так і під надлишковому тиску в діапазоні від 0,5 до 2 МПа. Головна причина

інтересу до підвищеного тиску при спалюванні в киплячому шарі полягає в можливості створення газових турбін на твердому паливі в складі парогазових енергетичних установок. Перед подачею в турбіну продукти згорання повинні пройти високотемпературне очищення. Для розрахунків топок киплячого шару зустрічаються деякі труднощі.

1. Швидкості газу в топках киплячого шару значно вищі, а частки значно крупніше, чим у більшості реакторів, використовуваних у хімічній промисловості.

2. У топках киплячого шару реакції горіння в значній мірі проходять у газовій фазі.

3. Реакційна здатність маси ПЗШ залежить від часу перебування в шарі, яке залежить від реакційної здатності, локальної концентрації кисню, швидкості процесів стирання й віднесення часток із шару, температури шару й т.п. [11].

Вогневе знешкодження мінералізованих рідких виробничих відходів супроводжується утвором у вогневому реакторі розплавлених, а іноді й твердих мінеральних часток. Застосовуються технологічні схеми й реактора, що забезпечують уловлювання вагової кількості мінеральних речовин у межах робочого простору реакторів. Реактори з киплячим шаром ефективно працюють тільки в режимі сушіння, коли в рідких відходах відсутні сполуки, що підлягають окисненню. Для всіх реакторів властивий підвищений запас віднесення. Одним з напрямків підвищення ефективності вловлювання мінеральних речовин є здійснення процесу вогневого знешкодження без розпилення рідких відходів. Іншим напрямком зниження запасу віднесення є створення реакторів з підвищеної сепараційною ефективністю шляхом відділення зони теплової обробки від зони сепарації. Радикальним напрямком підвищення ефективності вловлювання мінеральних речовин є організація послідовних стадій низькотемпературної осушки рідких відходів і прокалки висушеного порошку мінеральних речовин. [12].

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.2.6 Каталітичне очищення

У якості альтернативи спалюванню в печах пропонується метод термокаталітичного знешкодження солемістких органічних відходів. [17].

Розроблена технологія каталітичного очищення промислових стічних вод, що містять органічні домішки. Сутність методу полягає в диспергуванні рідкого стоку безпосередньо в ПЗШ каталізатора з температурою 600-700 °С і глибоким окисненням органічної частини стоку стехіометричною кількістю кисню повітря. У якості каталізатора застосовується контакт, що не містить дорогоцінні метали. Це дозволяє: знизити забруднення атмосфери за рахунок високого ступеня окиснення органічних компонентів. [13].

Застосування каталізатора для процесів глибокого окиснення органічних компонентів відходів дозволяє знизити температуру процесу, що виключає утворення "термічних" оксидів нітрогену з азоту, що втримується в повітрі; забезпечити зміст оксидів вуглецю й продуктів неповного окиснення органічних компонентів стоку на рівні ГДК робочої зони. [17].

Застосування каталітичних генераторів тепла (КГТ) дозволило подолати недоліки термічного методу й створити новий ефективний спосіб знешкодження скидання маслів. Принцип роботи КГТ включає окиснення стехіометричної суміші пальне-окиснювач у ПЗШ каталізатора. Відомо, що суміші такої сполуки завжди перебувають усередині області вибуховості. Тому для розробки промислової технології потрібен розв'язок питань каталітичного окиснення й вибухобезпечності процесу. [18].

Для заводів скловолокна створена установка термокаталітичного знешкодження стічних вод замаслювача. Технологія знешкодження заснована на глибокому окисненні органічних компонентів безсолевих стічних вод у ПЗШ каталізатора ІК-12-72, при температурі 600 °С. Ступінь знешкодження вихідної стічної води за органічними компонентам становить від 96,34 до 98,95%, за азотвміщуючими: від 85,23 до 92,36%. [19].

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Розроблений спосіб одержання високотемпературного теплоносія ($t=450-900\text{ }^{\circ}\text{C}$) дозволяє уникнути утвору оксидів нітрогену шляхом проведення процесів окиснення палив з використанням каталітичних систем. При цьому за рахунок низьких температур виключається утвор термічних оксидів нітрогену, а за рахунок селективного каталізу досягається глибоке перетворення компонентів палив, у тому числі й зв'язаного нітроген до екологічно чистих продуктів (H_2O , CO_2 і N_2). [16].

У промисловості застосовуються гетерогенно-каталітичні методи окиснення промстоків у реакторах зі статичним шаром каталізатора, у якому передбачається попередній випар стічної води й знешкодження органічних домішок у парогазовій фазі. [16].

У тих випадках, коли стічна вода не може бути повністю випарувана розроблений варіант із застосуванням ПЗШ каталізатора. Окиснювач подається під газорозподільну решітку в кількості, достатньому для окиснення органічних речовин до CO_2 і H_2O . Стічна вода подається безпосередньо в ПЗШ (у рідкій фазі). Проведені дослідження свідчать про доцільність застосування ПЗШ для окиснення безсольових стічних вод. [15].

Висновки

Усі перераховані методи характерні для певного виду відходів. Механічне очищення - для грубодисперсних, фізико-хімічне очищення (флотація) - для тонкодиспергованих відходів. Для більшості методів необхідне попереднє очищення від грубодисперсних домішок (фізико-хімічне очищення), від нерозчинних домішок (біологічне очищення), фільтрація застосовується для глибокого очищення після механічної, фізико-хімічної, хімічної або біологічного очищення. Також має місце малий термін служби встаткування (мембранне очищення, високотемпературне окиснення), більші витрати електричної енергії й металу (електрохімічне очищення), електрична енергія й додаткове паливо (термічне спалювання). Для фізико-хімічних методів (іонообмінне очищення) характерна можливість отруєння іоніту сорбційними отрутами. Недоліки методу

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

мокрого окиснення полягають у тому, що органічні сполуки зазнають процесу деструкції, що відбувається тільки до певної межі, саме до оголення кістяка залишкового вуглецю, що є найбільш типовим результатом. При цьому виникає необхідність у додатковій обробці. Тиск і корозійні процеси обумовлюють необхідність застосування вкрай високоякісних матеріалів. Реалізація способу знешкодження рідких промислових відходів спалюванням у топках на практиці часто ускладнюється. До основних і істотних недоліків методу ставиться потреба у великій кількості палива, твердий режим роботи основного встаткування. Технологія окиснення палив у полум'ї відрізняється високою капіталомісткістю й більшими експлуатаційними витратами (термін служби футеровки становить 8-12 місяців. Заміна трудомістка й пов'язана із застосуванням дорогих і дефіцитних вогнетривів).

Неодмінною умовою газофазного окиснення в стаціонарному шарі є попередній випар рідких відходів, що ускладнює технологію, підвищує енерговитрати й не завжди можливо через схильність органічних речовин до осмоління. Крім того, є обмеження й по калорійності суміші, що надходить на окиснення. Газофазне окиснення в ПЗШ каталізатора, отриманого нанесенням активного компонента на носій з високорозвиненою внутрішньою поверхнею, має обмеження по змісту солей у рідких відходах і висуває високі вимоги до механічних властивостей каталізатора й системі вловлювання пилу [18].

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Обґрунтування обраного напрямку досліджень

При очищенні стічних вод від органічних речовин найбільше поширення одержали окисні методи, у результаті яких забруднюючі речовини перетворюються до CO_2 і H_2O . Застосування каталізатора збільшує ефективність очищення.

Гетерогенний каталіз дозволяє повністю або частково замінити механізм гомогенних хімічних перетворень на гетерогенний з одночасним підвищенням техніко-екологічних показників процесу.

Однак застосування носія обмежує область використання подібних каталітичних систем. Широко відома закупорка пор каталізаторів відкладанням коксу, полімерів, солей і блокування цими ж матеріалами активної поверхні. Істотно й малий вибір носіїв і їх модифікацій, складність готування, значна собівартість, обмежена по міцності й термостійкості. Стирання каталізатора виявилось однією з основних причин, що гальмують впровадження нової технології. Крім, того наявність у відходах солей приводило до швидкої дезактивації каталізатора.

Використання носіїв вносить у механізм протікання ряду хімічних реакцій внутрішньодифузійну стадію, яка іноді лімітує швидкість реакції. Уважається, що внутрішньодифузійний перенос впливає на роботу більшості промислових каталізаторів.

Пошук нових каталітичних систем привів до створення нової організації газофазних гетерогенно-каталітичних хімічних перетворень, заснованої на відмові від використання носія й застосування каталітично активної речовини в дрібнодисперсному стані, що заповнює реакційний об'єм, у вигляді аерозолу, що створює квазіструктуру каталізатора.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>			<i>Обґрунтування обраного напрямку досліджень</i>			
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Пориста структура каталізатора впливає на селективність процесу, і нова структуризація каталізу в ряді випадків може виявитися корисною. Застосування аерозолію дрібних часток з металів, їх окислів і солей виключає проблему міцності, а в більшості випадків і термостійкості каталізатора. З'являється можливість видалення таких продуктів реакції, як кокс і солі, з поверхні каталізатора шляхом механічної обробки. Причому, чому дрібніше будуть часточки каталізатора, тим краще для каталізу.

Аналіз результатів досліджень зразків каталізатора в аерозолі показали, що всі зразки каталізатора мають полікристалічну структуру з розміром кристалитів для вихідних зразків 11-16 нм, а для зразків з реакційної зони й циклону 21-32 нм. Збільшення розмірів кристалитів відповідно до літературних даних в області механохімії можливо пов'язані з інтенсивним термічним і механічним впливом псевдозрідженого шару більш масивних інертних часток на частки дрібнодисперсного каталізатора. Однак результати виміру розмірів часток каталізатора в робочих умовах виявили факт руйнування вихідних часток каталізатора в процесі їх перебування в реакційній зоні до розмірів декількох десятків нанометрів. Зниження питомої поверхні каталізатора з реакційної зони в порівнянні з вихідним зразком зв'язане, імовірно, зі збільшенням розмірів кристалитів, внаслідок інтенсивного термомеханічного впливу на частки каталізатора.

Процес взаємодії псевдозрідженого шару інертних часток і потоку дрібнодисперсного каталізатора в остаточному підсумку приводить до збільшення зовнішньої поверхні контакту часток каталізатора за рахунок їх здрібнювання.

Очікуваний ефект від використання аерозолію дрібних часток каталізатора може бути пов'язаний з підвищенням активності каталітичного пилу в порівнянні із традиційними системами виключення внутрішньодифузійних стадій каталізу, збільшенням зовнішньої поверхні контакту, забезпеченням рівнодоступності активної поверхні, керуванням концентрацією каталізатора в реакційному об'ємі

											Арк.
											РМ 04.01 ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

в процесі синтезу. Використання як каталізатор часток металів, їх окислів або солей спрощує виробництво й поліпшує експлуатаційні властивості каталізатора, у тому числі міцність і термостійкість.

Технологія аерозольного каталізу виявилася ефективною при окисненні адипіната натрію, промислових відходів, що містять солі органічних і мінеральних кислот, цілої гази органічних сполук, Х-масла (відходи виробництва капролактаму, що містять смолоподібні продукти), кубового залишку процесів рідкофазного окиснення, шламів, активного мулу біохімічного очищення.

Отримані результати свідчать, що при новій організації каталізу на кілька порядків підвищується активність каталізатора.

При глибокому окисненні солевміщуючих відходів, наприклад натрієвої солі адипінової кислоти, на традиційних каталізаторах, активність останніх різко падала, і реакція припинялася через 0,5-1 год. Застосування для цього процесу аерозолу оксидів заліза і їх механічна обробка в кульовому млині виключає дезактивацію каталізатора.

Відмітні риси аерозольного каталізу:

- застосування дрібнодисперсних (менш 0,1 мкм) каталітично активних часток (без носія);
- наявність у зоні реакції постійної пилової хмари (аерозолу);
- створення необхідної поверхні й "структури" каталізатора за рахунок зміни розміру часток в аерозолі і їх концентрації в хмарі;
- забезпечення рівнодоступності каталітично активної поверхні.

При реалізації аерозольного каталізу слід очікувати:

- збільшення активності каталізатора;
- відсутності внутрішньодифузійних стадій реакцій;
- різкого зменшення кількості каталізатора;
- спрощення каталітичної системи;
- підвищення міцності й термостійкості каталізатора;

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- зниження витрат на виробництво каталізатора;
- використання всього об'єму реактора;
- можливості регенерації каталізатора шляхом механічної обробки.

У роботах співробітників кафедри ХІЕ СНУ ім. В. Даля, проведених на базі кафедри й підприємства «Хімтехнологія» представлені результати експериментальних досліджень окиснення адипата натрію й реальних відходів виробництва капролактаму, що показують ефективність процесу, а саме:

- Показана принципова можливість знешкодження з високою ефективністю відходів, що містять солі в аерозолі каталізатора.

- Визначені оптимальні умови процесу знешкодження, зазначених відходів.

Рекомендований каталізатор на основі Fe_2O_3 . При цьому встановлена концентрація каталізатора в реакційній суміші не менш 4 г/м^3 .

Експериментально встановлене граничне навантаження на каталізатор, порядку $9,52 - 28,86 \text{ г/г}$ каталізатора в годину залежно від концентрації каталізатора.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 Теоретична частина

3.1 Оцінка впливу базового об'єкта на довкілля

3.1.1 Характеристика базового об'єкта, склад і властивості відходів

Об'єкт, що розглядається в даній дипломній роботі, розміщується на території проммайданчика ПрАТ «АЗОТ» м. Черкаси – це один з найбільших заводів хімічної промисловості України. Пріоритетним напрямком у діяльності ПрАТ «АЗОТ» м. Черкаси OSTCHEM є виробництво гранул родючості – добрив для підвищення врожайності українських ланів, а також впровадження заходів, спрямованих на підвищення ефективності діючих виробництв, модернізацію обладнання, поліпшення якості продукції, розширення її асортименту.

У серпні 1962 року Постановою Ради Міністрів УРСР було затверджено проектне завдання на будівництво заводу азотних добрив в м. Черкаси. А вже в березні 1965 року на Черкаському хімічному комбінаті був отриманий перший аміак. Цей момент і вважається днем народження заводу.

До середини 70-х років практично завершився процес формування основних виробничих потужностей хімкомбінату і в 1975 році «Черкаський хімічний комбінат» став «Черкаським виробничим об'єднанням «Азот».

У 1993 році було освоєно нове виробництво рідких комплексних добрив карбаміду і аміачної селітри (КАС) 200 тисяч тонн на рік. Завдяки акціонуванню підприємства в 1995 році Черкаський «Азот» зумів зберегти кваліфіковані кадри і не допустити падіння обсягів виробництва. У 2001 році Черкаське ВАТ «Азот» стало частиною великого хімічного холдингу OSTCHEM. Це дозволило підприємству зміцнити своє становище на українському хімічному ринку і розширити присутність на ринку світовому. На заводі була розроблена і почала реалізовуватися програма реконструкції та модернізації, переходу на прогресивні енергозберігаючі технології та випуск нових, сучасних видів продукції.

					<i>РМ 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Теоретична частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І</i>						
<i>Консуьлт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>			<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>			

В першому півріччі 2002 року «Азот» випустив понад 600 тисяч тонн аміачної селітри, майже 500 тисяч тонн карбаміду, що на 52 відсотки і на 19 відсотків відповідно більше, ніж за аналогічний період 2001 року. Тоді ж Черкаське ВАТ «Азот» посіло перше місце в рейтингу Міністерства промислової політики України з позиції «Обсяг продукції, що випускається з початку року».

У 2003 році на Черкаському «Азоті» був завершений перший етап реконструкції і модернізації виробництва: відновлена друга лінія капролактаму, побудовані додаткові потужності кристалізації капролактаму, був завершений перший етап стабілізації цехів М-5 (випуск слабкої азотної кислоти) та М-3 (виробництво аміачної селітри).

А в 2004 році було розпочато реалізацію другої черги програми модернізації «Азоту»: подальше впровадження енергозберігаючих технологій і освоєння випуску сучасних видів хімічної продукції на рівні вимог світового ринку. Це дозволило знизити витрати та підвищити конкурентоспроможність продукції. На виробництвах капролактаму, аміаку, слабкої азотної кислоти засоби автоматизації були замінені розподільчою системою контролю, управління і захисту (PCY).

У 2005 році були укладені контракти на розробку проекту реконструкції агрегату ТЕС -1360 з доведенням його потужності до 1700 тонн на добу при одночасному зниженні енерговитрат на виробництво одиниці продукції. Також був розроблений проект реконструкції одного з агрегатів карбаміду зі збільшенням його потужності від 1000 тонн проектних до 1600 тонн продукції на добу. Планувалося збільшення потужностей з виробництва суміші карбаміду та аміачної селітри (КАС), але через важке фінансове становище на підприємстві, обумовлене фінансово-економічною кризою в країні, довелося переносити терміни виконання запланованих заходів, а від виконання деяких взагалі відмовитися, вирішуючи першочергові завдання. Таким чином, до осені 2009 року були завершені всі роботи з досягнення потужності – 1700 тонн аміаку на добу. У цьому ж році були завершені роботи і щодо збільшення виробництва з

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

200 до 400 тисяч тонн на рік рідкого комплексного добрива (КАС). Також були виконані окремі роботи по виробництву карбаміду, але через брак коштів завершення реконструкції на ньому перенесено на осінь 2010 року.

14 березня 2015 року Черкаському публічному акціонерному товариству «АЗОТ» виповнилося 50 років. Сьогодні ПрАТ "АЗОТ" – одне з найбільших підприємств України з випуску мінеральних добрив.

3.1.2 Норми утворення, склад і властивості відходів

Норми утворення відходів виробництва капролактама тонну показані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Норми утворення відходів виробництва капролактама

Найменування відходів, характеристика, сполука, апарат, або стадія утвору	Найменування використання, метод очищення або знищення	Досягнуті показники	Норма утворення відходів, кг/т
1	2	3	4
1 Газоподібні відходи, мг/м ³			
Стадія перегрупування – нейтралізації. Скрубер поз. 1/862 - аміак - сірчана кислота	Направляється в атмосферу		16,44 40,73
Відділення кристалізації корпус 710. Скрубер поз. 3/73: - капролактама	Направляється в атмосферу		16054,10
Стадія регенерації. Конденсатор поз. 2/58: - трихлоретилен.	Направляється в атмосферу		185,56
Стадія екстракції. Конденсатор поз.2/58 а: - трихлоретилен.	Направляється в атмосферу		37,33
Стадія випарювання корпус 709. Конденсатор поз. 2/28: - трихлоретилен; -капролактама.	Направляється в атмосферу		0,00
кор. 709 Б. Гідрозатвор поз. X-1022 1: -трихлоретилен.	Направляється в атмосферу	0,0	0,0
кор. 709 Б. Гідрозатвор поз. X-1022 з: - трихлоретилен.	Направляється в атмосферу	0,0	0,0
2 Рідкі відходи			
1 Розчин сульфату амонію після колони 10362 40 %-ий, (кг)	Направляється на переробку у відділення сульфату амонію	-	2678,4
2 Масла індустріальні, (кг)	Направляються в цех № 47	-	0,004

Продовження табл. 3.1.

1	2	3	4
3 Розчин сульфату амонію зі стадії екстракції 38 %-ий, (кг)	Направляється у відділення сульфату амонію		
4 Стічні води зі стадії екстракції зі збірника поз. 2/70, (м ³)	Направляється на спалювання	108,81	1,045
4.1 Рафинат, водний залишок зі стадії екстракції капролактаму, з екстракторів поз. 2/061-3. Куби з 2/46 через 2/48, (м ³)	Направляється в збірник	570,0	0,698
4.2 Вода, що відходить, з роздільника поз. 2/561 ₂ стадії регенерації ТХЕ (м ³)	Направляється в збірник	0,25	0,035
4.3 Водний шар з 1024, (м ³)	Направляється в збірник	-	0,204
4.4 Промивні води зі стадії оксимування, (м ³)	Направляється в збірник	-	0,021
4.5 Промивні води зі стадії дистиляції, + кубові залишки дистиляції з випарного апарата поз. 3/200, (м ³)	Направляється в збірник	0,044	0,085
5 Стічна вода після усереднення зі стадії іонообмінного очищення, (м ³)	Направляється на біоочистку		0,353
6 Дистилят з колони доупарки поз. 10362, (м ³)	Направляється на біоочистку	-	0,349
3 Тверді відходи, т/рік			
1 Відпрацьовані іонообмінні смоли зі стадії іонообмінного очищення	Направляється на полігон або продаж споживачеві		
2 Поліетиленова тара, ушкоджена	Направляється на полігон		
3 Корпус 710. Використання у виробництві ножів-кристалізаторів. Процес фільтрації рідкого капролактаму - відходи капролона - фільтри тканеві	Направляється на полігон	5,0 0,25	5,0 0,25
4 Корпус 709 блок «А» Процес фільтрації рідкого капролактаму: - заміна фільтрів.	Направляється на полігон	0,25	0,25

Перелік газоподібних викидів в атмосферу зі стадій виробництва капролактаму представлено в табл. 3.2.

Стічні води, що утворюються на виробництві капролактаму представлені в табл. 3.3.

Рідкі та тверді відходи наявні на виробництві капролактаму представлені в табл. 3.4.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ 04.01. ПЗ

Таблиця 3.2 – Газоподібні викиди в атмосферу

Найменування викиду, відділення, апарат, діаметр і висота викиду	Сумарний об'єм газів, що відходять, м ³ /добу / м ³ /с	Періодичність	Сполука викиду, мг/м ³	ГДК (макс. разова), мг/м ³	Припустима кількість нормованих компонентів шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, г/с
1	2	3	4	5	6
1 Стадія приготування аміачної води, перегрупування					
Викиди хвостових газів після скрубера поз. 1/862. Труба діаметром 0,2 м, Висота 25,2 м.	24019,2/0,278	Безупинно	Аміак-40 Сірчана кислота-70	0,2 0,3	0,011120 0,018900
2 Стадія оксимування					
1- Відпрацьовані гази від устаткування поз. 1/412, 1/112, з буферних ємностей 2- Відпрацьовані гази від устаткування поз. 1/122, 1/132, 1/141,2, 1/151,2, 1/171,2, 1/361,2. Труба діаметром 0,159 м, Висота 25,2 м.	2592/0,03	Безупинно	Аміак -10 Циклогексанон-30 Циклогексаноноксим-96	0,2 0,04 0,1	0,000300 0,000900 0,002880
Відпрацьовані гази від установки відгону оксимних лугів. Збірники поз. 1/1041,2, 1/011, 1/105 Екстрактор поз. 1/1032. Конденсатори поз. 1/110, 1/111 Гідрозатвор поз. 1/125 Труба діаметром 0,05 м Висота 20 м	112,32/0,0013	Безупинно	Циклогексанон -20	0,04	0,000026
3 Стадія нейтралізації					
Відпрацьовані гази від устаткування поз. 1/471,2, 1/301-3, 1/331-4. Труба діаметром 0,20 м, Висота 25,2 м.	950,4/0,011	Безупинно	Аміак-10 Сірчана кислота-1	0,2 0,3	0,000110 0,000011
4 Стадія екстракції					
Скидні гази від збірника поз. 2/07 Труба діаметром 0,05 м, Висота 3,6 м.	120,96/0,0014	Безупинно	Трихлоретилен -288,573 Капролактам - 0,207144	4,0 0,06	0,000404 2,9·10 ⁻⁷

РМ 04.01. ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5	6
Скидні гази від устаткування поз. 2/611,2, 2/721,2, 2/71, 2/401,2, 2/31 і після хвостового конденсатора поз. 2/58а. Труба діаметром 0,065 м, Висота 13,0 м.	518,4/0,006	Безупинно	Трихлоретилен-70	4,0	0,000420
Скидні гази від збірника поз. 2/70 Труба діаметром 0,05 м, Висота 4,0 м.	120,96/0,0014	Безупинно	Трихлоретилен- 288,571 Капролактам – 0,207142	4,0 0,06	0,000404 2,9·10 ⁻⁷
5 Стадія регенерації трихлоретилену					
Скидні гази після хвостового конденсатора поз. 2/58А Труба діаметром 0,150 м, Висота 17 м.	691,8/0,008	Безупинно	Трихлоретилен-200	4,0	0,001600
Скидні гази від конденсатора поз. 2/391 і після хвостового гідрозатвора поз. Х-10221. Труба діаметром 0,400 м, Висота 27,5 м.	12009,6/0,139	Безупинно	Трихлоретилен-30500	4,0	4,239500
Скидні гази від розподільчої ємності поз. 2/561. Труба діаметром 0,02 м, Висота 8,0 м.	95,04/0,0011	Безупинно	Трихлоретилен - 37374,545	4,0	0,041112
Скидні гази від розподільчої ємності поз. 2/562. Труба діаметром 0,02 м, Висота 8,0 м.	95,04/0,0011	Безупинно	Трихлоретилен- 37374,545	4,0	0,041112
Скидні гази від розподільчої ємності поз. 2/57 Труба діаметром 0,03 м, Висота 16,5 м.	120,96/0,0014	Безупинно	Трихлоретилен – 37374 Капролактам – 37,1428157	4,0 0,06	0,056224 0,000052
6 Стадія відгону трихлоретилену					
Скидні гази після хвостового гідрозатвора поз. Х-10223. Труба діаметром 0,400 м, Висота 27,5 м.	12009,6/0,139	Безупинно	Трихлоретилен-28900	4,0	4,017100

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5	6
Скидні гази від ємності поз. 1071 Труба діаметром 0,05 м, Висота 22,0 м.	1676,16/0,0194	Безупино	Капролактам- 32,474227	0,06	0,000630
Скидні гази від відстійника поз. 1024 Труба діаметром 0,15 м, Висота 13,0 м.	146,88/0,0017	Безупино	Трихлоретилен- 78582,941 Капролактам- 2,352941	4,0 0,06	0,133591 0,000004
7 Стадія випарки					
Скидні гази після хвостового конденсатора поз. 2/28 Труба діаметром 0,200 м, Висота 48 м.	1209,6/0,014	Безупино	Трихлоретилен-1700 Капролактам-100	4,0 0,06	0,023800 0,001400
8 Стадія кристалізації					
Скидні гази після скрубера поз. 3/73 Труба діаметром 0,300 м, Висота 23 м.	71971,2/0,833	Безупино	Капролактам-100	0,06	0,083300
9 Повітря виробничих приміщень					
Витяжна вентиляція стадії готування аміачної води поз. У-1 Труба діаметром 0,800 м, Висота 24,5 м.	375580,8/4,347	Безупино	Аміак-10	0,2	0,043470
Витяжна вентиляція стадії готування аміачної води поз. У-2 Труба діаметром 0,560 м, Висота 24,5 м.	435715,2/5,043	Безупино	Аміак-10	0,2	0,050430
Витяжна вентиляція стадії готування аміачної води поз. У-3 Труба діаметром 0,560 м, Висота 24,5 м.	181699,2/2,103	Безупино	Аміак-10	0,2	0,021030
Витяжна вентиляція стадії оксимування поз. У-4 Труба діаметром 0,560 м, Висота 24,5 м.	463363,2/5,363	Безупино	Циклогексанон-1 Циклогексаноноксим- 0,1	0,04 0,1	0,005363 0,000536
Витяжна вентиляція стадії оксимування поз. У-5 Труба діаметром 0,560 м, Висота 24,5 м.	158544/1,835	Безупино	Циклогексанон-1 Циклогексаноноксим - 0,1	0,04 0,1	0,001835 0,000184
Витяжна вентиляція стадії перегрупування-нейтралізації поз. У-61,2 Труба діаметром 0,280 м, Висота 24,5 м.	065145,6/0,754	Безупино	Аміак-10	0,2	0,007540

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

PM 04.01. ПЗ

Арк.

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5	6
Витяжна вентиляція стадії перегрупування-нейтралізації поз. У-71,2 Труба діаметром 0,280 м, Висота 24,5 м.	89769,6/1,039	Безупинно	Аміак-10 Циклогексанон-1 Циклогексаноноксим-0,1	0,2 0,04 0,1	0,010390 0,001039 0,000104
Витяжна вентиляція відділення кристалізації й упакування поз. У-7 Труба діаметром 0,420 м, Висота 17,0 м.	171676,8/1,987	Безупинно	Капролактам-2,5	0,06	0,004968
Витяжна вентиляція стадії іонообмінного очищення дефлектори діаметром 0,8 м Висота 12,0 м.	172800/2,0	Безупинно	Нітрогену діоксид-1 Капролактам-0,5	0,2 0,06	0,002000 0,001000

Таблиця 3.3 – Стічні води

Найменування стічних вод, що скидаються, відділення, апарат	Місце переробки (направляється)	Кількість стоків, м ³ /добу	Періодичність скидання	Зміст контрольованих шкідливих речовин у скидах (по компонентах), мг/л або кг/м ³
1	2	3	4	5
1 Стадія екстракції				
Стічна вода зі збірника поз. 2/70	Направляється на установку спалювання відходів виробництва	234,9	Безупинно	Капролактам-68,2 Трихлоретилен -1,1 Сульфат амонію-25,5
Рафинат, водний залишок екст. поз. 2/061-3. Куби з 2/46 через 2/48.	Направляється в збірник поз. 2/70	156,95	Безупинно	Капролактам-15,14 Трихлоретилен-0,322 Сульфат амонію – 14,82
Вода, що відходить, з роздільника поз. 2/561,2 стадія регенерації	Направляється в збірник поз. 2/70	7,9	Безупинно	Капролактам – 29,98 Трихлоретилен – 1,55
Водний шар з 1024	Направляється в збірник поз. 2/70	45,85	Безупинно о	Капролактам -267,5 Трихлоретилен 16,13
Промивні води зі стадії оксимування	Направляється в збірник поз. 2/70	4,9	Безупинно	
Промивні води ст. дистилляції + Кубові залишки КПД із 3/200	Направляється в збірник поз. 2/70	19,3	Безупинно	Капролактам – 130,6

РМ 04.01. ПЗ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Продовження табл. 3.3.

1	2	3	4	5
2 Стадія іонообмінного очищення				
Усереднені стоки після регенерації фільтрів	На установку 2080	37,9 41,42	Періодично	Капролактam-0,0758 Гідроокис натрію – 0,0758
3 Стадія доупарки сульфату амонію				
Зі стадії доупарки	На НДФ	78,4	Безупинно	Амоній -400 мг/дм ³

Таблиця 3.4 – Тверді та рідкі відходи

Найменування відходу, апарат відділення, апарат	Місце складування, транспорт, тара	Кількість відходів, кг/добу	Періодичність утвору	Хімічний склад, %	Фізичні показники, кг/м ³ (і інші показники)	Клас небезпеки відходів
1	2	3	4	5	6	7
Рідкі відходи						
1 Розчин сульфату амонію після колони поз. 10362 40 %-ий, (кг)	Направляється на переробку у відділення сульфату амонію	601807,2	Безупинно	Сульфат амонію-40 % Вода-59,9 % Домішки-0,1%	Щільність при 20 ⁰ С- 1240 кг/м ³	
2 Розчин сульфату амонію зі стадії екстракції 40%-ий, (кг)	Направляється у відділення сульфату амонію		Безупинно	Сульфат амонію-38 % Капролактam – 0,01 % Луг-0,02 % Вода-61,85% Домішки-0,12%	Щільність при 20 ⁰ С- 1227 кг/м ³	
3 Масла індустріальні відпрацьовані	Направляються на регенерацію	0,852	Періодично	Нафтопродуктів - 92,5%, води-4,8 %, оксиду заліза (II-III) - 2,7 %.	Щільність при 20 ⁰ С- 0,93 кг/дм ³	III
Тверді відходи						
1 Іонообмінні смоли для водопідготовки, що втратили споживчі властивості	Направляється на полігон або продаж споживачеві		Періодично	Стiвполiмерiв бутилстиролу-68,57%, води-29,41%, карбонату кальцію-0,86%, гiдроксида магнiю - 0,05%, хлориду натрiю - 1,11%.		V
2 Поліетиленова тара, ушкоджена	Направляється на полігон		Періодично	Поліетилен -100% мас.		V

Продовження табл. 3.4.

1	2	3	4	5	6	7
3 Відходи капролона Корпус 710. Використання у виробництві ножів-кристалізаторів. Процес фільтрації рідкого капролактаму	Направляється на полігон	13,7 0,68	Періодично	Капролон – 100% Целюлоза -89,15%, грунт- 1,17 %, волога -6,92 %, нафтопродукти -2,76 %		IV IV
4 Відпрацьовані фільтри. Процес фільтрації рідкого капролактаму	Направляється на полігон	0,68	Періодично	Целюлоза -89,15%, грунт- 1,17 %, волога -6,92 %, нафтопродукти -2,76 %		IV

3.1.3 Вплив забруднень базового об'єкта на атмосферу, літосферу, гідросферу

Забруднення атмосфери

При виробництві капролактаму утворюється велика кількість газоподібних відходів. Всі ці відходи скидаються в атмосферу без очищення [4].

Шкідливі викиди і природні речовини в атмосфері піддаються складним процесам перетворення, взаємодії, вимивання. Причому у атмосферу викидається дуже багато диму, який, змішуючись і взаємодіючи з повітрям, утворює велику кількість отруйних газів. Зола неспроможна довго перебувати в підвішеному стані - вона поступово опускається на поверхні Землі. У результаті щороку осідає дуже багато отруйних речовин на кожному квадратному кілометрі [9].

Оксид і діоксид нітрогену грають складну і важливу роль у фотохімічних процесах, що відбуваються в тропосфері і стратосфері під впливом сонячної радіації, що є причиною утворення високих концентрацій приземного озону і формальдегіду, а також фотохімічного смогу. Фотохімічний смог являє собою багатокомпонентну суміш газів і аерозольних частинок первинного і вторинного походження. До складу основних компонентів смогу входять озон, оксиди нітрогену і сірки, численні органічні сполуки перекисної природи, звані в

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

сукупності фотооксидантами. Фотохімічний смог виникає в результаті фотохімічних реакцій за певних умов: наявності в атмосфері високої концентрації оксидів нітрогену, вуглеводнів і інших забруднювачів, інтенсивної сонячної радіації і затишності або дуже слабого обміну повітря в приземному шарі при потужній і протягом не менше доби підвищеної інверсії [10].

Також поява кислотних дощів може бути викликано підвищеним з отриманням у тропосфері оксидів NO_x , які утворюються при горінні.

Кислотний дощ - це усі види метеорологічних опадів: дощ, сніг, град, туман, дощ зі снігом, - кислотність яких вища від нормальної.

У районах, де погода суха кислотні елементи можуть перетворюватися на смог або пилові викиди, а потім випадати на землю у вигляді сухих пилових опадів, потрапляючи на поля, будівлі, житлові будинки, автомобілі, дерева. Сухі пилові відкладення, гази і частинки можуть бути змиті з поверхонь під час гроз, після чого вони разом з водою стікають на землю, при чому концентрація кислот в таких змивах стає набагато вище. Майже половина всіх кислотовиникаючих сполук випадає на землю у вигляді сухих частинок.

Оксиди нітрогену в атмосфері не тільки присутні у виді і NO_2 , але і перетворюються в нітратну кислоту, нітрати й органічні нітросполуки, що абсорбуються крапельок води, можуть утворити аерозольні агломерати. Наявність в атмосфері інших газоподібних з'єднань, приводить до ще більш складного процесу забруднення атмосферного повітря в районах механізму взаємодії компонентів навколишнього середовища [5, 10].

У регіоні промайданчика протягом 300 днів в році присутне явище приземної інверсії, що обумовлює наявність високого коефіцієнта забруднення атмосферного повітря. Інверсія в метеорології означає аномальний характер зміни якого-небудь параметра в атмосфері з збільшенням висоти. Інверсія температури перешкоджає вертикальним переміщенням повітря і сприяє утворенню димки, туману, смогу, хмар, міражів. При припиненні нормального процесу конвекції відбувається забруднення нижнього шару атмосфери. Взимку

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

інверсія може привести до небезпечних явищ природи. Дуже сильним морозам в антициклоні.

Одним з найсильніших забруднювачів атмосфери є оксид вуглецю, який також потрапляє в атмосферу при виробництві оцтової кислоти. Діоксид вуглецю не перешкоджає проходженню сонячних променів до землі, але перешкоджає тепловому випаровуванню землі, створюючи, таким чином, парниковий ефект. Із збільшенням його концентрації в атмосфері кількість теплової енергії в приземних шарах атмосфери і на земній поверхні буде зростати. Створюється так званий «парниковий ефект» [10]. А він діє в атмосфері як скло в парнику - пропускає сонячну радіацію і не випускає назад теплове випромінювання. Атмосфера нагрівається, і через це може змінитися клімат.

Також джерелами утворення забруднюючих атмосферу речовин є: рідкі забруднюючі речовини, які утворюються при конденсації парів, розливі рідин, в результаті хімічних або фотохімічних реакцій. Конденсація пари відбувається в результаті охолодження їх оточуючим атмосферним повітрям. В залежності від точки плавлення сконденсовані пари при низьких температурах можуть переходити в тверді частинки.

Зі всього можна зробити висновок, що хімічні виробництва дуже негативно впливають на повітряне середовище, так як при скидні гази часто скидаються на факельне спалювання. При цьому деяка їх частина не згорає і викидається в атмосферу разом з продуктами згорання. Крім того в процесі спалювання утворюються оксиди нітрогену, які є речовиною 2-го класу небезпеки. Для поліпшення якості повітря необхідні цілеспрямовані заходи для зниження викидів в атмосферне повітря пріоритетних викидів, що визначають високі рівні забруднення атмосферного повітря.

Забрудненням гідросфери скидами стічних вод промислових підприємств

Забруднення поверхневих вод обумовлено скидами стічних вод підприємств промисловості, комунально-побутової сфери та поверхневого стоку

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з селітебних територій. Забруднення підземних вод обумовлено фільтрацією з відстійників та накопичувачів промислових та побутових стоків промислових підприємств, підпором води водосховищ,

Усі малі річки є типово рівнинними водотоками, протікають у широких терасаірованих долинах. В цілому режим річок характеризується нерівномірним розподілом стоку впродовж року – короткочасним весняним паводком і тривалим низьким рівнем в літньо-осінній період.

Основним фактором негативного впливу на стан малих річок є господарська діяльність людини, а саме: забруднення стічними, шахтними, дренажними водами, стічними водами, які відводяться з забудованої території і сільгоспугідь, утвореними внаслідок випадання атмосферних опадів.

З метою запобігання забрудненню та припинення скиду забруднених стічних вод у водні об'єкти, дотримання вимог чинного законодавства щодо охорони та відтворення водних об'єктів, особливо малих річок, а також відносно облаштуваності прибережних захисних смуг та дотримання режиму господарської діяльності у них інспекторами Держуправління екоресурсів проводились перевірки суб'єктів господарювання та місцевих рад щодо приведення стану територій водоохоронних зон водних об'єктів у відповідність до вимог екологічного та санітарно-гігієнічного законодавства.

До основних екологічних проблем відноситься захист від забруднення підземних вод, в тому числі водозаборів централізованого постачання.

Проблемою збереження підземних вод від забруднень, є незахищеність їх від потрапляння забруднюючих речовин з поверхні землі. Високий ступень техногенного навантаження на геологічне середовище негативно впливає на якість питних підземних вод.

Головними джерелами забруднення підземних вод є промислові і селітебні агломерації, де сформувалися значні осередки забруднення за рахунок витоків із промислових каналізацій, відсутності надійної гідроізоляції скидних каналів і

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

накопичувачів підприємств, відбору підземних вод водозаборами, скидання забруднених промислових і господарсько - побутових стоків у поверхневі води.

Забруднення літосфери викидами промислових підприємств

Ґрунт - унікальна природна система. Головною властивістю ґрунту є нерозривний зв'язок живих і неживих (відсталих) компонентів, які входять до нього. Їх штучне розділення унеможлиблює існування ґрунту і повністю руйнує її як систему. В. І. Вернадський вдало назвав ґрунт «біокосним тілом».

Склад ґрунту вельми складний. У ньому є не тільки тверда фаза, але також рідка (ґрунтовий розчин) і газова (ґрунтове повітря). Тверда фаза являє собою полідисперсну систему, в якій присутні відносно великі уламки розміром більше 0,01 мм і високодисперсні частинки розміром менше 1 мкм. Компоненти різної крупності розрізняються механічними і фізико - хімічними властивостями. Мінеральна частина дуже різноманітна і крім уламків мінералів вихідних гірських порід представлена також різними ґрунтово - гіпергенними новоутвореннями. Ґрунт складається не тільки з мінеральних, а й з органічних сполук. Головна своєрідність ґрунту в тому, що серед її різноманітних компонентів є живі організми.

Ґрунтовий покрив Землі є найважливіший компонент біосфери Землі. Саме ґрунтова оболонка визначає багато процесів, що відбуваються в біосфері. Найважливіше значення ґрунтів складається в акумулюванні органічної речовини, різних хімічних елементів, а також енергії [13]. Ґрунтовий покрив виконує функції біологічного поглиначя, руйнівника і нейтралізатора різних забруднень. Якщо ця ланка біосфери буде зруйновано, то сформоване функціонування біосфери безповоротно порушиться.

Незважаючи на те, що використання відходів у якості вторинних ресурсів поступово зростає, питання раціонального використання ресурсів та відходів виробництва, впровадження високоефективних та безвідходних технологій, які б

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM 04.01. ПЗ

забезпечували зменшення утворення та збільшення використання відходів, переробку та їх утилізацію, залишається актуальним у цих галузях виробництва.

До інтенсивного забруднення ґрунтів також призводять відходи виробництва. Тверді відходи, що розміщуються на землях, інтенсивно забруднюють ґрунти, а їх здатність до самоочищення, як відомо, обмежена.

Величезну шкоду для нормального функціонування ґрунтів представляють газодимові викиди промислових підприємств. Ґрунт має здатність накопичувати дуже небезпечні для здоров'я людини забруднюючі речовини.

При виробництві утворюється багато газоподібних відходів, димові гази, які також завдають шкоди ґрунтовому покриву.

Димові гази вносять у ґрунт сірчисту і сірчану кислоти, які з'єднуючись з основними елементами ґрунту, утворюють сульфати, в результаті чого скорочується запас поживних елементів і збільшується кислотність ґрунтових розчинів. Підвищені концентрації в ґрунтах у вигляді вільної кислоти і газу, а також зниження рН призводить до виснаження і поразці ґрунтових організмів, погіршення фізичних властивостей ґрунту.

З атмосфери шкідливі речовини осідають на земну поверхню, потрапляють у ґрунт, рослини, живі організми можуть накопичуватися там до високих, небезпечних для життя концентрацій. У ґрунті забруднюючі речовини знаходяться в газовій фазі, в розчині атмосферних опадів, в складі твердих частинок. В результаті ґрунтоутворювальних процесів вони перерозподіляються по ґрунтовому профілю, накопичуються у верхніх або нижчележачих горизонтах, вилугуюються і виносяться ґрунтовими водами.

Ґрунт є як би накопичувачем, резервуаром всіх хімічних речовин, а далі ці речовини мігрують в рослинний покрив, у воду, у повітря. Якби викиди хімічних речовин в біосферу припинилися, то, через деякий час біосфера сама б очистилася від них. Але, на жаль, цей процес зайняв би величезну кількість часу. Інґредієнти, що викидаються, накопичуються, це сприяє поступовій зміні хімічного складу ґрунтів, порушення єдності геохімічного середовища та живих

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організмів. З ґрунтів хімічні речовини, наприклад з продуктами харчування можуть потрапити в організми людей, тварин і викликати важкі хвороби і смертельні наслідки.

Звичайно ж, заводи приймають заходи для охорони і очищення ґрунтів. Найпростіший спосіб - висадка нових дерев та інших рослин.

Одна з найгостріших глобальних проблем сучасності і недалекого майбутнього - це проблема зростаючої кислотності атмосферних опадів і ґрунтового покриву. Райони кислих ґрунтів не знають посух, але їхня природна родючість знижена й нестійка; вони швидко виснажуються і врожаї на них низькі. Кислотні дощі викликають не тільки підкислення поверхневих вод і верхніх горизонтів ґрунтів. Кислотність з спадними потоками води поширюється на весь ґрунтовий профіль і викликає значне підкислення ґрунтових вод. Кислотні дощі виникають при попаданні в атмосферу таких сполук як оксиднітрогену, вуглецю. Ці оксиди, надходячи в атмосферу переносяться на великі відстані, взаємодіють з водою і перетворюються на розчини суміші, нітратної і вугільної кислот, які випадають у вигляді «кислих дощів» на сушу, взаємодіючи з рослинами, ґрунтами, водами. Господарська діяльність людини майже вдвічі збільшила надходження в атмосферу оксиду нітрогену, й оксиду вуглецю. Природно, що це позначилося на підвищенні кислотності атмосферних опадів, наземних і ґрунтових вод. Для вирішення цієї проблеми необхідно збільшити обсяг систематичних представницьких вимірів сполук забруднюючих атмосферу речовин на великих територіях [13].

Підкислення ґрунту кислими дощами стимулює розвиток лісових шкідників. У результаті закислення в ґрунті відбувається розчинення живильних речовин, життєво необхідних рослинам; ці речовини виносяться дощами в ґрунтові води. Одночасно вилуджуються з ґрунту і важкі метали, що потім засвоюються рослинами, викликаючи в них серйозні ушкодження.

На величезній території природне середовище закислюється, що дуже негативно відбивається на стані усіх екосистем. Відомо, що природні екосистеми

					<i>РМ 04.01. ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

піддаються руйнуванню навіть при меншому рівні забруднення повітря, ніж той, який небезпечний для людини.

Небезпеку представляють, як правило, не самі кислотні опади, а процеси, що протікають під їх впливом. Під дією кислотних опадів з ґрунту вилугуюються не лише життєво необхідні рослинам поживні речовини, але і токсичні важкі і легкі метали — свинець, кадмій, алюміній та інші. Згодом вони самі або токсичні з'єднання, що утворюються, засвоюються рослинами і іншими ґрунтовими організмами, що веде до дуже негативних наслідків.

Потрапляючи в атмосферу шкідливі речовини можуть переноситися на великі відстані. По дорозі вони осідають на поверхні ґрунту, поглинаються водною поверхнею і рослинністю, вимиваються опадами і, таким чином, впливають на всю природне середовище, промислові об'єкти і споруди на значній території.

Вплив промислових відходів на рослинний і тваринний світ

Вплив забруднюючих речовин промислових викидів на тварин може бути як безпосереднім, так і непрямим. Зазвичай безпосередній вплив шкідливих речовин з атмосфери, що сприймаються організмом шляхом прямого контакту або при вдиханні, не призводить до серйозних пошкоджень, оскільки кількості поглинутих забруднюючих речовин, незалежно від того, гази це чи пилові частинки, порівняно невелике. Набагато серйозніше вторинний, непрямий вплив, оскільки тварини при цьому отримують забруднюючі речовини з кормом. Забруднення, що накопичилися в рослинній їжі або при безпосередньому поглинанні з повітря, або потрапили туди через кореневу систему, надходять в травний тракт тварин в значно більших кількостях, ніж при прямому впливі [13].

Вплив пилових і газових викидів, а також речовин, що накопичилися в кормах і рослинах, створює більш серйозну ситуацію, якщо ці речовини розчиняються у воді або шлунковому соці. Шкідливі речовини можуть розноситися при цьому по організму в різні його частини, порушуючи їх

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

функціонування або навіть завдаючи їм шкоди. Залежно від ступеня забруднення і особливостей забруднюючих речовин, що містяться в промислових викидах, у тварин спостерігаються силікоз, втрати середньої ваги, уповільнене дозрівання, зниження надоїв, зростання самовільних викиднів, що в сумі становить значні економічні втрати. При дуже високих концентраціях СО тварини несподівано падають і гинуть впродовж 1 хвилини і навіть без судом.

Як правило, вплив промислових викидів на ґрунт і його властивості вкрай негативно з позицій сільського господарства і лише випадково може проявитися позитивно. У цілому газоподібні викиди кислотного характеру, такі як оксиди нітрогену та гідрохлорид, є шкідливими, оскільки вони нейтралізують лужні компоненти в ґрунті і, отже, призводять до його закислення. За тривалий час кислотність ґрунту зростає до такої міри, що її доводиться нейтралізувати вапняком, щоб запобігти різке погіршення родючості. Деревя втрачають частину листя, стаючи беззахисними перед морозами хворобами. Коріння дерев так само можуть уповільнити свій розвиток, що позначиться на нестачі поживних речовин. Через хімічних реакцій ґрунту втрачають деякі мікроелементи і стануть менш поживним. Збільшення рівня кислотності води і ґрунтів може стати проблемою для водних тварин і рослин. Кислотні дощі не часто пошкоджують дерева безпосередньо. Замість цього найбільш ймовірно в'яннення дерев через пошкодження їх листя, закислення ґрунту і знищення поживних речовин у ній, витримуванні коренів в контакті з отруйними сполуками, які, потрапивши туди одного разу, дуже повільно звідти вимиваються. Дуже часто ушкодження або смерть дерев є результатом синергетичного ефекту впливу наслідків кислотних дощів в сукупності з іншими причинами.

Можна зробити висновок, що викиди підприємства, що розглядається, дуже негативно впливає на тваринний і рослинний світ.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Методи і засоби контролю за станом повітряного басейну і дотримання нормативів ГДВ

Контроль за якістю навколишнього природного середовища забезпечує сприятливе екологічне оточення для всієї біосфери.

Нормування гранично допустимих концентрацій (ГДК) є складовою частиною основ забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення. Нормативи ГДК речовин дають екологічну і соціально-гігієнічну оцінку стану навколишнього природного середовища, але не вказують на джерело шкідливої дії і не регулюють його поведінку. Цю функцію виконують нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) шкідливих речовин.

Нормативи ГДВ забруднюючих речовин у атмосферне повітря встановлюються за джерелами викидів для кожного проектного і діючого об'єкту, що є стаціонарним джерелом забруднення повітряного басейну.

ГДВ – маса речовини, що викидається в атмосферу в одиницю часу. ГДВ встановлюють з умови, що викиди шкідливих речовин від даного джерела в сукупності з іншими джерелами не створюють приземну концентрацію, що перевищує ГДК за межами санітарно-захисної зони об'єкту.

3.2.1 Розрахунок ГДВ

Нормування викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення гранично допустимих викидів цих речовин в атмосферу (ГДВ) [8].

Величина ГДВ для викиду нагрітої газоповітряної суміші з одиночного джерела із круглим устям або групи таких близько розташованих однакових джерел у випадку, коли фонові концентрації розглянутої домішки встановлена незалежно від швидкості й напрямку вітру, і постійної на території міста, розраховується за формулою:

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Gamma_{\text{ДВ}} = \frac{(\Gamma_{\text{ДК}} - C_{\text{ф}}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

де $\Gamma_{\text{ДК}}$ – гранично допустима концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць, мг/м³;

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрація домішки, визначена розрахунковим шляхом і не залежна від швидкості і напрямку вітру мг/м³;

A - коефіцієнт, що залежить від температури стратифікації атмосфери і визначальної умов горизонтального і вертикального розсіювання атмосферних домішок. На території України $A = 160$;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднюючих речовин в атмосфері. Для газоподібних речовин і дрібнодисперсних аерозолів, швидкість упорядкованого осідання яких не більше 3-5 м/с , $F=1$. Для більше дрібнодисперсних пилу і золи при середньому експлуатаційному коефіцієнті очищення не менш 90%, $F = 2$. При експлуатаційному коефіцієнті очищення від 75% до 90%, $F = 2,5$, а менш 75% або при його відсутності, $F=3$.

H - висота джерела викиду, м;

ΔT - різниця між температурою газу й температурою повітря;

η - коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу на розсіювання домішок;

V_1 – об'єм газоповітряної суміші (м³/с);

де D - діаметр устя джерела викидів, м;

ω_0 – середня швидкість виходу суміші із джерела, м/с.

Значення V_{max} розраховується по формулі:

$$V_{\text{max}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} \quad (3.2)$$

Величини m та f розраховуються за формулами [8]:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad (3.3)$$

$$\text{та } f = 10^3 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (3.4)$$

При $V_m < 0,3$, $n = 3$, при $V_m > 2$, $n = 1$, а при $0,3 < V_m \leq 2$ n визначається за формулою [8]:

$$n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3) * (4,36 - V_m)} \quad (3.5)$$

Максимальну приземну концентрацію забруднюючої речовини розраховують за формулою [8]:

$$C_m = \frac{A * ГДВ * F * m * n}{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}} \quad (3.6)$$

Вихідні дані: забруднююча речовина викиду – амоніак; фонова концентрація, $C_f = 0$ мг/м³; димова труба: висота $H = 50$ м; діаметр $D = 3$ м; коефіцієнти: $F = 1$; $\eta = 1$; Середня швидкість викиду $W_0 = 16,9$ м/с; $\Delta T = 53$; $M = 8,3608$ г/с; газоповітряної суміші який викидається с джерела $V = 119,44$ м³/с.

Амоніак (NH₃):

$$V_{max} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{119,44 \cdot 53}{50}} = 3,26 \text{ м/с; } V_{max} > 2, n=1$$

$$f = 10^3 \cdot \frac{16,9^2 \cdot 3}{50^2 \cdot 80} = 6,4$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{6,4} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{6,4}} = 0,32$$

$$ГДВ = \frac{(0,2 - 0) \cdot 50^2 \cdot \sqrt[3]{119,44 \cdot 53}}{180 \cdot 1 \cdot 0,645 \cdot 1 \cdot 1} = 79,6 \text{ г/с}$$

$$C_m = \frac{180 \cdot 8,3608 \cdot 1 \cdot 0,645 \cdot 1}{46225} = 0,02 \text{ мг/м}^3$$

$C_m < ГДК$

Отже, дана максимальна приземна концентрація забруднюючої речовини менше ГДК аміаку в повітрі робочої зони і при щоденному впливі на людину протягом тривалого часу не викличе в його організмі будь яких патологічних змін і захворювань

						РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4 Експериментальна частина

4.1 Теоретичні основи каталізу

Більшість діючих підприємств використовують більш прийнятні, прогресивні методи і способи виробництва. Одним з таких методів є каталіз, який полягає в тому, що прискорення реакції в присутності каталізатора досягається зниженням енергії активації в наслідок утворення інших проміжних сполук і активних комплексів. Якщо перехід від активного комплексу за відсутності каталізатора до активного комплексу, що виникає в ході каталітичного процесу, екзотермічен, то енергія активації каталітичного процесу буде на величину ΔE менше, ніж некаталітичного і швидкість реакції зросте у відповідності з рівнянням Арреніуса. Іноді в присутності каталізатора зменшується предекспоненційний коефіцієнт k_0 в рівнянні Арреніуса, а також застосування каталізатора викликає зменшення порядку реакції.

Ефективність каталітичного процесу визначають активністю каталізатора і способом його застосування. Тверді каталізатори застосовують в нерухомому (фільтруючому) шарі, в зрідженому (киплячому) шарі, у вигляді розпорошеної суспензії в потоці газу або рідини і у вигляді рухомого шару каталізатора.

Активність каталізатора $A_{\text{кат}}$ прийнято визначати співвідношенням констант швидкостей реакції з каталізатором $k_{\text{кат}}$ і без нього k , приймаючи k_0 незмінним:

$$A_{\text{кат}} = \frac{k_{\text{кат}}}{k} = \frac{\exp(-E_{\text{кат}} / RT)}{\exp(-E / RT)} = \exp(\Delta E / RT)$$

де $\Delta E = E - E_{\text{кат}}$. Зі збільшенням ΔE активність каталізатора підвищується і в багатьох практичних випадках досягає значень $10^6 - 10^9$.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>			<i>Експериментальна частина</i>			
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Якщо процес перебігає в кінетичній області, то активність каталізатора визначається перш за все природою реагуючих речовин і специфічністю каталізатора, тобто активність каталізатора в процесі відповідає його активності в хімічній реакції.

В умовах каталізу киплячий шар відрізняється від нерухомого швидкістю процесу, стійкістю роботи шару в часі, можливістю заміни і регенерації каталізатора, способами відводу тепла або підведення тепла в зону каталізу. Основними факторами, що визначають зміну швидкості процесу в зрідженому шарі в порівнянні з нерухомим є: застосування більш дрібних зерен каталізатора (дозволяє збільшувати швидкість процесу за рахунок зняття внутрішньодифузійних гальмувань, тобто повного використання внутрішньої поверхні), ізотермічності шару (дозволяє наближатися до оптимальної температури процесу, це збільшує швидкість реакції і підвищує вихід продукту), утворення в шарі бульбашок і перемішування газової фази (сильно зменшують рушійну силу процесу і знижують його швидкість).

Вплив температури і активності каталізатора на швидкість процесу, що перебігає в кінетичній області, визначають рівнянням Арреніуса:

$$k = k_0 * \exp(-E / RT)$$

Загальна кінетичне рівняння швидкості газового каталітичного процесу з урахуванням впливу на швидкість основних параметрів технологічного режиму буде:

$$w = k_0 * \exp(-E / RT) * v * \Delta p * P * b$$

де v - реакційний об'єм (об'єм шару каталізатора);

Δp - рушійна сила процесу;

b - коефіцієнт перерахунку до нормального тиску і температури;

P - відношення робочого тиску до нормального.

Реакції окислення органічних сполук киснем на поверхні твердого каталізатора перебігає через адсорбцію молекул обох або одного з взаємодіючих

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

речовин. Адсорбція цих речовин часто супроводжується деструкцією їх молекул, в результаті чого на поверхні каталізатора в адсорбованій формі будуть перебувати атоми кисню і фрагменти органічних речовин, які часто виявляються електрично зарядженими.

При окисленні органічних речовин на твердих каталізаторах всі стадії можуть відбуватися на поверхні каталізатора; в цьому випадку проміжні сполуки, що утворюються, залишатимуться в адсорбованому стані. Такий механізм називається гетерогенним на відміну від широко поширеного в окислювальному каталізі гетерогенно-гомогенного механізму окислення, при якому проміжні сполуки, що утворилися на окремих стадіях на поверхні каталізатора, переходять в газову (або рідку) фазу і там продовжують реакцію. В процесі глибокого каталітичного окислення органічних речовин, що здійснюється з метою очищення і знешкодження газів, наявність гомогенних стадій небажано, тому що вони призводять до утворення різних продуктів неповного окислення, що володіють високою токсичністю (альдегіди, кислоти, монооксид вуглецю).

Гетерогенне перебігання процесу окислення спостерігається при порівняно низьких температурах.

В умовах каталітичного окислення швидкості обміну кисню твердого тіла з киснем, що знаходиться в газовій фазі (гетерогенний ізотопний обмін) можуть виявитися недостатньо великими, в результаті концентрації кисню як на поверхні, так і в об'ємі каталізатора можуть відрізнятись від рівноважних. При високих температурах швидкість взаємних переходів сильно зростає.

Каталітична активність оксидних каталізаторів в реакціях глибокого окислення визначається міцністю зв'язку кисню з поверхнею твердої речовини. Для характеристики міцності зв'язку кисню з поверхнею оксидного каталізатора використовували різні величини: тиск дисоціації оксидів при фазових переходах, ентальпію утворення оксидів з елементів, віднесену до 1 моль кисню, теплоту перетворення нижчих оксидів до вищих, теплоту сорбції кисню, відновленість

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

оксидів, енергію активації ізотопного обміну кисню, швидкість гомомолекулярного обміну кисню і ін.

Реакції гетерогенного каталітичного глибокого окислення органічних речовин мають такі особливості, які особливо важливі при дослідженні їх кінетики:

1. висока екзотермічність, що утрудняє реалізацію ізотремичних стаціонарних режимів і точного кінетичного експерименту;
- 2 багатостадійність процесу;
3. великий набір проміжних сполук, що можуть призвести до складних кінетичних залежностей;
4. широкий діапазон енергій зв'язку проміжних сполук з поверхнею каталізатора, що підвищує ймовірність виходу реакції в об'єм (гетерогенно-гомогенний механізм).

У газах промислових виробництв зазвичай міститься не одне, а кілька різних речовин, тобто необхідно одночасно окислити суміш. Для виявлення кінетичних закономірностей спільного окислення потрібно встановити вплив кожної з речовин на швидкість окислення. Для цього зіставляють швидкості окислення індивідуальних з'єднань і їх сумішей.

При очищенні стічних вод від органічних речовин найбільшого поширення набули окисні методи, в результаті яких забруднюючі речовини перетворюються на CO_2 і H_2O . Застосування каталізатора збільшує ефективність очищення.

4.2 Обґрунтування технології аерозольного каталізу

Інтенсифікація хімічних процесів, каталітичних процесів тісно пов'язані з використанням гетерогенного каталізу, що дозволяє повністю або частково замінити механізм гомогенних хімічних перетворень на гетерогенний з одночасним підвищенням техніко-технологічних показників процесу. Управління хімічними реакціями вимагає максимального використання поверхні

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

каталітично активної речовини. У виконанні завдання продуктивності і селективності результати пов'язані з розподілом каталізатора в реакційному просторі. Каталізатори для більшості промислових процесів є зерна, структури яких включає певне співвідношення макро- і мікропор, а внутрішня поверхня досягає сотень квадратних метрів на 1 м. Це забезпечує використання носіїв, склад або поверхня яких включає каталітично активні речовини або сполуки.

Однак застосування носія обмежує область використання подібних каталітичних систем. Широко відома закупорка пір каталізаторів відкладенням коксу, полімерів, солей і блокування цими ж матеріалами активної поверхні. Істотними є і малий вибір носіїв і їх модифікацій, складність приготування, значна собівартість, обмеження по міцності і термостійкості. Стирання каталізатора виявилось однією з основних причин, що гальмують впровадження нової технології. Крім, того наявність у відходах солей призводило до швидкої дезактивації каталізатора.

Використання носіїв вносить в механізм перебігу ряду хімічних реакцій внутрішньодифузійну стадію, яка іноді лімітує швидкість реакції. Вважається, внутрішньодифузійне перенесення істотно впливає на роботу більшості промислових каталізаторів.

Це послужило стимулом до пошуку нових підходів до вирішення проблеми знешкодження відходів.

Дослідження привели до нової організації газофазних гетерогенно-каталітичних хімічних перетворень, заснованої на відмові від використання носія та застосування каталітично активної речовини в дрібнодисперсному стані, що заповнює реакційний об'єм у вигляді аерозолу, що створює квазіструктури каталізатора.

Пориста структура каталізатора впливає на селективність процесу, і нова структуризація каталізу в ряді випадків може виявитися корисною. Абсолютно ясно, що застосування аерозолу дрібних частинок з металів, їх оксидів і солей виключає проблему міцності, а в більшості випадків і термостійкості

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

катализатора. З'являється можливість видалення таких продуктів реакції, як кокс і солі, з поверхні катализатора шляхом механічної обробки. Причому, чим дрібніше будуть частинки катализатора, тим краще для каталізу.

Аналіз результатів досліджень зразків катализатора рентгеноструктурним методом, методом фотокорреляційної спектроскопії, методом БЕТ і результати вивчення морфології зразків катализатора на електронному мікроскопі з роздільною здатністю 0,1 нм показали, що всі зразки катализатора мають полікристалічну структуру з розміром кристалітів для вихідних зразків 11-16 нм, а для зразків з реакційної зони і циклону 21-32 нм. Збільшення розмірів кристалітів відповідно до літературних даних в області механохімії можливо пов'язано з інтенсивним термічним і механічним впливом псевдозрідженого шару більш масивних інертних частинок на частинки дрібнодисперсного катализатора. Однак результати вимірювання розмірів частинок катализатора в робочих умовах методом фотокорреляційної спектроскопії виявили факт руйнування вихідних частинок катализатора в процесі їх перебування в реакційній зоні до розмірів декількох десятків нанометрів. Не виключено і наявність частинок менших розмірів, які в умовах даного методу не можуть бути виміряні в присутності великих часток. Результати цих досліджень підтверджуються попередніми результатами вимірювань на електронному мікроскопі, де поряд з частинками розмірів порядку 80-100 нм зареєстровано 16-20 нм включення, які прилипли до поверхні великих часток. Зниження питомої поверхні катализатора з реакційної зони в порівнянні з вихідним зразком пов'язано, ймовірно, з збільшенням розмірів кристалітів, внаслідок інтенсивного термомеханічного впливу на частинки катализатора. Дослідження розмірів частинок також проводили фахівці з Голландії.

Однак, беручи до уваги, що в зовнішньо перехідній області швидкість процесу пропорційна зовнішньої поверхні катализатора і не залежить від внутрішньої структури зерна це явище не робить істотного впливу на швидкість процесу. Процес взаємодії псевдоозрідженого шару інертних частинок і потоку

					PM 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дрібнодисперсного каталізатора в кінцевому підсумку призводить до збільшення зовнішньої поверхні контакту частинок каталізатора за рахунок їх подрібнення. Беручи до уваги міцність структури кристалітів в ідеалі це, ймовірно мінімально можлива ступінь подрібнення вихідного каталізатора в заданому режимі термомеханічної обробки.

Очікуваний ефект від використання аерозолі дрібних частинок каталізатора може бути пов'язаний з підвищенням активності каталітичної пилу в порівнянні з традиційними системами виключення внутрідифузійних стадій каталізу, збільшенням зовнішньої поверхні контакту, забезпеченням рівнодоступності активної поверхні, управлінням концентрацією каталізатора в реакційному обсязі в процесі синтезу. Використання в якості каталізатора частинок металів, їх оксидів або солей спрощує виробництво і покращує експлуатаційні властивості каталізатора, в тому числі міцність і термостійкість.

Хімічні перетворення на пилоподібному цільнооксидному каталізаторі (без носія) були здійснені для реакцій повного каталітичного окислення і синтезу вінілацетату. Повне окислення досліджено в більшій мірі. Технологія аерозольного каталізу виявилася ефективною при окисленні адипінату натрію, промислових відходів, що містять солі органічних і мінеральних кислот, цілої гами органічних сполук, X-масла (відходи виробництва капролактаму, що містять смолоподібні продукти), кубового залишку процесів рідкофазного окислення, шламів, активного мулу біохімічної очистки .

Отримані результати свідчать, що при новій організації каталізу на кілька порядків підвищується активність каталізатора.

Слід зазначити одну істотну особливість аерозольного каталізу. При глибокому окисленні солевміщуючих відходів, наприклад натрієвої солі адипінової кислоти, на традиційних каталізаторах, активність останніх різко падала, і реакція припинялася через 0,5-1 годину. Застосування для цього процесу аерозолі оксидів заліза і їх механічна обробка в кульовому млині виключає дезактивацію каталізатора.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

В останні роки формується область знань з наноструктурних матеріалів, і можливо, з цих позицій можна буде пояснити результати досліджень по аерозольному каталізу. Вважається, що на нанорівні змінюються такі властивості поверхні і матеріалів, як електричні, магнітні, механічні, оптичні. Механізм цих явищ активно вивчається. Беручи до уваги ці дослідження, мабуть, не можна ототожнювати каталітичну активність матеріалу, нанесеного на носій або використовуваного в вигляді сіток, з аерозолем частинок розміром 1-100 нм. Тільки подальші систематичні дослідження аерозольного каталізу можуть дати пояснення зростання активності каталізаторів.

Узагальнення наведеного вище дозволяє виділити нову область каталізу, яку слід назвати аерозольним каталізом. Її відмітні риси:

- застосування дрібнодисперсних (менш 0,1 мкм) каталітично активних частинок (без носія);
- наявність в зоні реакції постійного пилового шару (аерозолі);
- створення необхідної поверхні і "структури" каталізатора за рахунок зміни розміру часток в аерозолі і їх концентрації в шарі;
- забезпечення рівнодоступності каталітично активної поверхні.

При реалізації аерозольного каталізу слід очікувати:

- збільшення активності каталізатора;
- відсутності внутрішньодифузійних стадій реакцій;
- різкого зменшення кількості каталізатора;
- спрощення каталітичної системи;
- підвищення міцності і термостійкості каталізатора;
- зниження витрат на виробництво каталізатора;
- використання всього об'єму реактора;
- можливості регенерації каталізатора шляхом механічної обробки.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Методика дослідження глибокого окислення органічних солей і опис лабораторної установки аерозольного каталізу

В інституті «Хімтехнологія»(м. Северодонецьк) проведені комплексні дослідження процесу окиснення адипату натрію в аерозолі каталізатору під керівництвом заслуженого діяча науки і техніки України, доктора технічних наук, професора Глікiна Марата Ароновича (на сьогодні працює на кафедрі хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля).

Дослідження процесу окислення адипату натрію проводилися на дослідницькій установці (рис. 4.1), що складається з пускового електропідігрівача для газового потоку і в ряді випадків випаровування органіки 1, реактора 2, циклону 3 і фільтра 4 для виділення з газового потоку пилоподібного каталізатора. Установка укомплектована перистальтичним насосом 7 для подачі рідких реагентів і дозатором 5 для подачі каталізатора і твердих порошкоподібних речовин. Реактор (рис. 4.2) являє собою циліндричний апарат проточного типу. Він складається з трьох частин: конічної газорозподільної зони I, реакційної зони II, сепараційної зони III. Діаметр реакційної зони становить 50 мм і висота - 1 м. Вона оснащена системою електрообігріву з автоматичним регулюванням і контролем (Т1-Т6) робочої температури.

Склад газоподібних продуктів реакції аналізувався газоаналізаторами "Дрегер" (O_2 - з точністю до 0,1%, CO, NO, SO - до 1 ppm), "Циркон" (O_2 - до 0,001%), "Тесто" (O_2 - до 0,1%, CO, NO, SO - до 1 ppm) і газохроматографах ЛХМ, ЦВЕТ, Нафтохімскеп (O_2 - до 0,01%, CO - до 0,01%, сума горючих - до 0,0001%), періодично склад каталізатора досліджували дериватографічним і рентгеноструктурним методами. Поверхню каталізатора визначали методом БЕТ.

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

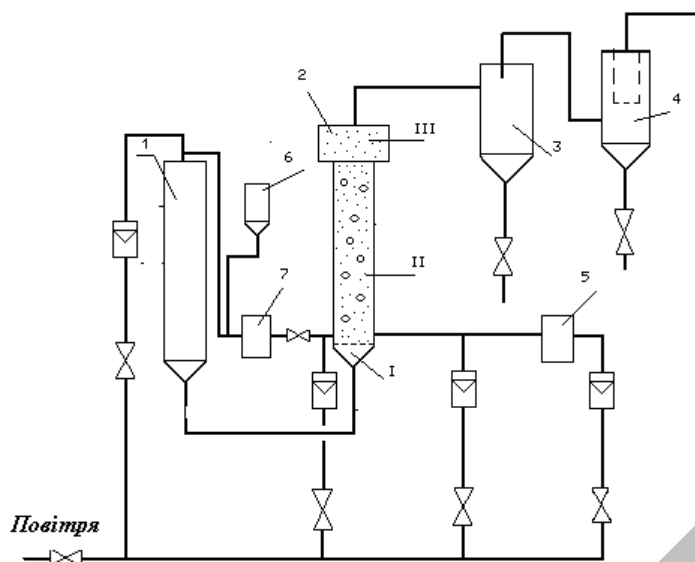


Рисунок 4.1 – Схема лабораторної установки окислення адипату натрію за технологією аерозольного каталізу: 1 – пусковий електропідігрівач; 2 – реактор (I – конічна газорозподільча зона, II – реакційна зона, III – сепараційна зона); 3 – циклон; 4 – фільтр; 5 – дозатор; 6 – дозатор свіжого каталізатору; 7 – перистальтичний насос.

Для визначення кінетичних характеристик процесу глибокого окислення адипату натрію в потоці аерозолю каталізатора Fe_2O_3 в реактор (рис. 4.2) з псевдозрідженим шаром інертних частинок (скляних кульок з еквівалентним діаметром 1,35 мм. Завантаження 1,5 л забезпечує повне заповнення реакційного об'єму, необхідне для визначення оптимального часу контакту) подається повітря, пилоподібний каталізатор Fe_2O_3 і адипат натрію. Витрата всіх реагентів була незмінною протягом усього експерименту. Дослідження були проведені при температурі 600°C . При цьому адипат натрію подавався в зону реакції після попереднього випаровування або в рідкому вигляді.

Аналітичний контроль складу продуктів реакції здійснювався по висоті реакційної зони.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

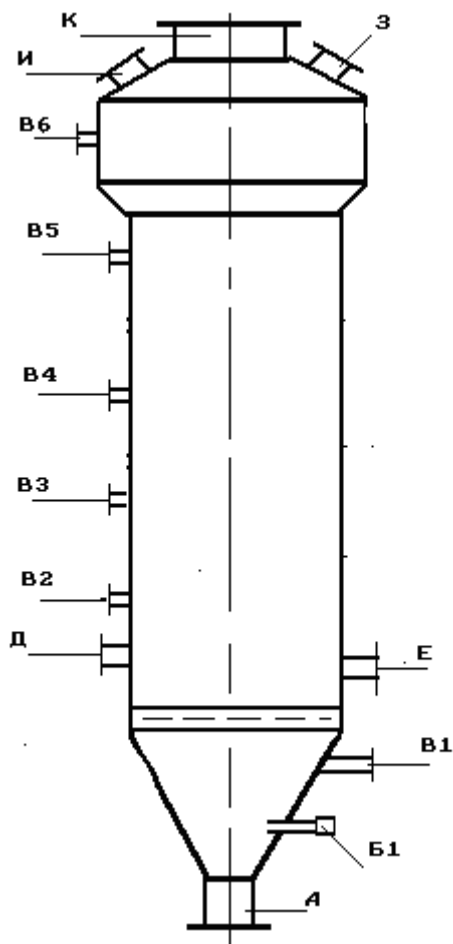


Рисунок 4.2 – Реакційний вузол дослідницької установки аерозольного каталізу: А – вхід повітря; Б – для дифманометру; В – для термопари; Д – вхід відходу; Е – вхід циркуляційного каталізатору; З – люк для загрузки; И – для вибухової мембрани; К – вихід праогазової суміші, каталізатору та відбір проб на аналіз.

В інституті "Хіміятехнологія" розроблена кінетична установка з віброзрідженим шаром. Принципова схема установки й реактора представлена на рисунках 4.3 і 4.4. Кінетичні дослідження проводилися в безградієнтному реакторі з віброзрідженим шаром каталізатору. Насипний об'єм каталізатора змінювали в межах $0,5-3 \text{ см}^3$. Реактор був виготовлений зі сталі Х18Н10Т та являє собою трубку з діаметром 20 мм і висотою 25 мм, у нижній частині обмежувалася решіткою. Реактор поміщали в піч із регульованим обігрівом. Вібрацію здійснювали за допомогою електромеханічного вібратора. Амплітуда коливань змінюється в інтервалі 3-10 мм, а частоту коливань в інтервалі $6-10 \text{ с}^{-1}$.

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

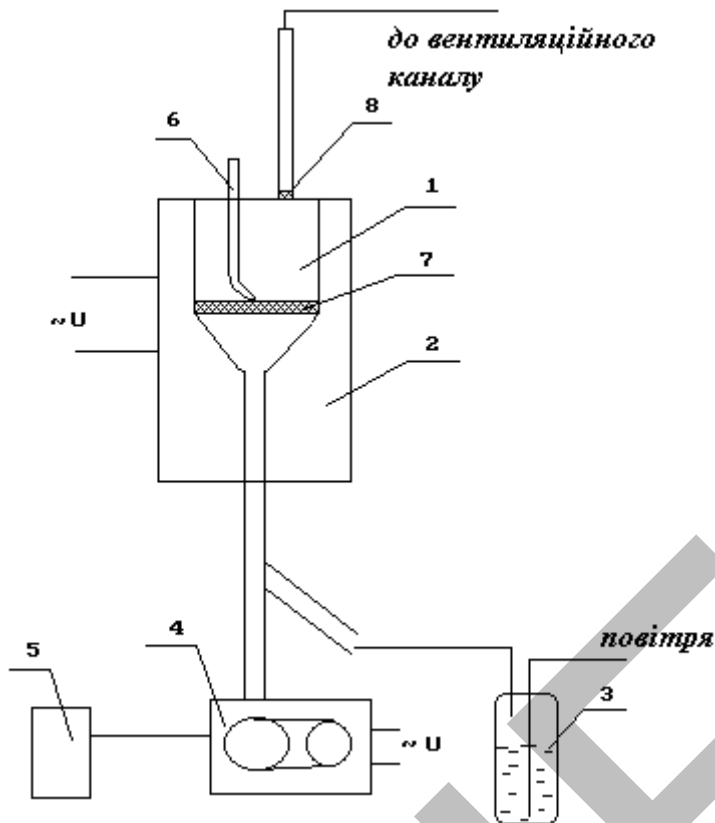


Рисунок 4.3 – Принципова схема лабораторної установки для окислення адипату натрію у віброзрідженому шарі: 1 – реактор; 2 – електроріч для обігріву реакторного вузла; 3 – ємність для подачі рідини; 4 – вібропристрій; 5 – вимірювач частоти; 6 – карман для термопар; 7 – розподільча решітка; 8 – фільтр.

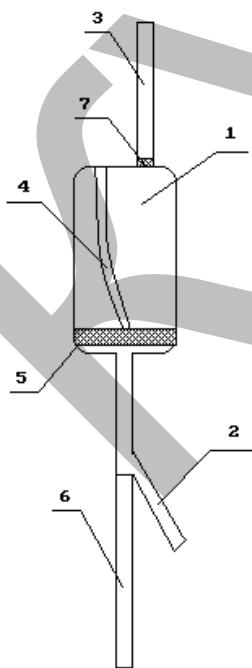


Рисунок 4.4 – Принципова схема реактору аерозольного каталізу для окислення адипату натрію у віброзрідженому шарі: 1 – реакційна зона; 2 – вхід повітря та адипату натрію; 3 – відвідний патрубок продуктів окиснення; 4 – карман для термопар; 5 – розподільча решітка; 6 – з'єднання до вібропристрою; 7 – фільтр.

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Результати отримані на дослідних установках

На експериментальній установці проточного типу в інституті «Хімтехнологія» проведені дослідження глибокого окиснення адипінату натрію. Витрата повітря була взята з урахуванням оптимального режиму процесу, щоб уникнути віднесення інертних часток з реакційної зони апарата, прийнято 3200 л/год. Дослідження проводилися при температурі 600°C , тому що при низьких температурах знижується швидкість реакції, а при високих – не дозволяє конструкційний матеріал реакторного вузла.

В роботах інституту «Хімтехнологія» представлені експериментальні дані й результати їх обробки для процесу окиснення адипата натрію киснем повітря представлено в таблиці 4.1. Мета досліджень – пошук оптимального режиму для кожної витрати каталізатора.

На безградієнтній кінетичній установці були отримані експериментальні дані. При обробці даних були отримані значення часу контакту, концентрації каталізатора, ступені перетворення й швидкості реакції на грам каталізатора.

Таблиця 4.1. Експериментальні дані процесу глибокого окислення розчину адипату натрію в аерозолі каталізатору

№ п/п	Витрата розчину	Витрата каталізатору	Концентрація каталізатору	Ступінь перетворення	Аналіз газів окиснення	
	мл/год	г/год	г/м ³	%	CO, ppm	CO ₂ , % об.
1	2	3	4	5	6	7
1	5	4	3.991	100	8	0.040
2	6	4	3.989	100	8	0.042
3	10	4	3.984	100	10	0.050
4	11	4	3.983	100	8	0.052
5	17	4	3.975	100	8	0.064
6	20	4	3.971	100	11	0.070
7	21	4	3.969	100	10	0.072
8	26	4	3.963	100	10	0.082
9	30	4	3.957	100	12	0.090
10	31	4	3.956	99.99	11	0.091
11	32	4	3.955	98.50	31	0.092
12	33	4	3.953	95.63	43	0.094
13	40	6	5.916	100	12	0.109

Продовження таблиці 4.1.

1	2	3	4	5	6	7
14	41	6	5.914	100	10	0.112
15	47	6	5.903	100	11	0.122
16	50	6	5.897	100	10	0.128
17	51	6	5.895	100	11	0.130
18	52	6	5.893	100	14	0.132
19	60	6	5.877	100	13	0.147
20	62	6	5.873	100	13	0.153
21	65	6	5.868	100	14	0.158
22	70	6	5.858	99.29	25	0.165
23	71	6	5.856	99.37	25	0.167
24	76	8	7.795	100	16	0.180
25	80	8	7.785	100	15	0.186
26	81	8	7.782	100	17	0.189
27	83	8	7.777	100	16	0.191
28	90	8	7.760	100	17	0.205
29	91	8	7.757	100	18	0.207
30	92	8	7.754	100	18	0.210
31	94	8	7.749	100	19	0.212
32	96	8	7.744	99.54	22	0.214
33	98	8	7.739	98.10	24	0.215

Витрата розчину адипату натрію варіювалася в діапазоні від 5 до 98 мл/год. При цьому концентрація каталізатора становила $3,953 \div 7,795$ г/м³ реакційної суміші. Процес проводився в умовах повного окислення органічної складової. Основним критерієм ефективності глибокого окислення був вміст монооксиду вуглецю у відхідних газах, концентрація яких не повинна перевищувати значення ГДК. Перевищення значення ГДК (20 мг/м³) за монооксидом вуглецю свідчить про те, що знижується ступінь окислення органіки за рахунок перевантаження каталізатора.

Аналіз отриманих експериментальних даних (табл. 4.1) показує, що при концентрації каталізатора (Fe₂O₃) 4 г/м³ граничне навантаження на каталізатор становить 9,52 г адипату натрію/г каталізатора на годину. При концентрації каталізатора 6 г/м³ граничне навантаження на каталізатор становить 19,96 г/г каталізатора на годину. Подальше підвищення концентрації каталізатора до 7,8 г/м³ показує зростання граничного навантаження на каталізатор до 28,86 г/г каталізатора на годину.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ 04.01 ПЗ	

Отримані результати показують, що концентрація каталізатора 4 г/м³ реакційної суміші вже досить для забезпечення високої ефективності знешкодження модельної суміші, що містить адипат натрію. З експериментальних даних видно, що збільшення концентрації каталізатора тягне за собою збільшення граничного навантаження. Таким чином, можна стверджувати, що концентрація каталізатора в реакційній суміші є одним з факторів управління ефективністю процесу, а також одиничною потужністю агрегату.

Висновки з експериментальної частини

У роботах співробітників кафедри ХІЕ СНУ ім. В. Даля, проведених на базі кафедри й підприємства «Хімотехнологія» представлені результати експериментальних досліджень окиснення адипата натрію й реальних відходів виробництва капролактаму, що показують ефективність процесу, а саме:

- Показана принципова можливість знешкодження з високою ефективністю відходів, що містять солі в аерозолі каталізатора.

- Визначені оптимальні умови процесу знешкодження, зазначених відходів.

Рекомендований каталізатор на основі Fe₂O₃. При цьому встановлена концентрація каталізатора в реакційній суміші не менш 4 г/м³.

Експериментально встановлене граничне навантаження на каталізатор, порядку 9,52 – 28,86 г/г каталізатора в годину залежно від концентрації каталізатора.

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Прикладна частина

5.1 Теоретичні основи процесу

Промисловий синтез капролактаму, схема утвору стічних і їх очищення

Промисловий синтез капролактаму здійснюється окисненням циклогексану повітрям. Процес складається з наступних стадій: окиснення, омилення, оксимування, екстракції, упарки водного розчину, дистиляції.

На першій стадії відбувається окиснення циклогексану в рідкій фазі при 130-140 °С у присутності каталізатора. Процес супроводжується утвором продуктів вторинних перетворень.

На стадії омилення утворюються лужні стічні води, які відносяться до розряду сильно концентрованих вод з переважним забруднювачем у вигляді адипіната натрію. Лужні стічні води утворюються також на стадіях: оксимування, екстракції, упарки водяного розчину, дистиляції.

Знешкодження стічних вод виробництва капролактаму здійснюється спалюванням частини з них у спеціальних циклонних печах і очищенням іншої їхньої частини на біологічних очисних спорудах (рисунок 5.1). Стічні води, що одержуються на стадії упарки водяного розчину, перед утилізацією збирають у відстійник.

Використовувані методи знешкодження вогневим спалюванням і в нерухливому шарі мають недоліки стосовно зваженого шару інертних часток. Спалювання вимагає більші витрати палива, металу й дуже високих температур. Метод зваженого шару має свої переваги й недоліки стосовно нерухливого. До переваг ставляться:

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Прикладна частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

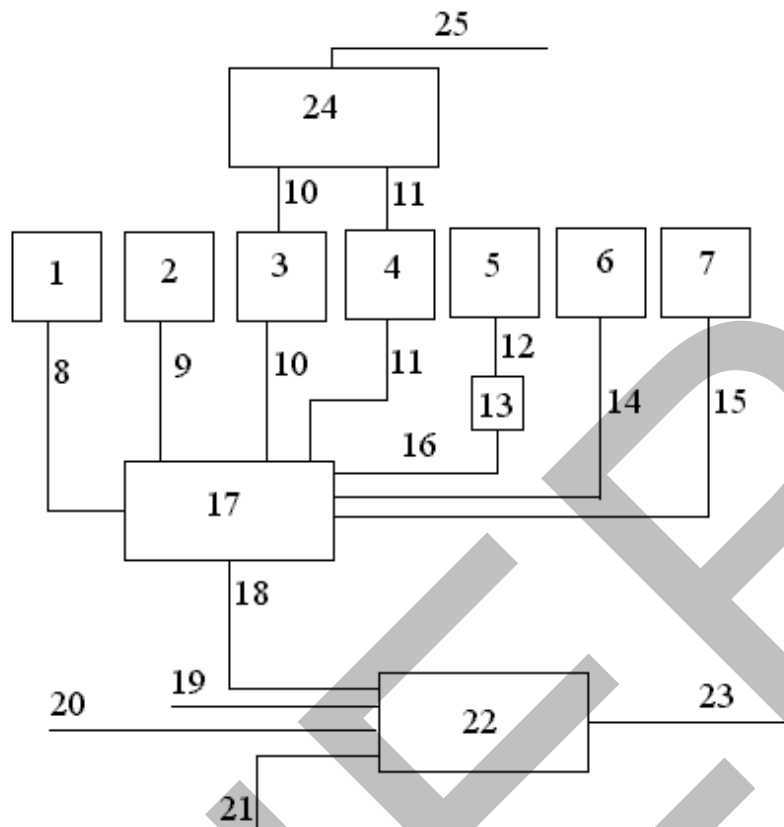


Рисунок 5.1 – Схема утвору стічних вод, напрями їх переробки:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – окремі стадії виробництва капролактаму - відповідно: окиснення, омилення, оксимування, екстракції, упарки, дистиляції, цех сульфату амонію; 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 – стічні води від окремих стадій виробництва капролактаму; 13 - відстійник; 16 - стічні води від стадії упарки після відстійника; 17 - усереднювач стічних вод; 18 - змішаний стік, що надходить на спорудження біологічного очищення; 19 - господарсько-побутові стічні води; 20 - промислові стічні води інших хімічних виробництв; 21 - умовно чиста вода; 22 - біохімічні очисні спорудження; 23 - очищена стічна рідина після біологічного очищення; 24 - установка для спалювання стічних вод; 25 - продукти спалювання стічних вод.

1. інтенсивний теплообмін між твердими частками й газовим потоком приводить до вирівнювання температури у всьому шарі, за винятком зон, розташованих у стінок апарата й газорозподільного обладнання;

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. уся поверхня твердих часток оточена газом і ступінь контактування максимальна;

3. характеристики шару в повному обсязі вирівнюються й стають однаковими;

4. можливість організувати безперервний процес замість періодичного;

5. можлива обробка тонко здрібнених матеріалів;

6. гідравлічний опір менше, чим для нерухливого шару, і практично не залежить від швидкості газового потоку;

7. апаратура проста й дешева.

А основні недоліки полягають у наступному:

1. необхідність ретельного очищення від пилу газового потоку, що виходить із апарата, тому що має місце стирання твердих часток;

2. механічне зношування апаратури за рахунок абразивних властивостей деяких матеріалів у зваженому шарі.

3. неоднаковий час перебування часток в апараті, у результаті чого деякі частки матеріалу проскакують через апарат, не беручи участь у процесі;

4. неможливість здійснення протитечії в односекційному апараті;

5. можливість виникнення зворотного перемішування за рахунок інтенсивного перемішування часток у шарі, у результаті чого може спостерігатися небажане вирівнювання концентрацій.

5.2 Опис технологічної схеми

В даній роботі розглядається стадія каталітичного окиснення стічних вод виробництва капролактаму зі стадій оксидування та екстракції.

Промислова установка знешкодження відходів виробництва капролактаму складається з наступних основних елементів:

- система введення реагентів (рідких, газоподібних, твердих);

- дозатор каталізатора;

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- реактор;
- система очищення продуктів реакції від каталізатора;
- система вбудованих теплообмінників.

Пускова піч використовується тільки при пуску установки утилізації відходів, а під час нормальної роботи відділення вона відсічена від схеми (на технологічній схемі не вказана).

Рідкі промислові відходи насосом Н подаються з усереднювача (ємності) Е1 підігріті в теплообміннику Т1 гарячою водою за допомогою форсунок, диспергують безпосередньо в зону каталізу реактора РТ, де відбувається глибоке окислення органічної складової киснем повітря і реакція окиснення сульфатів, на поверхні каталізатора Fe_2O_3 при температурі $200^{\circ}C$ в віброзрідженному шарі інерту. Повітря подається в реактор двома потоками. Основний потік, необхідний для підтримки каталітичної системи в зрідженому стані, і реакції окислення, повітродувкою В через підігрівач Т2 подається під розподільну решітку реактора РТ. Цей потік повітря підігрівається паром, що відводиться з реакційного об'єму. Додатковий потік повітря, необхідний для віброзрідження каталітичної системи, за допомогою імпульсного компресора К, підігріваючись в теплообміннику Т3, подається під розподільну решітку реактора.

Надлишок тепла реакції відводиться за допомогою вбудованого в реакційний об'єм теплообмінника.

Вихідна з реактора парогазова суміш (продукти окислення і солі) направляється в циклон Ц через коагулятор. Циклон і коагулятор забезпечені електромагнітними котушками, за допомогою яких забезпечується досить високий ступінь пиловловлювання феромагнітних частинок каталізатора. Відокремлений від парогазової суміші каталізатор з циклону надходить в бункер Е2, змішується зі свіжим каталізатором і надходить в реактор. Розчин солей конденсується в холодильнику ХК, і в сепараторі С відділяється від газової суміші, яка скидається в атмосферу. Отриманий розчин солей направляється на очистку.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ 04.01 ПЗ				

5.3 Розрахунок матеріального балансу

Капролактама відноситься до числа термічно нестійких продуктів. При підвищених температурах капролактама взаємодіє з киснем повітря, утворюючи гідроперекісні сполуки, які під впливом іонів заліза або кобальту перетворюються в адипанід, який при взаємодії з лугом перетворюється в адипат натрію з виділенням аміаку. У зв'язку з тим, що капролактама є термічно нестійким продуктом, у процесі його перегонки необхідно забезпечити мінімально можливий термічний вплив.

На стадії очищення сирого капролактама методом дистиляції, стадії оксидування та екстракції утворюється промисловий сток наступного складу (% мас.): адипат натрію 32%, сульфат амонію 3%, циклогексанол 1,5%, циклогексанон 0,7%, смоли, в перерахунку на дицилогексанон 5%, вода 57,8%. Цей сток направляється на спалювання в спеціальних циклонних пічах. Але процес спалювання з екологічної точки зору не є доцільним, так як може супроводжуватися неконтрольованим утворенням оксидів нітрогену, монооксиду вуглецю, діоксинів та інших небезпечних речовин.

На сучасному етапі розвитку промисловості найбільш екологічними методом утилізації відходів являються каталітичні методи. В даній роботі пропонується промислові стоки виробництва капролактама окиснювати в аерозолі каталізатору. Для матеріального розрахунку приймаємо витрату стоку 1 т/годину.

Витрата компонентів стоку складає:

адипат натрію $1000 \cdot 32 / 100 = 320$ кг/год

сульфат амонію $1000 \cdot 3 / 100 = 30$ кг/год

циклогексанол $1000 \cdot 1,5 / 100 = 15$ кг/год

циклогексанон $1000 \cdot 0,7 / 100 = 7$ кг/год

дицилогексанон $1000 \cdot 5 / 100 = 50$ кг/год

вода $1000 \cdot 57,8 / 100 = 578$ кг/год

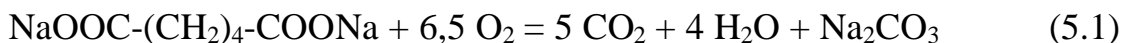
					PM 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Разом

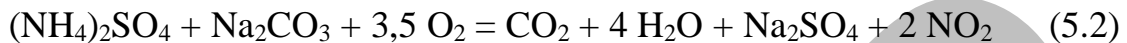
1000 кг/год

Каталітичне окиснення стоку відбувається за реакціями:

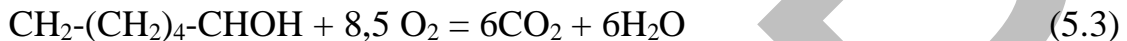
окиснення адипату натрію:



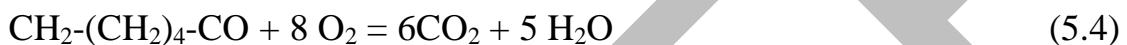
окиснення сульфату амонію:



окиснення циклогексанолу:



окиснення циклогексанону:



окиснення дициклогексанону:



Визначаємо молекулярні маси речовин:

Молекулярна маса адипату натрію:

$$M_{\text{ад.н.}} (\text{NaOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COONa}) = 2\text{Na} + 4\text{O} + 6\text{C} + 8\text{H} = 2 \cdot 23 + 4 \cdot 16 + 6 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 190 \text{ кг/кмоль};$$

Аналогічно визначаємо молекулярні маси речовин що перебувають в системі: сульфат амонію $M_{\text{с.ам.}} = 132 \text{ кг/кмоль}$; циклогексанол $M_{\text{ци}} = 100 \text{ кг/кмоль}$; циклогексанон $M_{\text{ци}} = 98 \text{ кг/кмоль}$; дициклогексанон $M_{\text{дци}} = 152 \text{ кг/кмоль}$; кисень $M_{\text{O}_2} = 32 \text{ кг/кмоль}$; діоксид вуглецю $M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ кг/кмоль}$; вода $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ кг/кмоль}$; карбонат натрію $M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106 \text{ кг/кмоль}$; сульфат натрію $M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 142 \text{ кг/кмоль}$; діоксид нітрогену $M_{\text{NO}_2} = 46 \text{ кг/кмоль}$.

Визначаємо мольні потоки речовин, що підлягають окисленню за формулою:

$$v_i = \frac{m_i}{M_i},$$

де v_i – мольний потік i -ї речовини, кмоль/год;

m_i – масовий потік i -ї речовини, кг/год;

M_i – молекулярна маса i -ї речовини, кг/кмоль.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

адипат натрію $320/190 = 1,68$ кмоль/год
сульфат амонію $30/132 = 0,23$ кмоль/год
циклогексанол $15/100 = 0,15$ кмоль/год
циклогексанон $7/98 = 0,071$ кмоль/год
дициклогексанон $50/152 = 0,33$ кмоль/год

Разом $2,46$ кмоль/год

За реакцією (5.1) витрачається та утворюється наступна кількість реагентів:

$$v_{O_2} = 6,5 \cdot v_{ад.н} = 6,5 \cdot 1,68 = 10,92 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{CO_2} = 5 \cdot v_{ад.н} = 5 \cdot 1,68 = 8,4 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{H_2O} = 4 \cdot v_{ад.н} = 4 \cdot 1,68 = 6,72 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{Na_2CO_3} = v_{ад.н} = 1,68 \text{ кмоль/год}.$$

За реакцією (5.2) витрачається та утворюється наступна кількість реагентів:

$$v_{Na_2CO_3} = v_{с.ам} = 0,23 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{O_2} = 3,5 \cdot v_{с.ам} = 3,5 \cdot 0,23 = 0,805 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{CO_2} = v_{с.ам} = 0,23 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{H_2O} = 4 \cdot v_{с.ам} = 4 \cdot 0,23 = 0,92 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{Na_2SO_4} = v_{с.ам} = 0,23 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{NO_2} = 2 \cdot v_{с.ам} = 2 \cdot 0,23 = 0,46 \text{ кмоль/год}.$$

За реакцією (5.3) витрачається та утворюється наступна кількість реагентів:

$$v_{O_2} = 8,5 \cdot v_{цл} = 8,5 \cdot 0,15 = 1,275 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{CO_2} = 6 \cdot v_{цл} = 6 \cdot 0,15 = 0,9 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{H_2O} = 6 \cdot v_{цл} = 6 \cdot 0,15 = 0,9 \text{ кмоль/год}.$$

За реакцією (5.4) витрачається та утворюється наступна кількість реагентів:

$$v_{O_2} = 8 \cdot v_{цн} = 8 \cdot 0,071 = 0,568 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{CO_2} = 6 \cdot v_{цн} = 6 \cdot 0,071 = 0,426 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{H_2O} = 5 \cdot v_{цн} = 5 \cdot 0,071 = 0,355 \text{ кмоль/год}.$$

За реакцією (5.5) витрачається та утворюється наступна кількість реагентів:

$$v_{O_2} = 13,5 \cdot v_{дицн} = 13,5 \cdot 0,33 = 4,455 \text{ кмоль/год};$$

$$v_{CO_2} = 10 \cdot v_{дицн} = 10 \cdot 0,33 = 3,3 \text{ кмоль/год};$$

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$v_{H_2O} = 8 \cdot v_{\text{дици}} = 8 \cdot 0,33 = 2,64 \text{ кмоль/год.}$$

Визначаємо загальну кількість діоксиду вуглецю, що утворюється в результаті окислення промислового стоку:

$$v_{CO_2} = 8,4 + 0,23 + 0,9 + 0,426 + 3,3 = 13,256 \text{ кмоль/год.}$$

Визначаємо загальну кількість води, що утворюється в результаті окислення промислового стоку:

$$v_{H_2O} = 6,72 + 0,92 + 0,9 + 0,355 + 2,64 = 11,535 \text{ кмоль/год.}$$

Разом із водою, що міститься в промисловому стоці, загальна кількість води в продуктах складе:

$$v_{H_2O} = 11,535 + 32,11 = 43,6461 \text{ кмоль/год.}$$

Карбонату натрію за реакцією (5.1) утворюється 1,68 кмоль/год, на реакцію (5.2) його витрачається 0,23 кмоль/год, отже, з продуктах реакції залишиться:

$$v_{Na_2CO_3} = 1,68 - 0,23 = 1,45 \text{ кмоль/год.}$$

Кількість діоксиду нітрогену в продуктах реакцій окислення складе 0,46 кмоль/год.

Загальна кількість кисню, що теоретично необхідна для окислення стоку виробництва капролактаму складає:

$$v_{O_2} = 10,92 + 0,805 + 1,275 + 0,568 + 4,455 = 18,023 \text{ кмоль/год.}$$

За даними отриманими на дослідно-промисловій установці, оптимальний коефіцієнт надлишку повітря складає 1,05. Таким чином визначаємо практично необхідну кількість кисню:

$$v_{O_2\text{практ}} = 18,023 \cdot 1,05 = 18,92415 \text{ кмоль/год.}$$

Таким чином не прореагує та залишиться в продуктах реакції наступна кількість кисню:

$$v_{O_2\text{прод}} = 18,92415 - 18,023 = 0,90115 \text{ кмоль/год.}$$

Концентрація кисню в повітрі складає 21 % об'ємний, отже загальна кількість повітря складе:

$$v_{O_2\text{практ}} = 18,92415 \text{ кмоль/год} \quad 21 \% \text{ об.}$$

$$v_{\text{пов}} \text{ кмоль/год} \quad 100 \% \text{ об.}$$

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_{\text{пов}} = 18,92415 \cdot 100 / 21 = 90,115 \text{ кмоль/год}$$

Кількість азоту, що надходить з повітрям на процес окислення промислового стоку складе:

$$v_{\text{N}_2} = v_{\text{пов}} - v_{\text{O}_2\text{практ}} = 90,115 - 18,92415 = 71,19085 \text{ кмоль/год.}$$

Заносимо до таблиці 5.1 розраховані дані з мольних витрат речовин, що витрачаються та утворюються в процесі окислення.

Таблиця 5.1 - Мольні витрати речовин, що витрачаються та утворюються в процесі окислення за реакціями (5.1) – (5.5)

Прихід			Витрата		
Потік	кмоль/год	%	Потік	кмоль/год	%
1. Стічна вода, в т.ч.:	34,571	27,73	CO ₂	13,256	10,11
адипат натрію	1,68	1,35	H ₂ O	43,6461	33,28
сульфат амонію	0,23	0,18	Na ₂ CO ₃	1,45	1,11
циклогексанол	0,15	0,12	Na ₂ SO ₄	0,23	0,18
циклогексанон	0,071	0,06	NO ₂	0,46	0,35
дициклогексанон	0,33	0,26	O ₂	0,90115	0,69
вода	32,11	25,75	N ₂	71,19085	54,29
1. Повітря, в т.ч.:	90,115	72,27			
кисень	18,92415	15,18			
азот	71,19085	57,10			
Разом	124,686	100,00		131,134	100

Визначаємо об'ємні потоки речовин, що витрачаються та утворюються в процесі окислення за формулою:

$$V_i = v_i \cdot 22,4.$$

До таблиці 5.2 заносимо розраховані дані з об'ємних витрат речовин, що витрачаються та утворюються в процесі окислення.

Таблиця 5.2 – Об'ємні витрати речовин, що витрачаються та утворюються в процесі окислення за реакціями (5.1) – (5.5)

Прихід			Витрата		
Потік	м ³ /год	%	Потік	м ³ /год	%
1. Стічна вода, в т.ч.:	774,3904	27,73	CO ₂	296,934	10,11
адипат натрію	37,632	1,35	H ₂ O	977,673	33,28
сульфат амонію	5,152	0,18	Na ₂ CO ₃	32,48	1,11
циклогексанол	3,36	0,12	Na ₂ SO ₄	5,152	0,18
циклогексанон	1,5904	0,06	NO ₂	10,304	0,35
дициклогексанон	7,392	0,26	O ₂	20,1858	0,69
вода	719,264	25,75	N ₂	1594,68	54,29

контролю температури, однорідність якої свідчить про ефективність процесу. У реакційну зону реактору завантажується інерт. Для того щоб інерт привести в віброзріджений стан в нижню частину реактора через розподільну решітку подається два потоки повітря: основний, для забезпечення псевдозрідження, і додатковий - пульсуючий для створення віброзрідження каталітичної системи. Для рівномірного розподілу повітря, в низу реакційної зони, встановлена розподільна решітка з діаметром отворів 0,8 мм. Вгорі реакційної зони розташований відбійник, який представляє собою ґрати з отворами діаметром 0,8 мм, для того щоб не виносило інерт з реакційного об'єму.

У віброзріджений шар інерту подається каталізатор Fe_2O_3 у вигляді пилу. Введення каталізатору забезпечується пневмотранспортом. Вихідна суміш подається під розподільну решітку через форсунки. Температура в реакторі підтримується на рівні $600^{\circ}C$.

Калорійність знешкодження відходів забезпечує утворення екзотермічного тепла, тому в реакційній об'єм вбудовується теплообмінник. Перевага віддається теплообміннику з вертикальними трубами.

Рекомендується встановити штуцери для виміру перепаду тиску повітрярозподільної решітки, віброзрідженого шару і реактора в цілому.

5.5 Розрахунок основного обладнання

Згідно з матеріальним балансом об'єм парогазової суміші рівний 12500 м^3 . Витрата парогазової суміші складає 5209 кг/год . Щільність суміші рівна $0,417 \text{ кг/м}^3$. Тоді по гідродинамічному розрахунку коефіцієнти Ареніуса й Рейнольдса будуть 47550 і $18,732$. Згідно із цим швидкість псевдозрідження буде $0,77 \text{ м/с}$, а робоча швидкість $2,68 \text{ м/с}$. Тоді діаметр реактора складатиме $1,29 \text{ м}$. Приймаємо $1,3 \text{ м}$. Виходячи з умови, що:

1. Об'єм кульок : Об'єм рідини = 1:2
2. Висота псевдозрідження : Діаметр реактора = 1:1

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо висоту псевдозрідження 1,3 м, а необхідний об'єм кульок 0,2 м³. Висота надшарового простору 0,2 м. Висота реакційної зони складає 1,5 м. Швидкість у сепараційній зоні 0,536 м/с, тоді діаметр її рівний 3,0 м, а висоту приймаємо 0,5 м. Разом загальна висота реактора складатиме 2 м.

5.6 Аналітичний контроль роботи природоохоронного об'єкту

Аміак: відбір проб на плівковий сорбент.

Методика призначена для визначення концентрації аміаку в атмосферному повітрі населених пунктів у діапазоні 0,03-6,0 мг/м³ при об'ємі проби повітря 40 дм³. Використовується для виміру разових і середньодобових концентрацій.

При визначенні концентрації аміаку в атмосферному повітрі в діапазоні 0,03-6,0 мг/м³ встановлена сумарна погрішність при довірчій імовірності 0,95 не перевищує ±15%.

Метод заснований на вловлюванні аміаку з повітря плівковим хемосорбентом і фотометричному визначенні його по індофенолу, що утвориться в результаті взаємодії амонію з гіпохлоритом й фенолом у присутності нітропрусида натрію.

Відбір проб. Для визначення разової концентрації аміаку досліджуване повітря аспирують з витратою 2,0 дм³/хв протягом 20 хв через сорбційну трубку, підготовлену до відбору. Сорбційна трубка повинна бути укріплена у вертикальному положенні шаром сорбенту вниз. Для визначення середньодобових концентрацій відбирають 4-8 разових проб за 24 год. Сорбційні трубки відразу після відбору закривають заглушками.

З метою затримки аерозолі солей амонію перед сорбційною трубкою встановлюють фільтродержач із фільтром АФА-В-10. Всі сполучні трубки повинні бути виготовлені із фторопласта або скла й з'єднуватися встик гумовими муфтами. Щоб уникнути сорбції аміаку необхідно ретельно стежити за тим, щоб внутрішня поверхня сполучних трубок була сухою. При відборі проб на

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відкритому повітрі ефективно поглинання аміаку забезпечується в діапазоні температур від мінус 20 до 40 °С.

Виконання вимірів. Сорбційну трубку поміщають у пробірку й заливають 6 см³ води. Шляхом прокачки води через сорбент за допомогою гумової груші переводять пробу в розчин і виймають трубку із пробірки. Для аналізу 1,0 см³ цього розчину переносять в іншу пробірку й доводять розчином для розведення до об'єму 5 см³. Якщо очікуються більші концентрації, то об'єм розчину проби може бути зменшений до 0,1 см³. Потім у пробірку додають 1 см³ фенольного реактиву, перемішують, вносять 0,5 см³ гіпохлоритного реактиву й знову перемішують.

Одночасно аналізують три нульові проби з партії підготовлених до відбору. Через 2 год вимірюють оптичну щільність щодо води в кюветах шириною 5 мм при довжині хвилі 625 нм. Час від додавання останнього реактиву до виміру оптичної щільності всіх проб повинне бути однаковим.

Середнє значення оптичної щільності нульової проби не повинне перевищувати 0,04. У протилежному випадку варто замінити реактиви, забруднені аміаком. При проведенні аналізу необхідно ретельно стежити за чистотою посуду, заглушок і вимірювальних кювет, якістю води й реактивів.

Масу аміаку в пробі визначають за допомогою встановленої градуїрочної характеристики по різниці результатів вимірів оптичної щільності розчинів проби й середній оптичній щільності нульових проб.

Розрахунок результатів вимірів. Для отримання порівнювальних результатів визначення концентрацій домішок об'єм проби повітря, взятого для аналізу, приводять до нормальних умов: температурі $t=0^{\circ}\text{C}$ ($T_0=273\text{ K}$) і тиску $P_0=760\text{ мм рт.ст.}$ (101,3 кПа).

Розрахунок проводять за формулою:

$$V_0 = \frac{T_0 \cdot P}{P_0(273+t)} u \cdot (\tau_2 - \tau_1) = K \frac{PV}{273+t} u(\tau_2 - \tau_1) \quad (5.6)$$

де V_0 - об'єм взятої проби повітря, приведений до нормальних умов, дм³;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

u – затрати повітря при відборі проби, $\text{дм}^3/\text{хв}$.

V – об'єм проби повітря, виміряний при відборі, дм^3 ;

t – температура повітря на вході в ротаметр або лічильник (не на вулиці), $^{\circ}\text{C}$;

τ_1, τ_2 – час початку та кінця відбору проби;

P – атмосферний тиск при відборі проби повітря, кПа або мм рт.ст. ;

K – коефіцієнт перерахунку (при вимірюванні P в кПа $K = 2,7$, а при вимірюванні P в мм рт.ст. $K = 0,358$).

Для приведення об'єму повітря до нормальних умов можна також використовувати більш просту формулу:

$$V_0 = K' \cdot V \quad (5.7)$$

K' – коефіцієнт перерахунку, який знаходиться по таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Коефіцієнт перерахунку

Тиск, мм рт.ст. (кПа)	Температура, $^{\circ}\text{C}$								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
730 (97,3)	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,84
735 (98,0)	0,96	0,95	0,93	0,92	0,9	0,89	0,87	0,86	0,84
740 (98,7)	0,97	0,96	0,94	0,92	0,91	0,9	0,88	0,86	0,85
745 (99,3)	0,98	0,96	0,95	0,93	0,91	0,9	0,88	0,87	0,85
750 (100,0)	0,98	0,97	0,95	0,94	0,92	0,93	0,89	0,87	0,86
755 (100,7)	0,99	0,98	0,96	0,94	0,94	0,92	0,9	0,88	0,87
760 (101,3)	1,0	0,98	0,96	0,96	0,93	0,92	0,9	0,89	0,87
765 (102,0)	1,0	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88
770 (102,7)	1,1	0,99	0,98	0,96	0,95	0,94	0,91	0,9	0,88
775 (103,3)	1,1	1,0	0,98	0,97	0,95	0,94	0,92	0,9	0,89
780 (104,0)	1,2	1,0	0,99	0,97	0,96	0,94	0,92	0,91	0,89

При відборі проб повітря за допомогою автоматичних повітрязабірників «Компонент», АВ-1, а також електроаспіраторів ЕА-2С, ЕА-2СМ, ЕА-3, температура повітря, що надходить у вимірювальну частину приладу, регулюється. Тому для приведення до нормальних умов об'єма проб повітря, відібраних за допомогою «Компонента» та АВ-1 у формулах слід використовувати $t = 20^{\circ}\text{C}$.

Оксид азоту: відбір проб на плівковий сорбент

Методика призначена для визначення концентрації оксиду азоту в атмосферному повітрі населених пунктів у діапазоні концентрацій від 0,016 до 0,94 мг/м³ при відборі проби повітря об'ємом 5 дм³. Використовується для виміру разових і середньодобових концентрацій.

Норми точності вимірів. За експертними оцінками при визначенні концентрації оксиду азоту в атмосферному повітрі в діапазоні концентрацій 0,016-0,94 мг/м³ сумарна погрішність не перевищує ±25%.

Метод виміру. Метод заснований на окислюванні оксиду азоту з наступним уловлюванням утворюваного двоокису азоту плівковим хемосорбентом і фотометричному визначенні по азокрасителю, який утворюється у результаті взаємодії нітрит-іона із сульфаніловою кислотою й 1-нафтіламіном.

Відбір проб. Для визначення разової концентрації оксиду азоту досліджуване повітря аспирують через систему, що складається зі скляної колонки, заповненої сорбентом для поглинання NO₂, стабілізатором вологості, окислювачем, і сорбційної трубки, підготовленої до відбору, з витратою 0,25 дм³/хв протягом 20 хв. При відборі колонка й сорбційна трубка повинні бути укріплені у вертикальному положенні. Відібрані проби в герметичній упаковці можуть зберігатися протягом 20 діб.

Виконання вимірів. Сорбційну трубку поміщають у пробірку й заливають 6 см³ води. Шляхом декількох прокачувань води через сорбент (за допомогою гумової груші) переводять пробу в розчин, видувають залишки розчину й виймають трубку із пробірки. Для аналізу 5 см³ розчину переносять в іншу пробірку. До цього розчину додають 0,5 см³ складеного реактиву й струшують. Через 20 хв визначають оптичну щільність розчину. Щораз одночасно аналогічно пробі аналізують нульову пробу - сорбційну трубку з партії підготовлених до відбору трубок. Масу двоокису азоту в пробі знаходять за допомогою градуйованої характеристики по різниці оптичних щільностей розчинів проби й нульового.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Визначення оксиду вуглецю (Гх-метод).

Методика призначена для визначення масової концентрації оксиду вуглецю в атмосферному повітрі населених пунктів у діапазоні 0,2-30,0 мг/м³ при об'ємі проби повітря 100 см³. Використовується для визначення разових концентрацій при відсутності автоматичних аналізаторів.

Норми точності вимірів. За результатами метрологічного дослідження, при визначенні разової концентрації оксиду вуглецю в діапазоні 0,2-30 мг/м³ сумарна погрішність при довірчій імовірності 0,95 не перевищує ±5%.

Метод виміру. Метод заснован на хроматографічному розподілу оксиду вуглецю й супутніх компонентів на колонку з молекулярними ситами, конверсії оксиду вуглецю в метан у присутності ніхромового каталізатора й водню й детектированню метану полум'яно-іонізаційним детектором без попереднього концентрування.

Відбір проб. Проби повітря відбирають у скляні медичні шприци або газові піпетки, через які протягають десятикратний об'єм аналізованого повітря. При використанні гумових камер аналізоване повітря накачують у них за допомогою гумової груші або насоса. Проби повітря з концентраціями оксиду вуглецю до 5,0 мг/м³ можна зберігати в скляних пробовідбірних посудинах протягом 15 доб.

Виконання вимірів. Проби повітря вводять у хроматограф за допомогою крана-дозатора через дозуючу петлю. Для цього з газових піпеток пробу повітря витісняють у дозуючу петлю насиченим розчином хлористого натрію. Зі скляних медичних шприців місткістю 100 см³ (або з гумових камер) відбирають близько 20 см³ аналізованого повітря медичним шприцом, проколюючи гумову трубку, що (разом із заглушкою) закриває вихідний отвір, і продувають їм дозуючу петлю.

Умови хроматографічного аналізу: температура термостата колонки 80°C; температура термостата випарника (метанатора) 235 °C; витрата газу-носія (гелію або азоту) 35 см³ /хв.; витрата водню 35 см³ /хв.; витрата повітря 270 см³/хв.

При цих умовах час утримання оксиду вуглецю становить 1 хв 40 с. Для визначення концентрації оксиду вуглецю використовують метод паралельного

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

порівняння параметрів піка, що розраховується, з параметрами піка, отриманого в результаті введення суміші з відомою концентрацією оксиду вуглецю (порівняння зі стандартом). Для цього перед аналізом і після аналізу проб повітря вводять у хроматограф стандартну суміш оксиду вуглецю аналогічно пробам. Концентрація оксиду вуглецю в стандартній суміші повинна бути близька до аналізованого. Вимірюють висоти піків оксиду вуглецю стандартної суміші й проби.

Обчислення результату вимірів. Концентрацію оксиду вуглецю в аналізованому повітрі (ρ , мг/м³) розраховують за формулою:

$$\rho = \frac{\rho_{ст} \cdot H_2}{H_1},$$

де $\rho_{ст}$ – концентрація оксиду вуглецю в стандартній атестованій суміші, введеної в хроматограф, мг/м³;

H_1 і H_2 - висоти піків оксиду вуглецю відповідно в стандартній суміші й пробі, мм.

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, направлених на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Головним об'єктом її дослідження є людина в процесі праці, виробниче середовище і організація праці на виробництві.

На підставі цих досліджень розроблені методи збільшення рівня охорони праці на виробництві.

Основні положення по охороні праці та здоров'я працівників викладені у трудовому законодавстві. Крім того розроблені та введені у дію численні правила по техніки безпеки, промислової санітарії, норми та правила, виконання котрих забезпечує безпеку праці

Відповідальність за стан охорони праці несе адміністрація підприємств, організацій та установ.

6.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та одержано на виробництві

Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин, пов'язаних з діяльністю базового об'єкта. Токсичні властивості сировини, напівпродуктів, готового продукту й відходів виробництва капролактаму та засоби індивідуального захисту від основних забрудників наведені в таблицях 6.1 та 6.2.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Охорона праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Таблиця 6.1 – Основні відомості по характеристиці пожежонебезпечних і токсичних властивостей сировини, напівпродуктів, готової продукції й відходів виробництва

Найменування сировини, напівпродуктів, готової продукції (речовини, % мас.), відходів виробництва	Агрегатний стан при нормальних умовах	Щільність парів газу за повітрям	Питома вага для твердих і рідких речовин, г/см ³	Розчинність у воді, % мас	Температура, °С					
					Кипіння	Плавлення	Самозапалення	Запалення	Спалаху	Початку екзотермічного розкладання
1 Циклогексанон	Рідина	3,38	0,950	Важкорозчинний	155,7	-312		31-57		Не вст.
2 Гідроксил-амін-сульфат	Рідина	-	1,172	42,1	Не вст.		Не вст.	Не вст.	Не вст.	Не вст.
3 Олеум	Рідина	3,4	1,897-1,911	Миттєва	336,5	10,45	-	-	-	336,5
4 Аміак	Газ	0,597	0,771	34,2	-33,4	-77,7			-	Не вст.
5 Аміачна вода	Рідина	-	0,935	-	-	-		-	Не вст.	Немає
6 Циклогексаноноксим	Рідина	-	0,981	Важкорозчинний	204,5	68-69		61-89		Не вст.
7 Трихлоретилен	Рідина	4,56	1,475	Не розчинний	87,3	-73		Не вст.		Не вст.
8 Сульфат амонію	Рідина	-	1,092-1,238	75,4	>350	-	-	-	-	>350
9 Капролактам	Рідина	-	1,023	525 добре змочується	262,5	69-71		-		Не вст.
10 Кислота нітратна	Рідина		1,291 - 47%	Добре розчинний у будь-яких співвідношеннях	50%-115-117, 47% - плюс 83,4	47%-мінус 23, 50%-мінус 20	-	-	-	-
11 Натр їдкий	Рідина	-	1,487	52,2	-	-	-	-	-	-

РМ 04.01. ПЗ

Зм.

Арк.

№ док-м.

Підпис

Дата

Арк.

Таблиця 6.2 – Основні відомості по характеристиці пожежонебезпечних і токсичних властивостей сировини, напівпродуктів, готової продукції й відходів виробництва

Найменування сировини, напівпродуктів, готової продукції (речовини, % мас), відходів виробництва	Чи можливо запалення або вибух при впливі на нього		Межі запалення				ГДК у повітрі робочої зони виробничих приміщень, кг/м ³	Характеристика токсичності (впливу на організм людини)
	Вода (так, ні)	Кисню (так, ні)	Концентраційні (% об.)		Температурні, °С			
			нижній	верхній	нижній	верхній		
1 Циклогексанон	Ні	Так	0,92					Токс
2 Гідроксил-амін-сульфат	Ні	Ні	Не вст.	Не вст.	Не вст.	Не вст.		Токс
3 Олеум	Так	Ні	-	-	-	-		Токс
4 Аміак	Ні	Так			-	-		Токс
5 Аміачна вода	Ні	Ні	-	-	-	-	20 (за аміаком)	Токс
6 Циклогексанооксим	Ні	Ні	1,3	-				Токс
7 Трихлоретилен	Ні	Ні		40,7				Токс
8 Сульфат амонію	Ні	Ні	-	-	-	-	Немає	Не токс
9 Капролактам	Ні	Ні	1,3	-			10 (аерозоль)	Токс
10 Кислота нітратна	Так	Ні	-	-	-	-	2 (у перерахуванні на оксид нітрогену)	Токс
11 Натр їдкий	Ні	Ні	-	-	-	-	0,5	Токс

РМ 04.01. ПЗ

Арк

6.2 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на виробництві

Характеристика небезпек, наявних у виробництві. Основні види небезпек:

- наявність устаткування й комунікацій із продуктом, що перебувають під тиском;
- підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- наявність вибухонебезпечних і токсичних продуктів в апаратах і трубопроводах;
- контакт із хімічними речовинами; наявність продуктів з високими температурами (підвищена температура поверхонь устаткування, напівпродуктів);
- наявність газоподібного азоту, що представляє небезпеку задухи в місцях можливого витікання й скупчення;
- наявність насосного встаткування, на яким при недотриманні правил безпечної експлуатації встаткування можливе одержання механічних або електричних травм; наявність вантажопідійомних механізмів;
- наявність приміщень, що впливають на порушення параметрів мікроклімату;
- запиленість повітря приміщень; підвищений рівень шуму;
- недостатнє освітлення.

У виробництві відсутні небезпеки:

- випромінювання оптичного діапазону (інфрачервоного видимого, ультрафіолетового або лазерного);
- іонізуюче випромінювання.

Хімічні опіки – це опіки, спричинені хімічними речовинами (лугом, кислотами) при попаданні на відкриті ділянки тіла або очі [15].

Термічні опіки – це опіки гарячою водою, конденсатом, паром, запалюючимися газами, парами і рідинами, нагрітими поверхнями апаратів, трубопроводів, розжареними матеріалами.

Газонебезпека – можливість отруєнь при виконанні робіт без протигаза.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обмороження можливе вуглекислотою, зрідженими газами.

Механічні травми: порізи, подряпини, вивихи, удари, переломи, які можуть відбутися при порушенні правил техніки безпеки і вимог інструкцій при обслуговуванні частин механізмів і апаратів, підйомних пристосувань, що обертаються і рухомих, при роботі на висоті, при роботі з несправним інструментом або на несправному устаткуванні, виступаючими частинами, при вибухах парогазоповітряних сумішей, при зіткненні з транспортом.

Ураження електричним струмом може відбутися унаслідок несправності заземлення електроустаткування, порушення ізоляції електропроводів, несправності електроустаткування, при виконанні робіт під напругою, при відсутності засобів захисту, при несправності засобів захисту.

6.3 Класифікація і категорійність виробництва і його приміщень

Для здоров'я і працездатності виробничого персоналу виняткове значення має санітарно-гігієнічний стан повітряного середовища робочої зони, яка визначається метеорологічними умовами (температура, вологість) і змістом в повітрі шкідливих речовин. Мікроклімат на робочому місці повинен відповідати нормативам, приведеним в таблиці 6.3[12].

Таблиця 6.3 – Допустиме значення метеофакторів в робочій зоні

Період року	Категорія робіт	Допустима температура, °С	Відносна вологість %	Швидкість руху, м/с
Холодний	Легка-1б	20-24	75	Не більше 0,2
	Середній тяжкості-2б	15-21	75	Не більше 0,4
Теплий	Легка-1б	21-28	60 (при 27 ⁰ С)	0,1-0,3
	Середній тяжкості-2б	16-27	70 (при 25 ⁰ С)	0,2-0,5

Необхідні метеорологічні умови досягаються створенням теплової ізоляції гарячих поверхонь, вентиляванням приміщення, кондиціонуванням повітря і тому подібне.

Вибухопожежна й пожежна небезпека, санітарна характеристика виробничих будинків і приміщень і зовнішніх установок виробництва капролактаму представлені в таблиці 6.4.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 6.4. Вибухопожежна й пожежна безпека, санітарна характеристика виробничих будинків і приміщень і зовнішніх установок

Найменування виробничих будинків, приміщень, зовнішніх установок	Категорія вибухопожежної і пожежної небезпеки приміщень і будинків (НПБ 105-03)		Класифікація вибухонебезпечних зон усередині й поза приміщеннями для вибору й установки електроустаткування по ПУЕ	Найменування речовин, що визначають категорію й групу вибухонебезпечних сумішей	Група виробничих процесів по санітарній характеристиці (СНіП 2.09.04-87)	Засоби пожежогасіння
	Клас вибухонебезпечної зони	Категорія й група вибухонебезпечних сумішей				
1	2	3	4	5	6	7
1 Приміщення стадії оксимування, перегрупування, нейтралізації й одержання аміачної води	Б	В-1а	ІА-Т1 ІА-Т2	Циклогексанон, циклогексаноноксим, аміак	3б	Тонкорозпиленна вода, вогнегасники, пісок, рулонний неспалений матеріал
2 Зовнішня установка: стадія відгону оксимних лугів	Бн	В-1г	ІА-Т2	Циклогексанон	1б	Тонкорозпиленна вода, вогнегасники, пісок, рулонний неспалений матеріал
3 Приміщення стадії випарки й дистиляції капролактаму	В ₄	Не класифікується	Не нормується	Капролактаму	1б	Тонкорозпиленна вода, вогнегасники, пісок, рулонний неспалений матеріал
4 Зовнішня установка: стадії екстракції й регенерації ТХЕ	Бн	В-1г	ІА-Т2	Капролактаму, трихлоретилен	1б	Тонкорозпиленна вода, пісок, рулонний неспалений матеріал

РМ 04.01. ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 6.4.

1	2	3	4	5	6	7
5 Зовнішня установка: стадія нової регенерації ТХЕ, відгону ТХЕ й доупарки розчину сульфату амонію	Бн	В-1г	IIA-T2	Трихлоретилен, капролактam, сульфат амонію	1б	Тонкорозпиленна вода, пісок, рулонний неспалений матеріал
6 Приміщення відділення кристалізації, зберігання рідкого й кристалічного капролактаму	Вз	Не класифікується	В-IIa	Капролактam	1б	Повітряно-механічна піна, Тонкорозпиленна вода
7 Зовнішня установка. Наливна естакада	Вн	Не класифікується	В-IIa	Капролактam	1б	Повітряно-механічна піна, Тонкорозпиленна вода
8 Приміщення електрозарядної	Г	Не класифікується	В-Ia	Сірчана кислота	3б	Первинні засоби пожежогасіння, Рулонний неспалений матеріал, пісок
9 Приміщення стадії іонообмінного очищення	Г	Не класифікується	В-IIa	Нітратна кислота, їдкий натр	3б	Вогнегасники, рулонний неспалений матеріал, пісок

РМ 04.01. ПЗ

Зм.

Арк.

№ докum.

Підпис

Дата

Арк.

Продовження таблиці 6.4.

1	2	3	4	5	6	7
10 Зовнішня установка	Дн	Не класифікується	Не нормується	Сульфат амонію	16	Первинні засоби пожежогасіння
11 Приміщення насосної	Д	Не класифікується	Не нормується	Сульфат амонію	16	Первинні засоби пожежогасіння
12 Зовнішня установка. Проміжні ємності для збору й видачі сульфату амонію й водних стоків зі стадії іонообмінного очищення лактаму	Дн	Не класифікується	Не нормується	Сульфат амонію	16	Первинні засоби пожежогасіння

РМ 04.01. ПЗ

Арк.

6.4 Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

6.4.1 Вентиляція і опалення

Оскільки виробництво капралактаму розташовано на майданчику, тому розрахунок вентиляції й опалення зробимо для хімічної лабораторії (з габаритами 12 х 6 х 3). У розглянутому приміщенні можливе виділення шкідливих речовин і мається на увазі постійна присутність лаборантів. Отже, у ньому необхідно організувати комбіновану (природну й механічну витяжну) вентиляцію із кратністю повітрообміну 5. Згідно норм, для даного приміщення, де на одного працюючого доводиться більше 20 м³, подача зовнішнього повітря на кожного робітника повинна становити не менш 20 м³/год.

Кількість повітря, яку необхідно подати в лабораторію розраховується за формулою:

$$W = K \cdot V, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.1)$$

де K – кратність повітрообміну, 1/год; $K = 5$;

V – об'єм робочого приміщення, м³; $V = 216 \text{ м}^3$.

$$W = 5 \cdot 216 = 1080 \text{ м}^3/\text{год}$$

Залежно від обчисленої величини продуктивності вентилятора виберемо по каталозі стандартний вентилятор типу В-Ц4-70 (1-е виконання) з наступними характеристиками: продуктивність 1400 м³/год, номер вентилятора 3,15, напір 27 мм вод. ст., частота обертання 1500 об/хв. Для відповідного вентилятора застосовується електродвигун типу 4АА63 А4 потужністю 0,25 кВт [33].

В лабораторії передбачені робочі місця, обладнані витяжними шафами.

Кількість повітря, що видаляється від кожної витяжної шафи, визначається по формулі:

$$W_{\text{ш}} = F \cdot V_{\text{ш}} \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.2)$$

де F – площа робочого отвору, для витяжної шафи довжиною 1 м рівняється 0,4 м²;

V – швидкість руху повітря, що подається в отвір шафи, м/с; для оксиду карбону, що належить до IV класу небезпеки приймаємо

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$V = 0,20 \text{ м/с}$$

$$W_{\text{ш}} = 0,4 \cdot 0,2 \cdot 3600 = 288 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Продуктивність вентилятора для витяжної шафи визначається по формулі:

$$L = W_{\text{ш}} \cdot k, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.3)$$

де k – коефіцієнт підсмоктування повітря через нещільності; приймається рівним 1,15.

$$L = 288 \cdot 1,15 \cdot 5 = 1656 \text{ м}^3/\text{год}$$

Залежно від обчисленої величини продуктивності вентилятора витяжної шафи виберемо по каталозі стандартний вентилятор типу В-06-300 з наступними характеристиками: продуктивність 2500 м³/год, номер вентилятора 4, напір 7 мм вод. ст., частота обертання 1375 об/хв. Для відповідного вентилятора застосовується електродвигун типу 4AA56 А4 потужністю 0,12 кВт [33].

В розглянутому приміщенні передбачається система опалення. Опалювальними приладами є радіатори.

Кількість теплоти необхідне для опалення приміщення в зимовий період часу можна обчислити за формулою:

$$Q_o = q \cdot F \cdot (1+K), \text{ Вт} \quad (6.4)$$

де q – укрупнений показник максимальної витрати тепла на опалення 1м² площі приміщення; для Сіверсько – Донецького басейну при розрахунковій зовнішній температурі в зимовий період 20 °С $q = 152 \text{ Вт/м}^2$;

F – площа приміщення, 72 м²;

K – коефіцієнт, що враховує витрату тепла на опалення; (приймається рівним 0,34).

$$Q_o = 152 \cdot 72 \cdot (1+0,34) = 14664,96 \text{ Вт}$$

Площа поверхні нагрівання радіаторів визначається за формулою:

$$H = Q/506, \text{ екм} \quad (6.5)$$

де екм – еквівалентний квадратний метр – площа поверхні нагрівання опалювального пристрою, що віддає 506 Вт теплоти при різниці середньої

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

температури теплоносія й температури повітря в приміщенні 64,5°C; 1 екм = 0,82 м².

$$N = 14664,96/506 = 28,982 \text{ екм або } = 23,765 \text{ м}^2.$$

Приймаємо як опалювальний прилад стандартний радіатор марки М-140А із площею поверхні нагрівання однієї секції 0,254 м² [33]. Тоді кількість секцій, необхідне для опалення приміщення лабораторії буде:

$$n = 23,765/0,254 = 93,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість секцій 96 шт. і згрупуємо їх в 6 радіаторів по 16 секцій.

6.4.2 Аварійна вентиляція

В хімічних виробництвах з прогресивною технологією обов'язково передбачають аварійну вентиляцію, яка повинна спрацювати у аварійних ситуаціях [36].

На виробництві передбачена аварійно – витяжна вентиляція, яка повинна спрацювати в аварійних ситуаціях. У разі перевищення ГДК оксиду вуглецю включається витяжний аварійний вентилятор.

6.5 Заходи боротьби з пилом

Основним джерелом пилу на виробництві є відпрацьований каталізатор. Основним напрямом в комплексі заходів щодо боротьби з пилом на виробництві є попередження її утворення і виключення викидів в атмосферу газів, що відходять, пари, для цього передбачена герметизація апаратів.

Оскільки пиловиделенню повністю запобігти неможливо, передбачена витяжна вентиляція.

Індивідуальними засобами захисту від пилу є протизапорошений респіратор типу «Пелюстка» (або інші, дозволені до застосування на підприємствах хімічної промисловості), захисні окуляри, рукавички, спецодяг.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6.6 Освітлення приміщень

Приміщення хімічної лабораторії можуть освітлюватися природним і штучним світлом. Приміщення хімічної лабораторії виробництва капролактаму відноситься до III розряду. У розглянутому приміщенні використовується бічне природне висвітлення [29].

Необхідний площі світлових отворів S_0 , визначаємо по формулі:

$$S_{ок} = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6} \right) S_{п}, \text{ м}^2, \quad (6.6)$$

де $S_{п}$ – сумарна площа приміщення; при габаритах розглянутого приміщення рівна 72 м^2 ;

$1/5 \div 1/6$ – світловий коефіцієнт для приміщень хімічних виробництв.

$$S_{ок} = 72/5 = 14 \text{ м}^2.$$

Кількість вікон визначається відношенням загальної площі всіх вікон до площі одного вікна. Габарити віконних прорізів вибираємо згідно будівельних норм і приймаємо рівними $2 \times 2 \text{ м}$. Установимо 4 світлових прорізи.

Розрахунок загального штучного освітлення складається з розрахунку кількості світильників і розробки схеми їхнього розміщення.

Для штучного освітлення вибираємо тип світильника – ОД відкритий люмінесцентний з лампами денного світла (ЛД) [33].

Кількість джерел світла, необхідне для освітлення приміщення, визначається методом світлового потоку по формулі:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot K}{F \cdot U \cdot Z}, \quad (6.7)$$

де E – мінімально припустима освітленість робочого приміщення; для III розряду й підрозряду дорівнює 400 лк ;

S – площа, що освітлюється; дорівнює 72 м^2 ;

F – світловий потік лампи; залежить від потужності лампи, для ламп денного світла потужністю 40 Вт дорівнює 1520 лм ;

K – коефіцієнт запасу, для малих виділень забруднень дорівнює $1,5$;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Z – поправочний коефіцієнт, що залежить від конструкції світильника, для люмінесцентних ламп дорівнює 1,1;

U – коефіцієнт використання освітлювальної установки, для люмінесцентних ламп дорівнює 1.

$$n = \frac{400 \cdot 72 \cdot 1,5}{1520 \cdot 1 \cdot 1,1} = 27 \text{ шт.}$$

У люмінесцентних світильниках установлюється, як правило, не менш двох газорозрядних ламп. Отже, у даному приміщенні буде встановлено 14 ламп. На рисунку 6.1 показана схема розташування розрахункової кількості світильників.

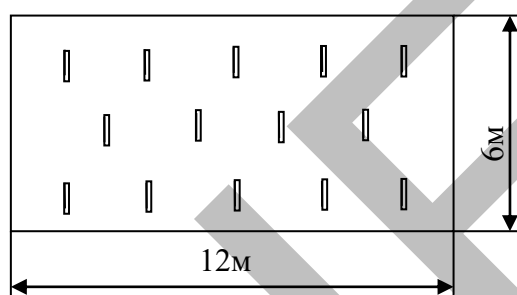


Рисунок 6.1 – Схематичне розташування світильників в лабораторії

Потужність електроосвітлювальної установки визначаємо по формулі:

$$N = \frac{n \cdot w + (0,1 - 0,2) n \cdot w}{1000}, \text{ кВт}, \quad (6.8)$$

де n - розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

w - потужність однієї лампи, Вт.

$$N = \frac{14 \cdot 40 + 0,15 \cdot 14 \cdot 40}{1000} = 0,64 \text{ кВт}$$

6.7 Заходи щодо боротьби з шумом і вібрацією

Виробничий шум – це шум на робочих місцях, на ділянках або на територіях підприємств, що виникає під час виробничого процесу. Під його дією знижується продуктивність, вражаються нервова й серцева – судинна система й органи травлення, а також на психіку [34].

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вібрація серед всіх видів механічних впливів для технічних об'єктів і людського організму найнебезпечніша. Знакозмінні напруги, викликані вібрацією, сприяють накопиченню ушкоджень у матеріалах й органах людини, появі тріщин і руйнуванню, особливо швидко це відбувається при резонансі.

Найбільш ефективним способом боротьби із шумом і вібрацією є боротьба з ними в місці їхнього виникнення: створення малошумних механізмів, передач, зрівноважування мас, застосування матеріалів з великим внутрішнім тертям, зменшенням технологічних допусків при виготовленні встаткування.

Часто також застосовують звуко – і вібропоглинання (використання спеціальних матеріалів, динамічних пружинних і гідравлічних віброгасників) і звуко – і віброізоляції (чергування безшумних приміщень із гучними, установка джерел вібрації на віброізолятори, у комунікаціях трубопроводів розташовуються гнучкі вставки або пружинні прокладки) [33].

Робітникам необхідно користуватися засобами індивідуального захисту. Від шуму застосовуються проти шумні (шумозахисні) навушники й шоломи, що закривають повністю вушні раковини; заглушки (антифони або беруші), які вставляються в слуховий прохід. Від вібрації передбачається віброізолюючий спецодяг (взуття, рукавички).

6.8 Заходи захисту від статичної електрики

Для захисту устаткування від утворення статичної електрики не допускається наповнення ємностей, цистерн, контейнерів вільно падаючим струменем рідких органічних продуктів. Заповнення повинне вестися по патрубках доходять до дна щоб уникнути вільного падіння струменя [37].

Для уникнення накопичення статичної електрики на стінках ємностей, збірників, цистерн, автоконтейнерів та інших апаратів вони повинні заземлятися при сливі і наливанні.

Справність заземлюючого проводу необхідно перевіряти постійно при проведенні сливо – наливних операцій.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Всі шлангові вузли на сливо – наливних естакадах і точках затоки цистерн, контейнерів і інших апаратів повинні мати справні заземлюючі пристрої.

6.9 Заходи електробезпеки

Експлуатація електроустаткування повинна виконуватися відповідно до «Правил технічної експлуатації й безпеки обслуговування електроустановок промислових підприємств» й «Правил устрою електроустановок». Ремонт електроустаткування, арматури і електродвигунів під напругою не допускається.

Електричний струм небезпечний для життя людини. Струм силою 0,05 А небезпечний, струм силою 0,1А – смертельний [37].

У виробничих приміщеннях заміна електроламп, що перегоріли, проводиться при знятій напрузі.

Заміну плавких вставок необхідно проводити в запобіжних окулярах, діелектричних рукавичках, стоячи на ізолюючій поверхні.

При роботі із переносним електроінструментом повинні бути вжиті заходи обережності: працювати в діелектричних рукавичках, галошах, електроінструмент повинен бути заземлений.

Перед початком роботи із електроінструментом він повинен бути перевірений на справність.

Постійно здійснювати контроль за станом ізоляції дротів, переносного електроінструменту і переносних світильників. Несправна ізоляція може бути причиною травматизму.

Контроль за станом електроінструменту повинен бути покладений на спеціально виділену особу.

Все електроустаткування цеху виконана у вибухозахищеному стані. Тому розгерметизація електроустаткування, заміна арматури без зняття напруги забороняється.

При виявленні торкання токоведучих дротів із землею, корпусами будівель, підлогою, забороняється наближатися до місця пошкодження, до

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

відключення напруги на відстані 4-5 м в закритих приміщеннях і 8-10 м поза приміщеннями.

Розрахунок заземлюючого контура проводиться виходячи з умови, що спільний опір заземлюючого пристрою проводимо по формулі:

$$R_{ззв} = \frac{R_3 \cdot R_{п}}{R_{п} \cdot n \cdot \eta_3 + R_3 \cdot \eta_{п}} \leq 4 \text{ Ом}, \quad (6.9)$$

де: R_3 - опір заземлювача, Ом;

$R_{п}$ - опір металевої смуги, що з'єднує між собою заземлювачі, Ом;

n - кількість заземлювача;

η_3 і $\eta_{п}$ - коефіцієнти екранування відповідно з заземлювача і смуги ($\eta_3=0,9$; $\eta_{п}=0,7$).

Опір заземлювача розраховується по формулі:

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ Ом} \quad (6.10)$$

де: ρ - питомий опір ґрунту, рівний 700 Ом · м;

l - довжина заземлювача (стрижень 10 м);

d - діаметр заземлювача (для стрижнів 0,01-0,03м), $d = 0,03$ м;

t - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, $t=5,5$ м [33].

$$R_3 = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \left(\ln \frac{2 \cdot 10}{0,03} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 5,5 + 10}{4 \cdot 5,5 - 10} \right) = 77,94 \text{ Ом},$$

Визначимо опір смуги, що з'єднує заземлювачі:

$$R_{п} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \left(\ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t^1} \right), \text{ Ом} \quad (6.11)$$

де: L - довжина смуги, сполучаючої заземлювачі (дорівнює периметру виробничої будівлі 110м);

b - ширина смуги (0,03м - при прокладці усередині будівлі);

t^1 - глибина заземлювача від рівня землі, рівна 0,5м [33].

$$R_{п} = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 110} \cdot \ln \frac{2 \cdot 110^2}{0,03 \cdot 0,5} = 14,5 \text{ Ом}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Кількість заземлювачів захисного заземлюючого пристрою визначається по формулі:

$$n = \frac{2R_3}{4\eta_3}, \quad (6.12)$$

де 4 – припустимий загальний опір, Ом;

2 – коефіцієнт сезонності.

$$n = \frac{2 \cdot 77,94}{4 \cdot 0,9} = 44 \text{ шт.}$$

Розрахуємо опір заземлюваного контура по формулі (6.9):

$$R_{33y} = \frac{77,94 \cdot 14,5}{14,5 \cdot 44 \cdot 0,9 + 77,94 \cdot 0,7} = 1,8 \leq 4 \text{ Ом}$$

Висновок: Оскільки $R_{33y} \leq 4 \text{ Ом}$, то обраний пристрій зможе забезпечити електробезпеку для даного виробництва.

6.10 Пожежобезпека

Пожежна профілактика – єдиний комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на попередження й локалізацію пожеж і вибухів. Пожежі або вибухи можуть виникнути внаслідок порушення технологічного режиму, несправності устаткування, порушенні герметичності устаткування і комунікацій, порушення правил пожежної безпеки [38].

З метою попередження виникнення пожежі або вибуху необхідно дотримуватися наступних правил:

- всі приміщення цеху, робочі місця і територія навколо цеху повинні бути забезпечені справним пожежним інвентарем (вогнегасниками, пожежними рукавами, пінними установками і ін.). Відсутність або несправність пожежного інвентаря підвищує пожежну небезпеку при виникненні невеликого загоряння;
- не допускається застосування пожежного інвентаря не за призначенням;
- не захаращувати проїзди, проходи, виходи і доступи до первинних засобів пожежогасінні;
- для освітлення усередині апаратів, траншеях, колодязях, приямках,

- для огляду механізмів допускається застосування акумуляторів або переносних світильників у вибухозахищеному виконанні напругою не більш 12 В.

- освітлення, електроустаткування, пускова апаратура, електроапаратура повинні бути справні, у вибухозахищеному виконанні;

- при іскрінні або горінні електроустаткування або електропроводки, несправності мережі освітлення необхідно негайно їх знеструмити. Для гасіння електропроводів, що горять, або електроустаткування застосовувати нітроген, вуглекислотний вогнегасник, азбестове полотно, пісок. Водю і пінними вогнегасниками гасити електропроводку або електроустаткування забороняється.

Територія навколо цеху повинна бути у чистоті. Не допускається забруднення її горючими матеріалами, сміттям і відходами виробництва.

Всі дороги навколо цеху і проїзди в зимовий час повинні очищатися від снігу і в нічний час освітлюватися.

Не можна залишати спецодяг після роботи на робочому місці.

Для пожежегасіння в цеху застосовують наступні протипожежні засоби:

- вогнегасники: порошкові, пінні ВХП–10, вуглекислотні;
- стаціонарні лафетні установки;
- пожежні рукави і пожежні крани;
- ящики з піском;
- азбестове полотно;
- нітроген.

Заходи по забезпеченню швидкого придушення вогнищ загорання і засобу гасіння пожеж:

- технічні засоби - вогнегасники пінні ОП-5, ОВПС-250, ОВПУ-250, вуглецеві ОУ-80, ОУ-25, ОУ-5;
- стаціонарна азотопінна установка;
- пожежні рукави до водяних кранів;

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- централізована розводка господарсько-протипожежного водопроводу;

- централізована розводка азоту;

- на всіх відмітках є ящики з піском, совком, азбестовим полотном.

Електропроводку, що зажеврїла та знаходиться під напругою, гасити тільки углекислотним вогнегасником.

Забезпечити швидку евакуацію із зони пожежі людей і матеріальних цінностей.

При проектуванні будівель передбачено організований рух людей в нормальних і аварійних умовах. Передбачено два основних і два аварійні виходи шириною не менше 1,2 м.

Максимальна відстань від найбільш видаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу 15 м.

У цеху капралактаму кислоти передбачена пожежна сигналізація і зв'язок:

- телефонний зв'язок;

- пожежна сигналізація;

- звукова сигналізація;

- гучномовний промисловий зв'язок.

Для зниження інтенсивності виникнення заряду:

- усюди, де це технологічно можливо, горючі гази повинні очищатися від зважених рідких і твердих часток, рідини - від забруднення нерозчинними твердими і рідкими домішками.

Металеве і електропровідне неметалічне устаткування, трубопроводи, вентиляційні коробки і кожухи термоізоляції трубопроводів і апаратів, розташованих в цеху, а також на зовнішніх установках, естакадах і каналах, повинні мати на всьому протязі безперервний електричний ланцюг, який в межах цеху (відділення, установки) має бути приєднаний до контура заземлення через кожних 40-50 м, але не менше чим в двох крапках.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наливні стоянки естакад для заповнення залізничних цистерн мають бути заземлені. Рейки залізничних колій в межах сливно-наливного фронту мають бути електрично сполучені між собою і приєднані до заземляючого пристрою, не пов'язаного із заземленням мережі електротяги.

6.11 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Цивільна оборона (ЦО) - складова частина системи загальнодержавних суспільних заходів, які здійснюються в мирний і військовий час з метою захисту населення і народного господарства від зброї масового ураження, для проведення рятувальних робіт в районах поразки або стихійного лиха.

6 березня 1993 р. набув чинності закон про цивільну оборону України, згідно з яким кожен має право на захист свого життя і здоров'я від надзвичайних ситуацій і може вимагати дотримання цього права від міністерств, відомств, підприємств, установ, організацій.

Систему ЦО складають органи виконавчої влади всіх рівнів, органи щоденного управління процесами захисту населення у складі центральних і місцевих органів виконавчої влади і адміністрації підприємств, системи для виконання завдань ЦО, фонди фінансових, матеріальних і технічних резервів, які передбачені на випадок надзвичайної ситуації (НС), системи зв'язку, сповіщення і інформаційного забезпечення.

6.11.1 Організаційна структура ЦО промислового об'єкту

Організаційна структура ЦО визначається характером використовуваної сировини, технологічним процесом, виглядом, чисельністю населення.

Організаційна структура ЦО приведена на рисунку 6.2.

					<i>РМ 04.01. ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

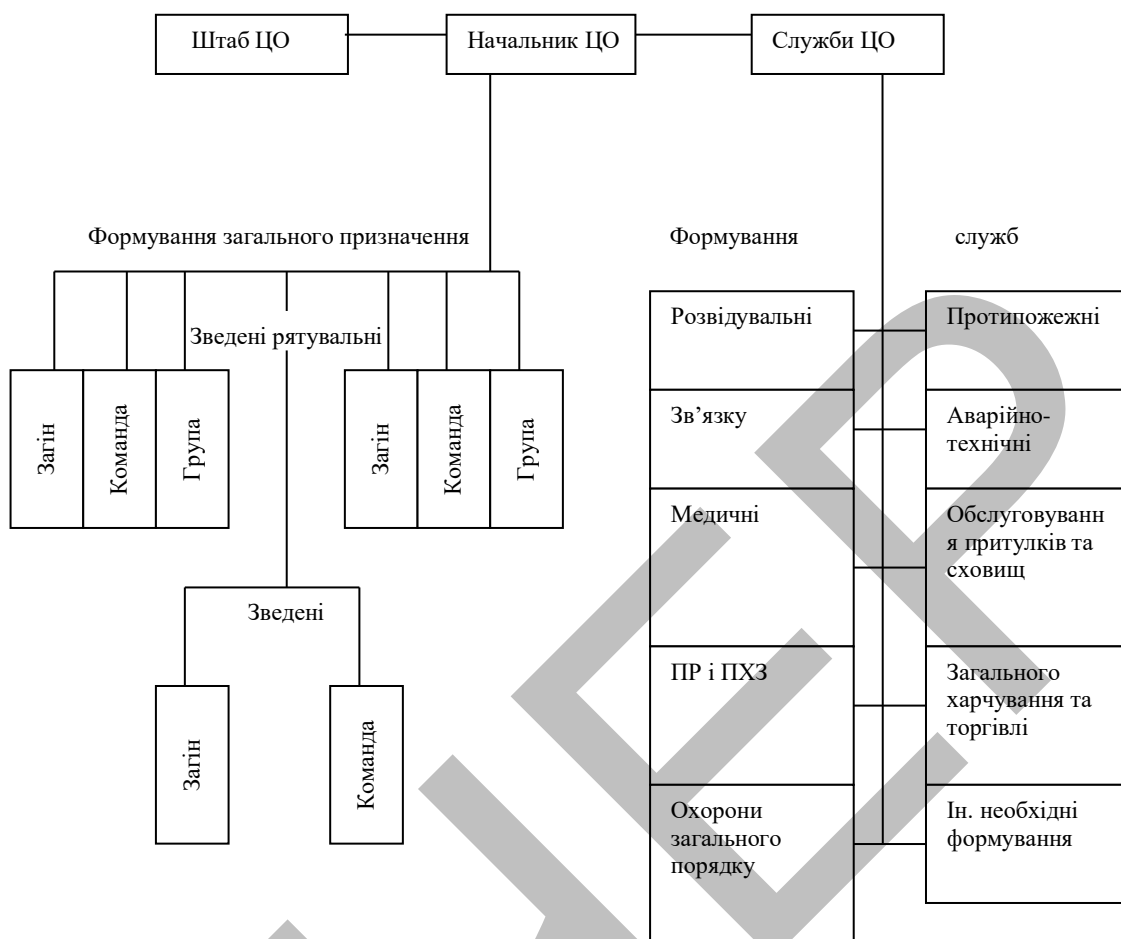


Рисунок 6.2 – Організаційна структура ЦО промислового об'єкту.

6.11.2 Основні техногенні небезпеки на виробництві

Основні вибухонебезпечні та пожежебезпечні характеристики деяких речовин наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Вибухо - та пожежебезпечні характеристики речовин

Речовина	Використання установкою	Загальна характеристика	Густина пари	Температура самозапалення, °С	Межі вибуховості, об. %	
					з повітрям	з киснем
Метан	Вихідна сировина	Безбарвний горючий газ без кольору та запаху	0,717 г/дм ³ при 0° С та 101,32 кПа	537	5,28-14,1	5,1-61,0
Окис вуглецю	Продукт	Безбарвний горючий газ без кольору та запаху	1,25 г/дм ³ при 0° С та 101,32 кПа	605	12,5 - 74	10,8 - 85

Арк.

РМ 04.01. ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

До небезпек виробничих процесів в цеху відносяться відхилення від норм і вимог технологічних регламентів, діючих інструкцій по робочих місцях [33].

До них відносяться:

- підвищення температури вище за допустимі межі, передбачені технологічними регламентами;
- підвищення тиску вище вказаних норм;
- загазованість приміщень і зовнішніх установок шкідливими хімічними речовинами внаслідок розгерметизації, витоку, при переливах, неправильному кріпленні шлангів;
- перевищення або зниження рівнів в апаратах від допустимих меж.

Основною небезпекою, що призводить до утворення усередині системи вибухонебезпечних сумішей, є попадання кисню повітря через нещільність системи внаслідок розгерметизації устаткування при порушенні норм технологічного режиму і правил техніки безпеки.

Так як біля проектного виробництва розташоване виробництво аміаку, то є ризик утворення загазованості парою аміаку, яка негативно впливає на стан здоров'я людини. Високі концентрації аміаку спричиняють біль в очах, задуху, сильні напади кашлю, запаморочення, біль у шлунку, блювання. Можуть бути судоми, розлади дихання та кровообігу. Також можливі хімічні опіки очей та верхніх дихальних шляхів. Внаслідок набряку гортані та легенів людина може померти.

6.11.3 Засоби та заходи щодо забезпечення підвищення стійкості об'єкту у надзвичайних ситуаціях

Хімічне зараження є наслідком аварій на хімічно-небезпечному об'єкті (ХНО) і транспортних засобах, що перевозять СДОР (сильнодіючі отруйні речовини).

Вирішальне значення при аваріях на ХНО має швидкість виконання заходів щодо захисту населення.

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

При загрозі чи виникненні аварії негайно, відповідно до діючих планів, здійснюється оповіщення працюючого персоналу і населення, що проживає поблизу. Населенню даються вказівки про порядок поводження.

Про аварію керівник об'єкта або черговий диспетчер доповідає начальнику ЦО міста, області.

Обслуговуючий персонал відповідно до діючих на об'єкті інструкцій вживає заходи захисту з ліквідації чи локалізації аварії. По міру прибуття, до цих робіт беруться підрозділи рятувальних служб і спеціалізовані невоєнізовані формування.

Головним і невід'ємним елементом всієї системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій є інформація та оповіщення.

Вміст інформації мають становити відомості про надзвичайні ситуації, що прогножуються або вже виникли, з визначенням їхньої класифікації, меж поширення і наслідків, а також заходи реагування на них.

Система оповіщення та інформативного забезпечення створюється завчасно в усіх ланках пунктів управління.

Основу системи оповіщення утворюють автоматизована система централізованого оповіщення мережі зв'язку та радіомовлення, а також спеціальні засоби.

Автоматизована система оповіщення створюється завчасно на базі загальнодержавної мережі зв'язку та радіомовлення і поділяється на державну та територіальну. Вона може забезпечити оповіщення населення, поєднавши місцеву телефонну мережу для подачі сигналу «Аварія на хімічно небезпечному об'єкті» та повну інформацію за допомогою засобів радіомовлення й телебачення. Повідомляються місце, час, масштаби аварії, інформація про можливе хімічне зараження території, напрямок та швидкість можливого руху зараженого повітря, райони, яким загрожує небезпека. Дається інформація про поведінку населення.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ 04.01. ПЗ

6.11.4 Індивідуальні та колективні засоби захисту

Індивідуальні засоби захисту:

1. Як індивідуальні засоби захисту органів дихання і зору від дії шкідливих газів, пари, рідин присутніх в повітрі застосовується протигаз марки «М».
2. Для захисту від механічних травм голови застосовуються захисні каски типу «Праця» з підшоломником.
3. Для оберігання очей від пошкодження хімічними, термічними, механічними діями використовуються захисні окуляри.
4. Для захисту органів дихання від пилу використовуються респіратори.
5. Для захисту органів слуху від підвищеного рівня шуму використовуються протигаласливі навушники або «Бервуші».

Засоби колективного захисту:

1. Теплоізоляції апаратів та трубопроводів.
2. Система опалення.
3. Штучне освітлення.
4. Захисне заземлення та занулення від поразки електричним струменем.
5. Стаціонарні або пересувні майданчики для обслуговування арматури, що знаходиться на висоті більше 1,3м від підлоги.
6. Загально обмінні приточно-витяжні системи, вентиляції виробничих приміщень.

6.11.5 Фінансування заходів ЦО

Розміри щорічних відрахувань у фонд, що використовуються на фінансування заходів для попередження та усунення наслідків виробничих аварій та інших надзвичайних ситуацій, становлять 1% від прибутку підприємства.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

7 Еколого-економічні розрахунки

7.1 Проектовані організаційно-технічні природоохоронні заходи

При очищенні стічних вод від органічних речовин найбільше поширення одержали окисні методи, у результаті яких забруднюючі речовини перетворюються до CO_2 і H_2O . Але як побічні продукти утворюються продукти неповного окиснення моно оксиди вуглецю та оксиди нітрогену. Ці продукти задають значну шкоду оточуючому середовищу та здоров'ю людини. Тому застосовувані на виробництві капролактаму вогневі методи знешкодження стічних зі стадій екстракції та окисдування може призводити до неконтрольованих викидів забруднюючих речовин.

В цей час на хімічних виробництвах та взагалі вогневі методи знешкодження відходів замінюють на каталітичні методи окислення. Застосування каталізатора збільшує ефективність очищення та дозволяє в значній мірі направляти процеси до утворення продуктів повного окиснення відходів – діоксиду вуглецю та води. В даній пропонується стосовно виробництва капролактаму застосувати технологію аерозольного каталізу.

У роботах співробітників кафедри ХІЕ СНУ ім. В. Даля, проведених на базі кафедри й підприємства «Хімотехнологія» представлені результати експериментальних досліджень окиснення адипата натрію й реальних відходів виробництва капролактаму, що показують ефективність процесу, а саме:

- показана принципова можливість знешкодження з високою ефективністю відходів, що містять солі в аерозолі каталізатора;
- визначені оптимальні умови процесу знешкодження, зазначених відходів.

Рекомендований каталізатор на основі Fe_2O_3 . При цьому встановлена концентрація каталізатора в реакційній суміші не менш 4 г/м^3 .

					<i>РМ 04.01 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Еколого-економічні розрахунки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Експериментально встановлене граничне навантаження на каталізатор, порядку 9,52 – 28,86 г/г каталізатора в годину залежно від концентрації каталізатора.

Показана можливість зниження рівня концентрації речовин, що викидаються в атмосферу (оксидів вуглецю та нітрогену в газах глибокого каталітичного окислення).

7.1 Узагальнена оцінка відверненого еколого-економічного збитку від зменшення промислових викидів в навколишнє середовище

Вихідні дані:

1. Район розташування підприємства – південніше 50° п.ш.

Площа підприємства – $46,1 \cdot 10^6 \text{ м}^2$.

2. Кількість опадів у рік – менше 400 мм.

3. Середньорічний модуль швидкості вітру – 2,4 м/сек.

4. Середньорічна температура повітря +10 °С

5. Роза вітрів – відносно близька до кругової.

6. Середньорічні дані по напрямку вітру:

- 10% південно східне – убік населеного пункту,

- 30% південне – убік зрошувальних орних земель,

- 40% південно-західне – убік дачних ділянок,

- 20% північно-західне – убік лісів 2-ої категорії.

7. Підприємство розташоване в межах міста.

8. Щільність населення – 20 осіб/га.

9. Кількість джерел викидів – 1.

10. Висота джерела викиду – 170 м.

11. Середньорічна температура в усті приведенного джерела викидів – 79,1 °С, отже $\Delta T = 79,1 - 10 = 69,1 \text{ °С}$

Перелік речовин, що викидаються виробництвом до і після впровадження

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заходів представлено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Склад газових викидів до і після впровадження заходів

Склад газових викидів	діючого виробництва		після впровадження заходів	
	кг/рік	% мас.	кг/рік	% мас.
CO	11885,5	22,67	8442	33,86
NO _x	40125,5	76,54	16486,7	66,12
Усього	52011	100	24928,7	100

7.1.1 Визначення еколого-економічного збитку до виконання природоохоронного заходу

Відвернений еколого-економічний збиток визначається за формулою:

$$Y_a = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot \Delta M, \quad (7.1)$$

де Y_a – відвернений економічний збиток від промислових викидів в атмосферу;

γ – константа, що показує розмір шкоди, яка завдається при надходженні в природне середовище 1 т умовної забруднюючої речовини, грн./ум.т; $\gamma = 2,4$ грн./ум.т;

σ – безрозмірна величина, показник відносної небезпеки забруднення атмосфери промисловими викидами в межах окремих територій, що називають зонами активного забруднення (ЗАЗ);

f – коефіцієнт розсіювання домішок в атмосфері, який залежить від фракційного складу;

ΔM – зниження приведеної маси домішок, що викидаються джерелом в атмосферне повітря.

Зона активного забруднення ЗАЗ неоднорідна (населений пункт, зрошувальні орні землі, дачні ділянки, ліси II-ї групи), тому необхідно розрахувати показник σ для кожної частини ЗАЗ.

Визначимо загальну площу ЗАЗ:

$$S_{ЗАЗ} = \pi \cdot (r_{ЗАЗ}^{зовн})^2 - \pi \cdot (r_{ЗАЗ}^{внутр})^2, \quad (7.2)$$

Радіуси зовнішньої і внутрішньої межі ЗАЗ:

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PM 04.01 ПЗ					

$$r_{3А3}^{зобн} = 20\varphi h, \quad (7.3)$$

$$r_{3А3}^{внутр} = 2\varphi h, \quad (7.4)$$

Розрахуємо φ за формулою:

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75^\circ C} = 1 + \frac{69,1}{75} = 1,92$$

$$r_{3А3}^{зобн} = 20 \cdot 1,92 \cdot 170 = 6528 \text{ м}$$

$$r_{3А3}^{внутр} = 2 \cdot 1,92 \cdot 170 = 652,8$$

$$S_{3А3} = \pi \cdot (6528)^2 - \pi \cdot (652,8)^2 = \pi \cdot (42614784 - 426147,84) = 132,47 \cdot 10^6 \text{ м}^2$$

$$S_{\Pi} = 46,1 \cdot 10^6 \text{ м}^2.$$

На підставі середньорічних даних по напрямку вітру знаходимо площі забруднення населеного пункту, лісів II-ої категорії, зрошувальних орних земель та дачних ділянок:

$$S_{\text{н.п.}} = (132,47 - 46,1) \cdot 10^6 \cdot 0,1 = 8,637 \cdot 10^6;$$

$$S_{\text{л.}} = (132,47 - 46,1) \cdot 10^6 \cdot 0,2 = 17,274 \cdot 10^6;$$

$$S_{\text{о.з.}} = (132,47 - 46,1) \cdot 10^6 \cdot 0,3 = 25,911 \cdot 10^6;$$

$$S_{\text{д.}} = (132,47 - 46,1) \cdot 10^6 \cdot 0,4 = 34,548 \cdot 10^6.$$

Визначаємо значення відносного показника небезпеки за формулою:

$$\sigma_{3А3} = \frac{S_{\Pi}}{S_{3А3}} \cdot \sigma_{\Pi} + \frac{S_{\text{н.п.}}}{S_{3А3}} \cdot \sigma_{\text{н.п.}} + \frac{S_{\text{з.з.}}}{S_{3А3}} \cdot \sigma_{\text{з.з.}} + \frac{S_{\text{д.д.}}}{S_{3А3}} \cdot \sigma_{\text{д.д.}} + \frac{S_{\text{л.}}}{S_{3А3}} \cdot \sigma_{\text{л.}} \quad (7.5)$$

$$\sigma_{3А3} = \frac{46,1 \cdot 10^6}{132,47 \cdot 10^6} \cdot 4 + \frac{8,637 \cdot 10^6}{132,47 \cdot 10^6} \cdot 0,1 \cdot 20 + \frac{25,911 \cdot 10^6}{132,47 \cdot 10^6} \cdot 0,25 + \frac{34,548 \cdot 10^6}{132,47 \cdot 10^6} \cdot 8 + \frac{17,274 \cdot 10^6}{132,47 \cdot 10^6} \cdot 0,1 = 0,348 + 0,0652 + 0,1956 + 0,2608 + 0,1304 = 1$$

Безрозмірний коефіцієнт f , що враховує характер розсіювання домішок в атмосфері знаходимо по формулі, приймаючи до уваги, що шкідливі викиди, що розглядаються, складаються в основному з газоподібних і дрібнодисперсних домішок з дуже малою швидкістю осідання (менш 1м/сек.):

$$f = \frac{100(\text{м})}{100(\text{м}) + y h} \cdot \frac{4(\text{м/с})}{1(\text{м/сек}) + U}, \quad (7.6)$$

					РМ 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f = \frac{100}{100 + 1,92 \cdot 170} \cdot \frac{4}{1 + 2,4} = 0,2345 \cdot 1,1765 = 0,28$$

Зниження приведеної маси річного викиду забруднень від джерела знаходимо за формулою:

$$\Delta M = M_1 - M_2, \quad (7.7)$$

Значення M_1 і M_2 визначають за формулами:

$$M_1 = \sum_{i=1}^n Ai \cdot m_i^1, \quad (7.8)$$

$$M_2 = \sum_{i=1}^n Ai \cdot m_i^2, \quad (7.9)$$

де i – вид домішки, що викидається, ($=1, 2, \dots, n$)

n – число домішок, що викидаються джерелом забруднення

A_i – показник відносної агресивності домішки кожного виду, ум.т/рік

m_i^1 і m_i^2 – маса домішки кожного виду, що викидається продуктом забруднення в атмосферне повітря, відповідно до i після запровадження в дію природоохоронного об'єкта (установки), т/рік.

Показник відносної агресивності визначаємо за формулою:

$$A_i = a_i \cdot \alpha_i \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i, \quad (7.10)$$

$$a_i = \sqrt{\frac{60 \text{ мг/м}^3}{\text{ПДК}_{\text{ср.сут.}} \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з.}}}}, \quad (7.11)$$

- для оксиду вуглецю:

$$a_{\text{CO}} = \sqrt{\frac{60}{3 \cdot 20}} = 1 \quad \alpha_{\text{CO}} = 1; \quad \delta_{\text{CO}} = 1; \quad \lambda_{\text{CO}} = 1 \quad \beta_{\text{CO}} = 1$$

$$A_{\text{CO}} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

- для оксидів нітрогену:

$$a_{\text{NO}} = \sqrt{\frac{60}{0,06 \cdot 5}} = 14,14 \quad \alpha_{\text{NO}} = 1; \quad \delta_{\text{NO}} = 1,5; \quad \lambda_{\text{NO}} = 1 \quad \beta_{\text{NO}} = 1$$

$$A_{\text{NO}} = 14,14 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 21,21.$$

Отримані значення підставляємо в формулу для розрахунку приведених

мас річних викидів:

$$M_1 = 1 \cdot 11885,5 + 21,21 \cdot 40125,5 = 862947,36 \text{ кг або } 862,94736 \text{ т;}$$

$$M_2 = 1 \cdot 8442 + 21,21 \cdot 16486,7 = 358124,91 \text{ кг або } 358,12491 \text{ т;}$$

$$\Delta M = 862947,36 - 358124,91 = 504822,45 \text{ кг або } 504,82245 \text{ т.}$$

Еколого-економічний збиток становить

- по базовому варіанту: $Y_{\text{баз.}} = 2,4 \cdot 1 \cdot 0,28 \cdot 862,94736 = 579,9 \text{ грн./рік.};$

- по проєктованому варіанту: $Y_{\text{проект}} = 2,4 \cdot 1 \cdot 0,28 \cdot 358,12491 = 240,66 \text{ грн./рік.}$

Відвернений еколого-економічний збиток:

$$\Delta Y_a = Y_{\text{баз.}} - Y_{\text{проект}} = 579,9 - 240,66 = 339,24 \text{ грн./рік, або}$$

$$\Delta Y_a = 2,4 \cdot 1 \cdot 0,28 \cdot 504,82245 = 339,24 \text{ грн./рік.}$$

7.2 Визначення еколого-економічних результатів, отриманих при розробці проєктованих заходів

Зниження розміру сплати зборів за забруднення за рахунок зменшення забруднення навколишнього середовища для атмосферного повітря визначається за формулою:

$$\Delta D_z = \sum_{i=1}^n (\Delta M_i \cdot H_{\delta i}) = \sum_{i=1}^n (M_{1i} \cdot H_{\delta i}) - \sum_{i=1}^n (M_{2i} \cdot H_{\delta i}), \quad (7.12)$$

де ΔM_i - зміна обсягу викиду i -тої забруднюючої речовини в тонах до i після впровадження заходів;

$H_{\delta i}$ - норматив збору за тону i -тої забруднюючої речовини, у гривнях (грн./т);

Згідно з Податковим кодексом України ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення з 01.01.2018 р. мають такий розмір (п. 243.1 ст. 243 Податкового кодексу): для азоту оксидів – 2451,84 грн./т, для вуглецю окису – 92,37 грн./т. Отже розмір сплати зборів за забруднення до i після впровадження природоохоронного заходу складе:

					PM 04.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{з_1} = 11,8855 \cdot 92,37 + 40,1255 \cdot 2451,84 = 99479,2 \text{ грн./рік,}$$

$$D_{з_2} = 8,442 \cdot 92,37 + 16,4867 \cdot 2451,84 = 41202,5 \text{ грн./рік,}$$

$$\Delta D_з = 99479,2 - 41202,5 = 58276,7 \text{ грн./рік.}$$

Еколого-економічний результат визначається за формулою:

$$P = \Delta Y_a + \Delta D, \quad (7.13)$$

$$P = 339,24 + 58276,7 = 58615,9 \text{ грн.}$$

Розрахунок показників еколого-економічної оцінки проекту зведено в табл.

7.2.

Таблиця 7.2 – Показники еколого-економічної оцінки проєктованих заходів

Показники	Одиниці вимірювання	Діюче виробництво	Проектоване виробництво	Зміна показників, %
Еколого-економічний збиток	грн.	579,9	240,66	-339,24
Плата за забруднення навколишнього середовища	грн.	99479,2	41202,5	-58,6
Усунений еколого-економічний збиток	грн.	-	339,24	-
Загальний еколого-економічний результат проєкту	тис. грн.		58,6	

В результаті отриманих даних можна зробити висновок, що запропоновані техніко-екологічні рішення з економічної точки зору є доцільними, при впровадженні яких плата за забруднення навколишнього середовища знижується на 58276,7 грн./рік, еколого-економічний результат складе 58,6 тис. грн.

					<i>PM 04.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

В даній дипломній роботі розглянуто вплив виробництва капролактаму на навколишнє середовище.

При виробництві капролактаму на окремих стадіях утворюються стічні води, що направляються на споруди біохімічного очищення, а стічні води зі стадій оксимування та екстракції направляються на спалювання. При вогневому методі утилізації відходів практично не можливо контролювати концентрації токсикантів в скидних газах. З метою зниження та контролю вмісту токсикантів в скидних газах пропонується замінити технологію спалювання на каталітичне окислення. Але через присутність в стічних водах солей не можливо використовувати традиційний каталіз, тому запропоновано проводити процес за технологією аерозольного каталізу. Така організація процесу дозволить скеровано вести процес окиснення, таким чином контролювати концентрацію токсикантів в скидних газах.

Виконаний аналітичний огляд науково-технічної літератури методів очистки стічних вод, розглянуто впливу відходів виробництва капролактаму на природне середовище. Представлені результати каталітичного окислення солевміщуючих стічних вод, що містять органіку.

В практичній частині запропонована технологічна схема стадії окиснення, виконані матеріальний баланс, описана конструкція реакторного вузла. Розглянуті питання з охорони праці на виробництві, визначені шкідливі фактори, запропоновані шляхи їх зменшення.

Запропоновані техніко-екологічні рішення з економічної точки зору є доцільними, при впровадженні яких плата за забруднення навколишнього середовища знижується на 58,3 тис. грн./рік, загальний еколого-економічний ефект складе 58,6 тис. грн.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>			<i>Висновки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Анотація

В даній дипломній роботі розглянуто вплив виробництва капролактаму на стан навколишнього середовища.

З метою зниження та контролю вмісту токсикантів в скидних газах пропонується замінити технологію спалювання стічних вод на каталітичне окислення за технологією аерозольного каталізу, що дозволить утилізувати навіть солевміщуючі відходи без значної шкоди довкіллю. В результаті запропонованого рішення загальний еколого-економічний ефект складе 58 тис. грн.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрено влияние производства капролактама на состояние окружающей среды.

С целью снижения и контроля содержания токсикантов в сбросных газах предлагается заменить технологию сжигания сточных вод на каталитическое окисление по технологии аэрозольного катализа, что позволит утилизировать даже солесодержащие отходы без значительного ущерба окружающей среде. В результате предложенного решения общий эколого-экономический эффект составит 58 тыс. грн.

Annotation

This thesis examined the impact of caprolactam production on the environment.

In order to reduce and control the content of toxicants in waste gases, it is proposed to replace the technology for burning wastewater with catalytic oxidation using aerosol catalysis technology, which will allow even saline waste to be disposed of without significant environmental damage. As a result of the proposed solution, the overall environmental and economic effect will be 58 thousand grn UAH.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотації</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Мохонько В.І.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В.Даля гр. ПЕО-19дм</i>		

Література

1. В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт. Очистка сточных вод в химической промышленности, Химия, ЛО, 1977, 463 с.
2. А.И. Жуков, И.Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер. Методы очистки производственных сточных вод. Справочное пособие, Стройиздат, М, 1977, 206с.
3. С.В. Макаров, Д.В. Белов. Очистка природных и сточных вод. Аналитический обзор, М, 1990, 97 с.
4. А.І. Родіонов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников Техніка захисту навколишнього середовища. -М.: Хімія, 1989-512с.
5. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологична безпека: Навч. посібник для студ. вищ. пед. навч. закладів. – 2-е вид., перероб. – М.: Видавничий центр «Академія», 2004. – 480 с.
6. Очистка промислових викидів і утилізація відходів. Збірник наукових праць. Л.,1985
7. Л.В. Яременко, А.В. Ершов и др. Обработка высококонцентрированных жидких органических отходов.- ВСТ, N 5, 1994, Стройиздат, М, с. 22-24
8. Г.П. Беспамятников и др. Термические методы обезвреживания промышленных отходов, Химия, ЛО, 1969, 108 с.
9. Д.А. Кутакова. Каталитическая очистка промышленных сточных вод.- Замкнутые технологические системы водоиспользования и утилизация осадков сточных вод в промышленности.- Тезисы докладов и выступлений на республиканской научно-технической конференции, Кишинев, 1985, с. 130
10. Краткий справочник физико-химических величин: [Справочник] : [Под ред. А. А. Равделя]. – М.: Химия, 1965. – 231 с.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Література</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Кучер Г.І.</i>					
<i>Перев.</i>		<i>Мохоцько В.І.</i>					
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затв.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>СНУ ім. В.Даля гр. ТНР-19дм</i>		

11. М.А. Гликин, З.Н. Мемедляев, Д.А. Кутакова и др. Ресурсосберегающая технология каталитического обезвреживания соледержащих жидких и твердых промышленных отходов. - Экология промышленного региона. Международная научно-техническая конференция, Донецк, 1993, с. 54-55

12. М.А. Гликин, Б.М. Блох, Л.М. Савицкая, Л.Н. Возняк. Системы загрязнения окружающей среды при глубоком окислении токсичных сточных вод применительно к СПО "Азот".- Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов. Тезисы докладов, Киев, 1978, выпуск 1, с. 63-64

13. Тимонин А.С. Инженерно-екологічний довідник. том 1, - Калуга: Видавництво Н.Бочкарьової, 2003. – 917с.

14. Короткий довідник фізико-хімічних величин. Вид. 8-е, перероб./Під ред. А.А. Равделя и А.М. Пономарьової – Л.: Хімія, 1983. – 232 с.

15. А.Г. Касаткін. Основні процеси і апарати хімічної технології. Видавництво 8-е. - М.: Хімія, 1971, 784 с., с. 606.

16. Екологія: Навчальний посібник/ Під ред. проф. В.В. Денисова. – 2-е вид., виправлене і доповнене. – Москва: ІКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону, 2004. – 672 с.

17. Лазарев Н.В., Гадаскина М.Д. Шкідливі речовини в промисловості. Том III. – Л.: Хімія, 1977. – 608 с.

18. Г.П. Беспмятнов, Ю.А.Кротов. ГДК хімічних речовин в навколишньому середовищі. Довідник, Л., Хімія, 1985. – 528 с., іл.

19. Степановских А.С. Біологічна екологія. Теорія і практика: підручник для студентів вузів, які навчаються за екологічним спеціальностями. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. 791 с.

20. Калигін В.Г. Промислова екологія: навч. посібник для вузів. М.: Изд. центр «Академія», 2006. 431 с.

21. СНиП 2.04.05 – 91.

					РМ 04.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Кутепов А. М. Общая химическая технология : [Учебн. для вузов] / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 528 с. – ISBN 5-94628-079-1.

23. Долин П.А. Справочник по технике безопасности / П.А. Долин. - М: Энергоатомиздат, 1984г. – 115 с.

24. Бедрий Я.І. Основи екології та соціоекології / Я.І.Бедрий – Львів: Афіма, 1999. – 210 с.

25. Моніторинг довкілля. Методичні вказівки до виконання практичних робіт. Рекомендовано студентам напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / Укладач Мохонько В.І. – Сєверодонецьк: Технологічний інститут СНУ ім. Володимира Даля, 2013. – 52 с. (електронний варіант).

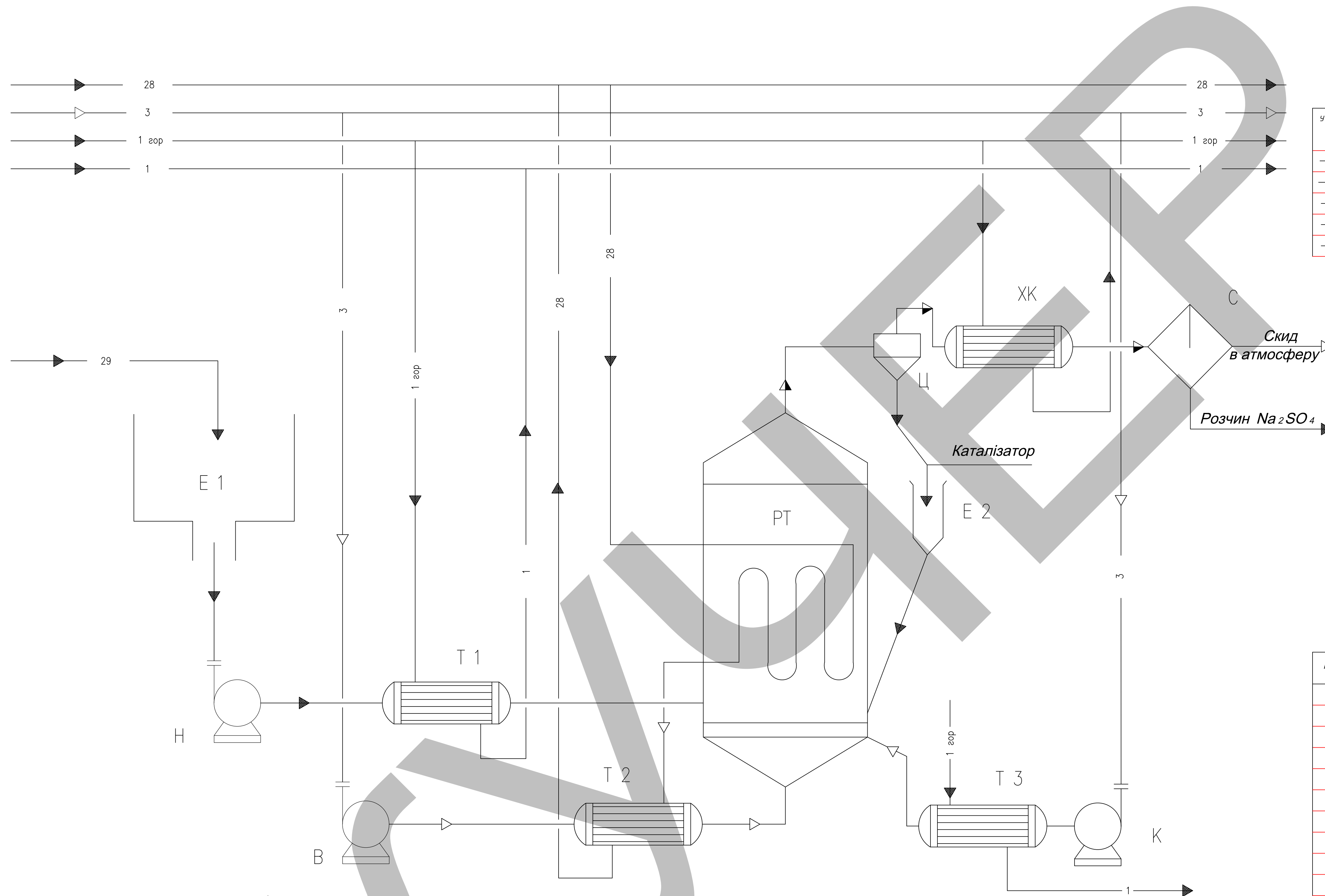
26. Методичні вказівки до виконання еколого-економічних розрахунків в дипломних проектах (для студентів, що навчаються за спеціальністю 7.070801 "Промислова екологія та охорона навколишнього середовища") /Склала О.В. Маслош. – Сєверодонецьк, 2006. – 52 с.

27. Методичні вказівки до виконання розділу дипломних проектів (робіт) «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» для студентів V курсу денної та заочної форми навчання спеціальностей: 7.04010601, 7(8).05130101, 7(8).05130102, 7(8).05130105, 7(8).05130107 7(8).05020201 / Укладачі: Т.Е. Римар, Г.В. Попенко, О.П. Шарун – Сєверодонецьк: ТІ СНУ ім. В. Даля, 2012 р., 108 с.

28. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної магістерської роботи. Рекомендовано студентам спеціальності 101 «Екологія та охорона навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання. / Укладачі Суворін О.В., Мохонько В.І., Ожередова М.А. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2016. – 40 с.

29. Екологічний податок. // Вісник. Офіційно про податки / В. Горохов. – 13.11.2018. – 13 с.

					<i>PM 04.01. ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Умовне графічне позначення	Найменування середовища у трубопроводі	Примітка
— 1 — 1 —	Вода оборотна	
— 1 гор — 1 гор —	Вода горяча	
— 3 — 3 —	Повітря	
— 28 — 28 —	Конденсат	
— 29 — 29 —	Сировина	

Позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
PT	Реактор	1	
E1	Ємність	1	
E2	Бункер	1	
C	Сепаратор	1	
H	Насос	1	
B	Повітрядувка	1	
K	Компресор	1	
ХК	Холодильник	1	
T1-3	Теплообмінник	3	
Ц	Циклон	1	

PM.04.04.СТ					Літер.	Маса	Масштаб	
Змк.	Арк.	Ндокум.	Підпис	Дата	Технологічна схема Стадія окиснення відходів виробництва капролактаму СНУ ім. В.Дала ПЕО-1 9ДМ			
Розроб.	Кучер			Арк. 1				Аркушів 1
Перевір.	Мохонько В.І.							
Керівник								
Н.контр.								
Затв.	Суборин О.В.							

ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА КАПРОЛАКТАМУ

РМ.04.03.ТВ

Найменування відходів, характеристика, сполука, апарат, або стадія утвору	Найменування використання, метод очищення або знищення	Досягнуті показники	Норма утворення відходів, кг/т
1 Газоподібні відходи, мг/м³			
Стадія перегрупування – нейтралізації. Скрубер поз. 1/862 - аміак - сірчана кислота	Направляється в атмосферу		16,44 40,73
Відділення кристалізації корпус 710. Скрубер поз. 3/73: - капролактаму	Направляється в атмосферу		16054,10
Стадія регенерації. Конденсатор поз. 2/58: - трихлоретилен.	Направляється в атмосферу		185,56
Стадія екстракції. Конденсатор поз.2/58 а: - трихлоретилен.	Направляється в атмосферу		37,33
Стадія випарювання корпус 709. Конденсатор поз. 2/28: - трихлоретилен; -капролактаму.	Направляється в атмосферу		0,00
кор. 709 Б. Гідрозатвор поз. X-1022 ¹ : -трихлоретилен.	Направляється в атмосферу	0,0	0,0
кор. 709 Б. Гідрозатвор поз. X-1022 ³ : - трихлоретилен.	Направляється в атмосферу	0,0	0,0
2 Рідкі відходи			
Розчин сульфату амонію після колони 10362 40 %-ий, (кг)	Направляється на переробку у відділення сульфату амонію	-	2678,4
Масла індустриальні, (кг)	Направляються в цех № 47	-	0,004
Розчин сульфату амонію зі стадії екстракції 38 %-ий, (кг)	Направляється у відділення сульфату амонію		
Стічні води зі стадії екстракції зі збірника поз. 2/70, (м ³)	Направляється на спалювання	108,81	1,045
Рафинат, водний залишок зі стадії екстракції капролактаму, з екстракторів поз. 2/061-3. Куби з 2/46 через 2/48, (м ³)	Направляється в збірник	570,0	0,698
Вода, що відходить, з роздільника поз. 2/561,2 стадії регенерації ТХЕ (м ³)	Направляється в збірник	0,25	0,035
Водний шар з 1024, (м ³)	Направляється в збірник	-	0,204
Промивні води зі стадії оксимування, (м ³)	Направляється в збірник	-	0,021
Промивні води зі стадії дистиляції, + кубові залишки дистиляції з випарного апарата поз. 3/200, (м ³)	Направляється в збірник	0,044	0,085
Стічна вода після усереднення зі стадії іонообмінного очищення, (м ³)	Направляється на біоочистку		0,353
Дистилят з колони доупарки поз. 10362, (м ³)	Направляється на біоочистку	-	0,349
3 Тверді відходи, т/рік			
Відпрацьовані іонообмінні смоли зі стадії іонообмінного очищення	Направляється на полігон або продаж споживачеві		
Поліетиленова тара, ушкоджена	Направляється на полігон		
Корпус 710. Використання у виробництві ножів-кристалізаторів.	Направляється на полігон	5,0 0,25	5,0 0,25

				РМ.04.03.ТВ			
Ізм	Архив	№ докум	Підпис	Дата	Таблиця відходів		
Розроб	Кучер						
Т. контр	Перевірив	Мохонько В.І.			Виробництво капролактаму		
Н. контр	Затв.	Суборин О.В.					
					Літера	Маса	Масштаб
					У		
					Архив	Архив	
					СНУ ім. В.Дала ПЕО-199м		

ОСНОВНІ СТАДІЇ ВИРОБНИЦТВА КАПРОЛАКТАМУ

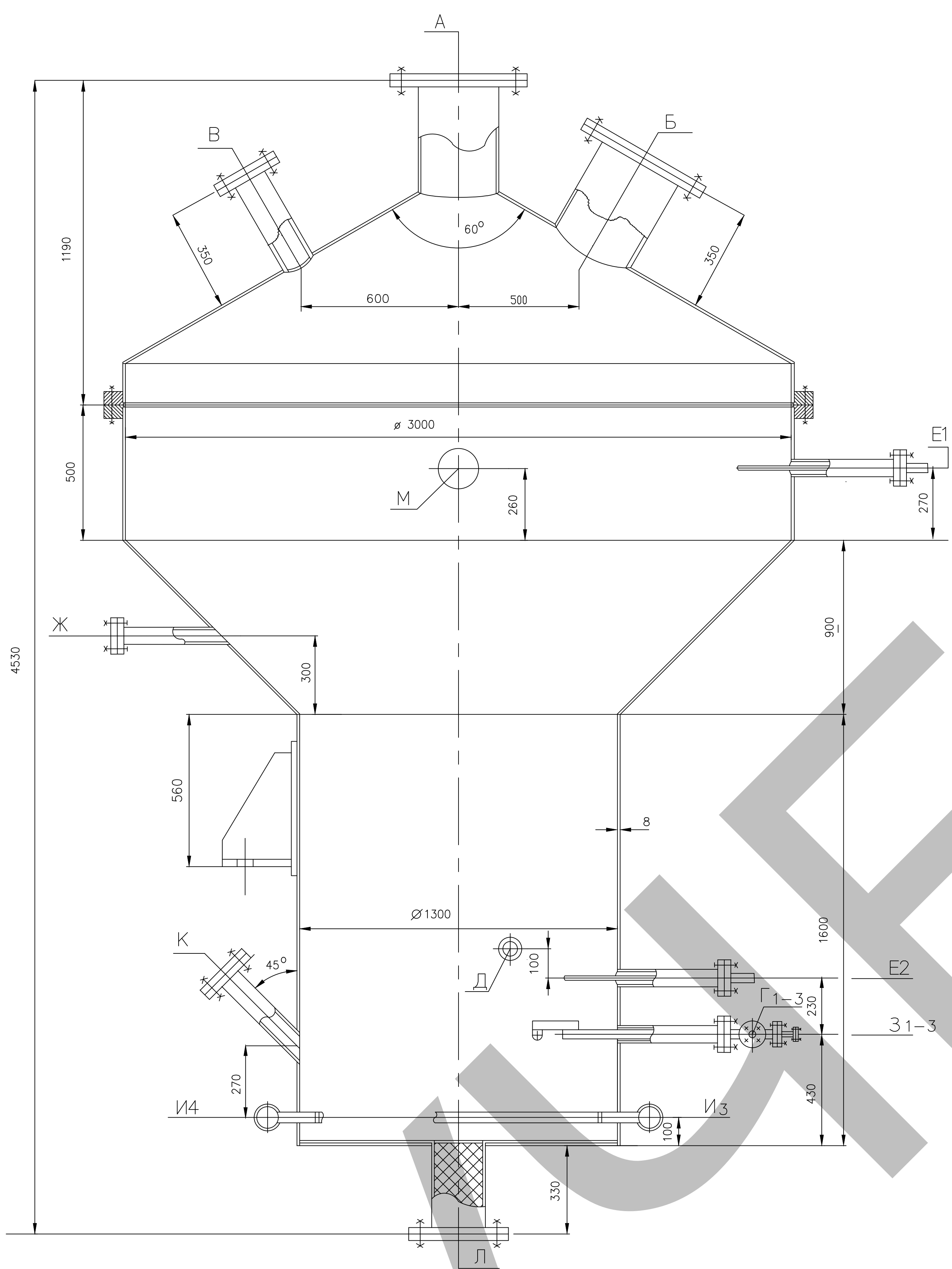


PM.04.02.Сх					Літер.	Маса	Масштаб
Змк.	Арк.	Нгоукм	Гггггг	Дата	Схема утворення стічних вод та напрямки їх переробки		
Розроб.	Кучер				Арк. 1	Аркушів 1	
Перевір.	Мошонко В.І.				Виробництва капролактаму		
Керівник					СНУ ім. В.Дала ПЕО-1 9дм		
Н.контр.							
Затв.	Суборін О.В.						

МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС

Прихід			Витрата		
Потік	кг/год	%	Потік	кг/год	%
1. Стічна вода, в т.ч.:	1000,0	27,8	CO ₂	583,3	16,2
адипат натрію	320,0	8,9	H ₂ O	785,6	21,8
сульфат амонію	30,0	0,8	Na ₂ CO ₃	153,7	4,3
циклогексанол	15,0	0,4	Na ₂ SO ₄	32,7	0,9
циклогексанон	7,0	0,2	NO ₂	21,2	0,6
дициклогексанон	50,0	1,4	O ₂	28,8	0,8
вода	578,0	16,1	N ₂	1993,3	55,4
1. Повітря, в т.ч.:	2598,9	72,2			
кисень	605,6	16,8			
азот	1993,3	55,4			
Разом	3598,9	100,0		3598,6	100

PM.04.05. MB					
Змк.	Арк.	Нгоду	Піпис	Дата	
Розроб.		Кучер			Матеріальний баланс
Перевір.		Мохонко В.І.			Літер.
Керівник					Маса
					Масштаб
					Арк. 1
					Аркушів 1
Н.контр.					СНУ ім. В.Далія
Затв.		Суборин О.В.			ПЕО-19дм



ТАБЛИЦЯ ШТУЦЕРІВ

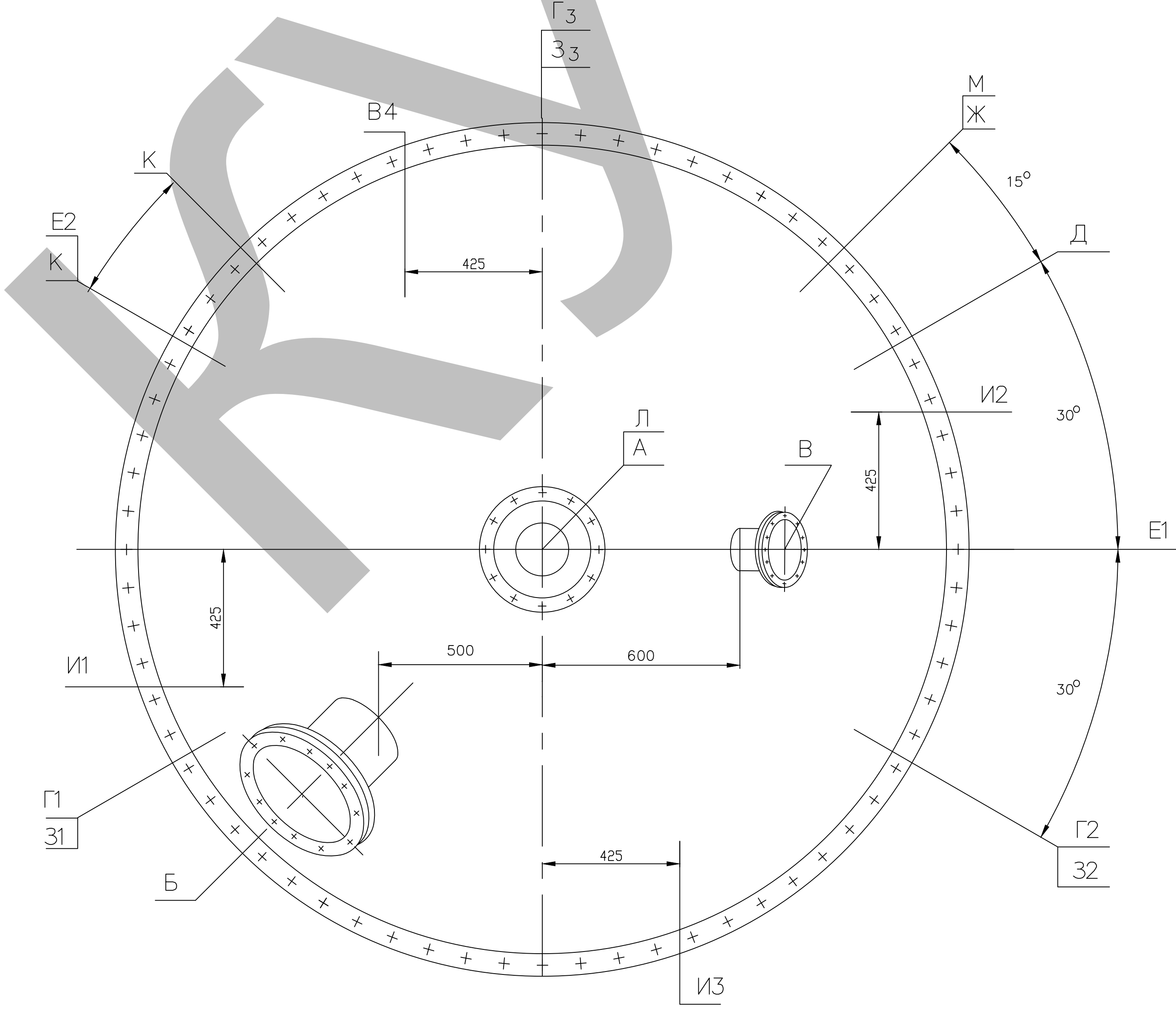
Позначення	Найменування	Кіл.	Прокід умовний D, мм	Тиск умовний P, МПа
A	Вихід продуктів	1	300	0,6
Б	Для установки вихідної мембрани	1	300	0,6
В	Лик загрузки	1	200	0,6
Г1-3	Вхід технологічного повітря	3	15	0,6
Д	Відбір проб	1	20	0,6
Е1-2	Для термопар	2	M20x1,5	0,6
Ж	Для заміру тиску	1	25	0,6
З1-3	Вхід відходів	3	10	0,6
И1-4	Вхід технологічного повітря	4	100	0,6
К	Вхід катализатору	1	50	0,6
Л	Развантаження інерту та катализатору	1	100	0,6
М	Лик	1	350	0,6

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- Апарат призначений для глибокого окислення солевміслючих промислових стічних вод в псевдоорієнтованому шарі катализатору та інерту
- Ємкість, м³ 6,0
- Тиск:
 - робочий, МПа 0,03
 - розрахунковий, МПа 0,065
- Температура:
 - робоча, °С 600
 - розрахункова, °С 700
- Середовище: стічна вода, реакційні газу, катализатор, інерт-скляні кульки
- Характеристика середовища:
 - вихіднебезпечне, ІІС-Т1 по ГОСТ 12.1.011-78 (по водню);
 - пожежебезпечне;
 - шкідливе, 3 клас небезпеки по ГОСТ 12.1.007-75

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

- Виготовлення, виробування, приймання і поставку апарату проводити згідно з вимогами ГСТУ 3-17-191-2000 "Посудини та апарати сталі, зварні. Загальні технічні умови."
- Апарат підлягає діє органів Держнаглядохоронпраці України.
- Основний матеріал апарату - сталь 12Х18Н10Т, матеріал циліндричної опори - сталь 09Г2С по ГОСТ 5520-79.
- Зварку проводити згідно з ГСТУ 3-020-2001 "Зварювання плавленням металевих матеріалів в хімічному та нафтовому машинобудуванні. Вимоги до технологічного процесу."
- Дійсне розташування штуцерів тп цапф на виді К.
- На місці монтажу апарат заземлити.
- Вибірку проектного положення апарату на фундаменті зробити по мітках, що фіксують головні осі апарату, вертикальність по пристосуваннях.
- Апарат призначений для роботи на відкритому повітрі, із сейсмічністю не більше 6 балів і температурою мінус 35 С по найбільш холодній п'ятиденці.



				РМ.04.06.В3		
Літера	Маса	Масштаб				
у		1:10				
Реактор Окислення стічних вод виробництва капролактаму			СНУ ім. В.Дала ПЕО-199м			
Ізм. Аркуш	№ докум	Підпис	Дата			
Розроб	Кучер					
Перевірив	Мохоцько В.І.					
Т. контр.						
Н. контр.						
Затв.	Суборин О.В.					

Вміст забрудників в продуктах сплювання до та після природоохоронного заходу

Склад газових викидів	діючого виробництва		після впровадження заходів	
	кг/рік	% мас.	кг/рік	% мас.
CO	11885,5	22,67	8442	33,86
NO _x	40125,5	76,54	16486,7	66,12
Усього	52011	100	24928,7	100

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показники	Одиниці вимірювання	Діюче виробництво	Проектоване виробництво	Зміна показників, %
Еколого-економічний збиток	грн.	579,9	240,66	-339,24
Плата за забруднення навколишнього середовища	грн.	99479,2	41202,5	-58,6
Усунений еколого-економічний збиток	грн.	-	339,24	-
Загальний еколого-економічний результат проекту	тис. грн.		58,6	

Плата за забруднення навколишнього середовища знижується на 58276,7 грн./рік, еколого-економічний результат складе 58,6 тис. грн.

PM.04.07.EEP				
Змік.	Арк.	Ндокум.	Піспис.	Дата
Розроб.		Кучер		
Перевір.		Моконько В.І.		
Керівник				
Н.контр.				
Затв.		Суборин О.В.		

Еколого-економічні показники		
Літер.	Маса	Масштаб
Арк. 1	Аркушів 1	

Сторія окиснення відходів виробництва капр олактаму

СНУ ім. В.Даля ПЕО-19дм