



## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

(до записки не підшивається, а клеїться на папку)

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ХА51011490001ПЗ	Пояснювальна записка	115	
3	A1	ДП ХА 5101 1490 002	Технологічна схема автоматизації	1	
4	A4	ДП ХА 5101 1490 002СП	Специфікація до технологічної схеми автоматизації	3	За наявності
5	A1	ДП ХА 5101 1490 003	Кресленик залежно від завдання	1	
6	A1	ДП ХА 5101 1490 004	Алгоритм обчислювального модуля	1	
7	A1	ДП ХА 5101 1490 005	Результати економіко-організаційних розрахунків	1	

				ДП ХА 5101 1490 000	
	ПІБ	Підп.	Дата		
Розробн.	Козеха			Відомість дипломного проекту	Лист
Керівн.	Безносик				1
Консульт.	Складанний				Листів
Н/контр.	Шахновський				1
Зав.каф.	Бойко				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. КХТП Гр. ХА-51

						ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
3	А	№ докум.	Підп	Д			





6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Полукаров Ю. О. доц. каф. охорони праці, промислової та цивільної безпеки		
Організаційно-економічна частин	Підлісна О.А. доц. кафедри економіки і підприємництва		
Розрахунок матеріальних балансів ХТС	Безносик Ю.О. доц. кафедри кібернетики ХТП		
Розроблення схеми автоматизації ХТС	Бондаренко С.Г. доц. кафедри кібернетики ХТП.		

7. Дата видачі завдання 19 лютого 2019

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк викон. етапів проекту	Примітка
1	Характеристика виробництва, продукції, сировини, допоміжних матеріалів. Комп'ютерно-інтегрований розрахунок матеріальних балансів схеми.		
2	Розрахунок основного апарата. Блок-схема обчислювального модуля (формат А1).		
3	Кресленик <b>відповідно до завдання</b> (формат А1).		
4	Розробка рішень з контролю та керування виробництвом. Технологічна схема автоматизації (формат А1).		
5	Розробка рішень з охорони праці та економіки і управління виробництвом		
6	Оформлення пояснювальної записки, виконання ілюстративних матеріалів (презентації).		

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

М.Г. Козеха

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ю.О. Безносик



5.2 Перерахунок техніко – економічних показників з використанням автоматизації.....	51
6 Охорона праці.....	57
Висновки.....	68
Список посилань.....	69
Додаток А.....	70
Додаток Б.....	71
Додаток В.....	72
Додаток Г.....	73
Додаток Д.....	74
Додаток Є.....	75
Додаток Ж.....	76

Календарний план

з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк викон. етапів проекту	Примітка
1	Характеристика виробництва, продукції, сировини, допоміжних матеріалів. Комп'ютерно-		

3	А	№ докум.	Підп	Д	ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
---	---	----------	------	---	------------------------	---





## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 74 с., 10 рис., 27 табл., 7 додатків, 9 джерел.

Виконано проект технологічного процесу синтезу етилбензену.

В проекті обґрунтовано норми технологічних режимів, наведена технологічна схема процесу виробництва етилбензолу та її опис. Виконано комп'ютерний розрахунок матеріального балансу за допомогою програмного пакету ChemCad. У середовищі програмного пакету MathCad було розрахована математична модель ректифікаційної колони.

Запропоновано схему автоматизації процесу. Розраховано техніко – економічні показники та охорона праці.

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 74 с., 10 рис., 27 табл., 7 приложений, 9 источников.

Выполнен проект технологического процесса синтеза этилбензол.

В проекте обоснованно нормы технологических режимов, приведена технологическая схема процесса производства этилбензола и ее описание. Выполнен компьютерный расчет материального баланса с помощью программного пакета ChemCad. В среде программного пакета MathCad была рассчитана математическая модель ректификационной колонны.

Предложена схема автоматизации процесса. Рассчитано технико - экономические показатели и охрана труда.

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		

## ABSTRACT

Explanatory note 74 p., 10 figures, 27 tables, 7 annexes, 9 sources.

The project of the process of synthesis of ethylbenzene is executed.

The project substantiates the norms of the technological regimes, provides a technological diagram of the process of ethylbenzene production and its description. A computer calculation of the material balance is performed using ChemCad software package. In the middle of the software package MathCad was calculated mathematical model of the rectification column.

Proposed scheme of process automation. The technical and economic indicators and labor protection are calculated.

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	A
З	А	№ докум.	Підп	Д		

## Перелік умовних позначень

Е – етил;

Б – бензен;

ДЕБ – диетилбензен;

ТЕБ – триетилбензен;

НКК – низькокиплячий компонент;

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		

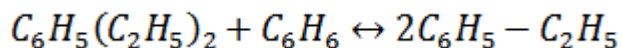






збільшити вихід основного продукту – етилбензена, шляхом правильно вибраного співвідношення бензолу й етилена у вихідному потоці.

Реакція алкілування оборотна, тому поліалкілбензени під впливом алюміній хлориду реагують із бенzenом, утворюючи етилбензен:



Ця реакція переалкілування дозволяє всьому етилену і бензену, що надійшли в реактор, перетворитися в етилбензен. Рівноважні змісти алкілбензенів представлені в табл.1.1.

Таблиця 1.1 - Термодинамічний рівноважний склад реакційної маси в процесі алкілування бензену етиленом.

Мольне співвідношення $C_6H_6:C_2H_4$	Вміст в алкілаті, %(мас.)				
	бензен	Етилбензен	Д ЕБ	Т ЕБ	тетраетилбензен
1:0,2	76,6	22,9	1,5	0,02	-
1:0,4	56	38	5,7	0,2	-
1:0,6	40,6	46,6	1,9	0,72	0,02
1:0,8	28,6	50,1	1,94	1,77	0,09
1:1	19,6	49,3	2,73	3,57	0,25

На процеси алкілування і переалкілування впливають такі фактори:

- концентрація алюміній хлориду;
- температура вхідних речовин;
- час контакту етилена і бензена;
- мольне співвідношення вхідних речовин;
- тиск;
- концентрація хлороводню.



## 1.1 Технологічна схема синтезу етилбензена

Технологічна схема процесу алкілування бензена етиленом каталізатором алюміній хлорид представлена на рис. 1.2. У цій схемі можна виділити 5 вузлів[1]:

- 1) реакційний вузол (апарати 1, 2);
- 2) отримання продукту ректифікацією (ректифікаційні колони 8, 9, 10, 11);
- 3) підготовка свіжого каталізатора (1);
- 4) нейтралізація відпрацьованого каталізатора (апарат 7);
- 5) очищення хвостових газів (апарат 3, 4).

Каталітичний комплекс готують в реакторі 1 змішуванням  $AlCl_3$  з  $HCl$  та циркуляційними діетилбенzenом і бенzenом при 353К. В алкілатор (реактор) 2) подають свіжий і циркуляційний (зворотний) бензин (п.2), каталітичний комплекс (п.3) і газоподібний етен (п.1). У режимі барботування в алкілаторі утворюються етилбензен, диетилбензен, триетилбензен і смоли. Гази з алкілатора (п.4) охолоджуються і конденсуються в холодильнику-конденсаторі 3. У сепараторі 4 відділяються рідкі продукти (етилбензен і диетилбензен), які повертаються в алкілатор (п.6), а гази (непрореагований етен і домішки етану) (п.5) подаються на очищення.

Рідкі продукти з алкілатора (п.7) охолоджуються в холодильнику 5 і надходять у сепаратор 6, де реакційна маса розділяється на два шари. Нижній шар (циркулюючий каталітичний комплекс) повертають в алкілатор (п.9), а верхній (вуглеводневий шар) (п.8) подається в систему розділення продуктів. У промивній колоні 7 суміш вуглеводнів промивається водою (п.24); внаслідок цього у промивну воду (п.11) потрапляє  $AlCl_3$  та  $HCl$ . Промиті продукти (п.10) з верху колони 7 подають у ректифікаційну колону 8, з

						ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д			

верхньої частини якої відбирають непрореагований бензин (п.12), який після стадії осушування повертають як зворотний бензин (п.23) в алкілятор і на стадію приготування каталізатора (п.22).

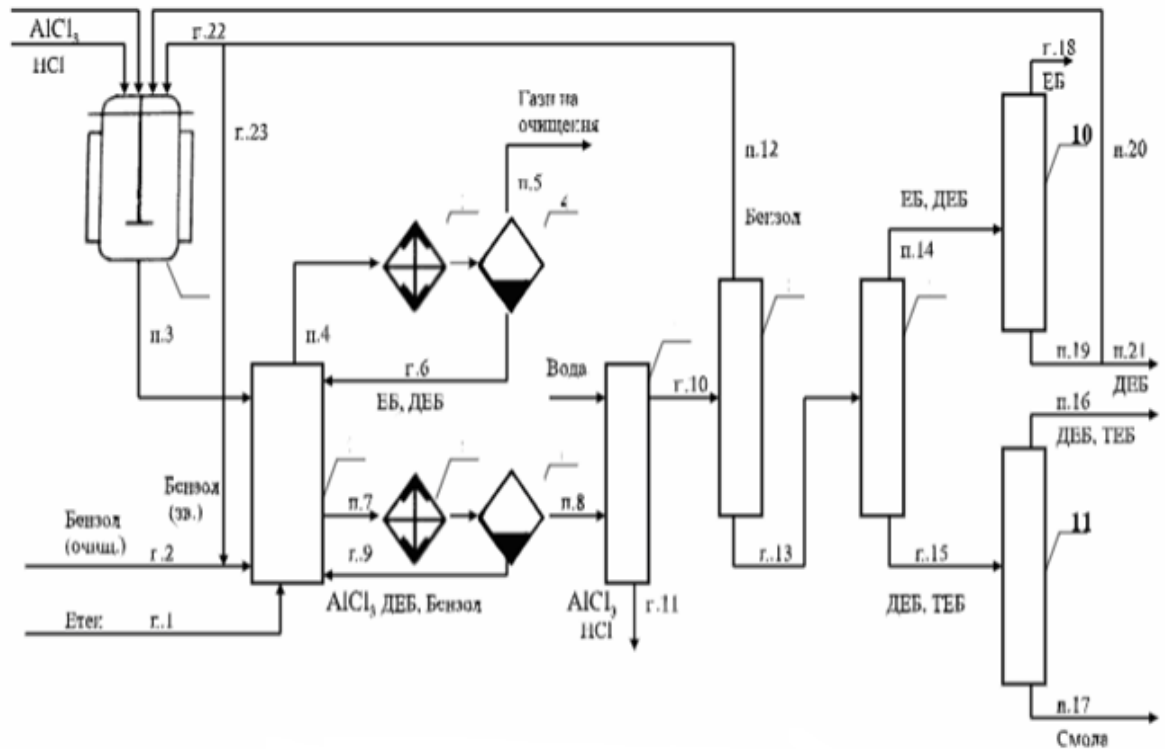


Рисунок 1.2 Технологічна схема синтезу етилбенzenом:

1 – реактор приготування каталізатора; 2 – реактор-алкілятор; 3 – холодильник-конденсатор; 4,5 – сепаратор; 5 – холодильник; 7 – промивна колона; 8, 9, 10, 11 – ректифікаційні колони; п.1- потік етену; п.2 – очищений бензен; п.3 – каталітичний комплекс; п.4 – гази з алкілятора; п.5 – гази; п.6 – етилбензен і ДЕБ; п.7 – рідкі продукти з алкілятора; п.8 – вуглеводневий шар; п.9 – циркулюючий каталітичний комплекс; п.10 – промиті продукти; п.11 –  $AlCl_3$  та  $HCl$ ; п.12 – непрореагований бензин; п.13 – продукти з ницу колони; п.14 – етилбензен та ДЕБ; п.15 – важкі продукти; п.16 – ДЕБ та ТЕБ; п.17 – смола; п.18 – етилбензен; п.19, п.20, п.21 – ДЕБ; п.22, п.23 – зворотній бензен.

Продукти з низу колони 8 (п.13) подають у вакуум-ректифікаційну колону 9, де з них відганяється етилбензен і диетилбензен 9 (п.14), які надалі

розділяються в колоні 10 на етилбензен (п.18) та диетилбензен (п.19). Частину диетилбензену (п.20) повертають на стадію приготування каталізатора, а решту його виводять з системи (п.21). Важкі продукти (п.15) з низу колони 9 подають у вакуум-ректифікаційну колону 11, з верху якої відбирають диетилбензен і триетилбензен (п.16), а знизу – смолу (п.17).

Процес алкінування бензолу етиленом проводиться в порожньому реакторі колонного типу в режимі барботажу. Одночасно з алкінуванням здійснюється й реакція переалкінування поліетилбензолів. У реактор вводяться потоки бензолу, поліетилбензолів, свіжого й рециркулюючого

каталізаторного комплексу, газоподібного олефіну. Відвід теплоти реакції здійснюють за рахунок випару бензолу в реакторі й відводу його пар з наступною конденсацією й рециркуляцією.

Температура процесу становить 345-355К і її підтримують регулюванням тиску в реакторі (0,1-0,6 Мпа) – від нього залежить температура випару.

При недостатньо інтенсивному перемішуванні фази каталізаторного комплексу й реакційної суміші можуть розшаровуватися в реакторі (комплекс майже вдвічі важче алкілату), що негативно позначається на процесі – погіршується розчинення активної частини комплексу в реакційній суміші, більша частина активного комплексу переходить у неактивний, накопичуються полімерні утворення. Тому барботаж етилену як спосіб перемішування повинен бути організований таким чином, щоб виключити застійні зони в реакторі й забезпечити гарне розчинення активної частини каталізатора в реакційній суміші. Для цього був розроблений алкілатор, схема якого показана на рис.1.3.

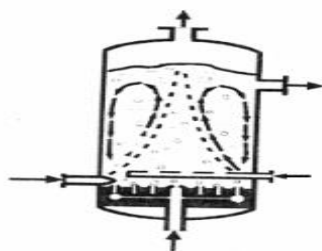


Рисунок 1.3 Реактор алкілування (загальний вигляд)

У ньому газ розподіляється по перетину реактора через безліч маленьких форсунок. Свіжий бензол і каталізатор вводять через окремий штуцер у середину газового потоку етилену. Тим самим забезпечується швидке диспергірування й контакт реагентів. Рециркулюючі бензол і каталізаторний

комплекс вводять по дотичній уздовж корпуса (рис.1.4), що сприяє розмазуванню застійних зон у днища реактора.



Рисунок 1.4 Схема рециркуляційного потоку

Більше чистий алкілат відбирається з верхньої частини реактора й відстоюється від каталізаторного комплексу, який вертається в реакційну зону.

Час контакту в реакторі при заданій температурі визначається швидкістю найбільш повільного процесу – переалкілування. При 353К воно становить близько 60 хв. У цих умовах забезпечується повна конверсія етилену й досягається рівноважний склад реакційної суміші, який залежить від вихідного співвідношення олефін:бензол. Звичайно використовують мольне співвідношення олефін:бензол = 1: (2 3). При цьому реакційна маса має склад

										А
3	А	№ докум.	Підп	Д						



Ділення алкілата відбувається на чотирьохколонному ректифікаційному апараті. На першій колоні відбувається відгін бензену, колона складається з 20 тарілок і працює при атмосферному тиску. Друга колона має близько 60 тарілок, у неї йде вихід концентрованого етилбензену з побічною речовиною диетилбензен в малих кількостях.

Третя колона відділяє поліалкілбензоли від смоли, колона складає приблизно з 40 – 50 тарілок та працює при залишковому тиску 5,3 кПа. Остання колона потрібна для отримання вихідного продукту – етилбензену.

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		

## 2 Розрахунок матеріального балансу синтезу етилбензену

Для розрахунку матеріального балансу нашого процесу було обрано програмний пакет ChemCad.

Для моделювання схеми виробництва етилбензолу по-перше її необхідно визначити. У ChemCad це виконується графічно за допомогою вибору операційних моделей апаратів з бібліотеки, розміщенням їх на схемі і з'єднанням їх потоками.

Створення схеми можливо тільки в режимі Редагування Схеми (Edit Flowsheet). Система автоматично переходить у цей режим на початку нової роботи. Для переходу в режим Моделювання (Simulation Mode) необхідно клацнути на команді меню Simulation Mode чи на кнопці S/G панелі інструментів. В результаті отримали схему показану на рис 2.1.

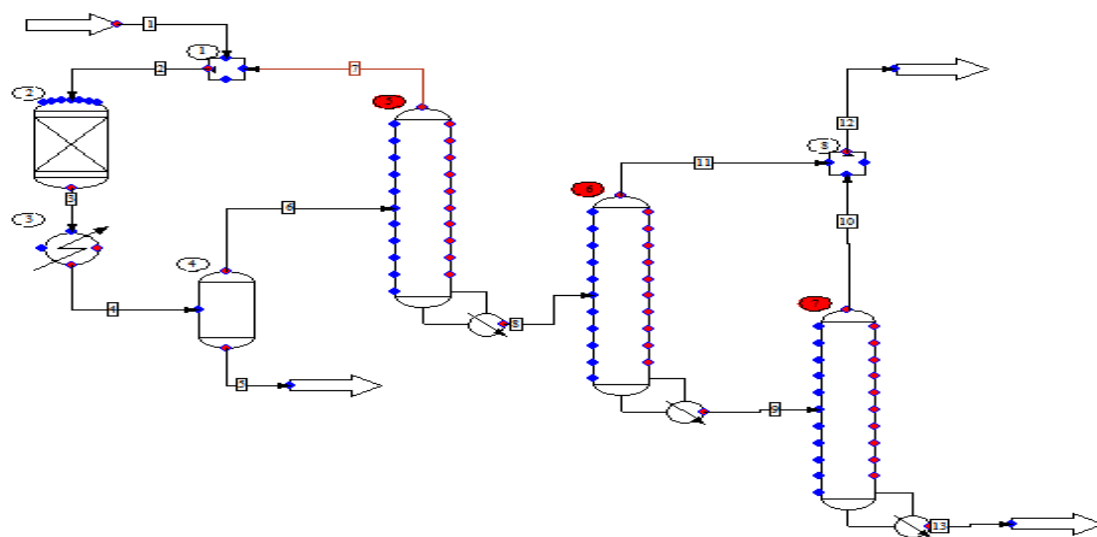


Рисунок 2.1 Схема синтезу етилбензену в ChemCad

1 – реактор приготування каталітичного комплексу; 2 – реактор – алкілатор; 3 – сепаратор; 4 – промивна колона; 5, 6, 7 – ректифікаційна колона; 8 – міксер.

									А
3	А	№ докум.	Підп	Д	ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ				

В результаті запуску програми отримали результати, які нас задовольняють. Тобто розрахували матеріальний баланс схеми. Зобразимо матеріальний баланс на схемі рис. 2.2.

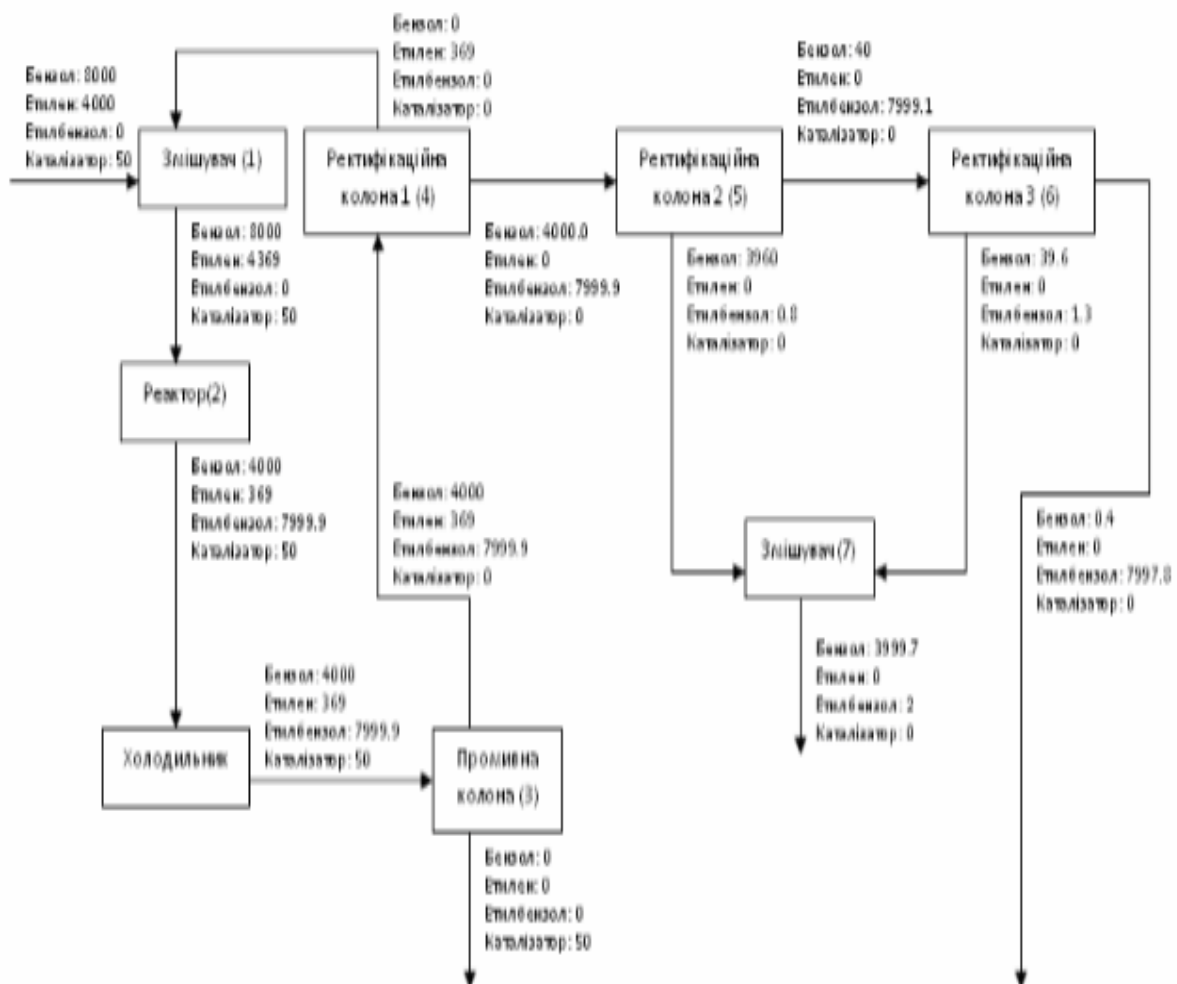


Рисунок 2.2 Схема отримання синтезу етилбензену у вигляді матеріального балансу

Матеріальні баланси також представлені у вигляді таблиць вхідних і вихідних потоків по апаратах. (Таблиця 2.1, Таблиця 2.2, Таблиця 2.3, Таблиця 2.4, Таблиця 2.5, Таблиця 2.6 та Таблиця 2.7).





Як видно з таблиці 2.2, скільки на вході і стільки в нас і на виході отримали у реактора. Звідси слідує, що матеріальний баланс реактора вірний.

Таблиця 2.3 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків промивної колони

Промивна колона			
Параметри потоку	Вхідні потоки 3	Вихідні потоки	
		4	5
Бензол, Кмоль/год	4000	4000	0
Етилен, Кмоль/год	369	369	0
Етилбензол, Кмоль/год	7999,9	7999,9	0
Алюміній хлорид, Кмоль/год	50	0	50
Сума	12418,9	12418,9	

Аналогічно з таблиці 2.3 видно, що скільки речовин увійшло в промивну колону стільки і тій же кількості вийшло.

Звідси слідує, що матеріальний баланс вхідних і вихідних потоків складений вірно.

Таблиця 2.4 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної колони 1

Ректифікаційна колона 1		
Параметри потоку	Вхідні потоки	
	4	7
Бензол, Кмоль/год	4000	4000
Етилен, Кмоль/год	369	369
Етилбензол, Кмоль/год	7999,9	7999,9
Алюміній хлорид, Кмоль/год	0	0
Сума	12368,9	12368,9

Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної колони 1 складений вірно.

Таблиця 2.5 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної колони 2

Ректифікаційна колона 2			
Параметри потоку	Вхідні потоки	Вихідні потоки	
		7	8
Бензол, Кмоль/год	4000	40	3960
Етилен, Кмоль/год	0	0	0
Етилбензол, Кмоль/год	7999,9	7999,1	0,8
Алюміній хлорид, Кмоль/год	0	0	0

Сума	11999,9	11999,9
------	---------	---------

Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної колони 2, як видно з таблиці 2.5, складений вірно.

Таблиця 2.6 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної колони 3

Ректифікаційна колона 3			
Параметри потоку	Вхідні потоки	Вихідні потоки	
		9	10
Бензол, Кмоль/год	40	39,6	40
Етилен, Кмоль/год	0	0	0
Етилбензол, Кмоль/год	7999,1	0,8	7958,7
Алюміній хлорид, Кмоль/год	0	0	0
Сума	8039,1	8039,1	

Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної колони 3, як видно з таблиці 2.6, складений вірно.











Схема тарілчастого ректифікаційного апарату представлена на рис. 3.1, оскільки тарілчасті ректифікаційні колони використовують найчастіше.

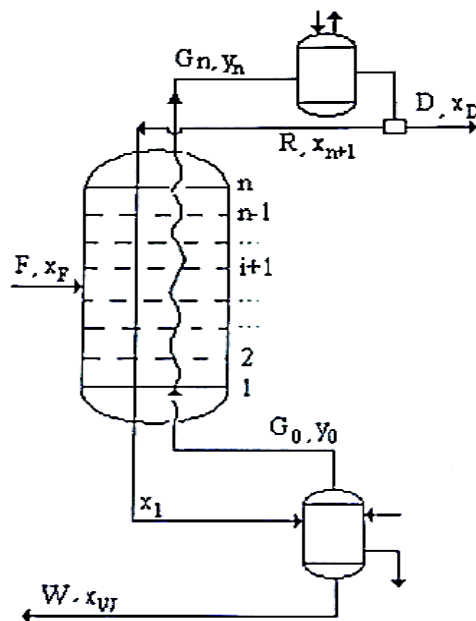


Рисунок 3.1 Схема тарілчастого ректифікаційного апарату

$F$  – вихідна речовина;  $y_n$  – концентрація пари, що покидає колону;  $x_D$  – концентрація дистилляту;  $D$  – дистиллят;  $x_F$  – концентрація вихідної речовин  $F$ ;  $G$  – рідина.

### 3.3 Математична модель установки

Для процесу ректифікації математична модель буде складатися з математичної моделі окремих тарілок ректифікаційної колони і моделі процесів, що відбуваються у дефлегматорі і кубі випарнику.

Обираємо блоковий принцип для опису математичної моделі. Для ректифікаційної колони, блоковий принцип складається:

- опису паро-рідинної рівноваги;
- кінетики перебігу процесу;
- опис структури потоків фаз в апараті.

Прийmemo наступні припущення:

						ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
3	А	№ докум.	Підп	Д			

- вихідна речовина у кількості  $F$  поступає до підігрітої до температури кипіння – колону;
- флегма поступає до колони при температурі кипіння;
- для рідини використовувати ідеальне перемішування, для пари – ідеальне витіснення;
- рідина на тарілках знаходиться при температурі кипіння;
- пара яка піднімається і рідина, що стікає не міняються по висоті колони, змінюється тільки склад;
- концентрація пари, що покидає колону дорівнює концентрації дистилляту:

$$y_n = x_D = x_{n+1} \quad (3.1)$$

- при випаровуванні рідини в кубі не відбувається зміна її складу:

$$y_0 = x_W = x_1 \quad (3.2)$$

Для стаціонарних умовах математична модель буде описуватися наступними рівняннями:

- 1) загальний матеріальний баланс:

$$1.1) \quad \text{для пари:} \quad G = R + D \quad (3.3)$$

$$1.2) \quad \text{для рідини:} \quad F = W + D \quad (3.4)$$

2) покомпонентний матеріальний баланс:  $Fx_F - Wx_W - Dx_D = 0$  (3.5)

- 3) рівняння для концентрації низько киплячого компонента:

- 3.1) для тарілки живлення:

$$R(x_{j+1} - x_j) + Fx_F + G(y_{j-1} - y_j) - Fx_i = 0 \quad (3.6)$$

- 3.2) у парі для кожної тарілки:

$$y_i = y_{i-1}e^{-P} - y_i^*(e^{-P} - 1) \quad (3.7)$$

- 3.3) для тарілок вичерпної секції колонок у рідині:

$$(R + F)(x_{i+1} - x_i) + G(y_{i-1} - y_i) = 0 \quad (3.8)$$

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		

3.4) для тарілок зміцнювальної секції колони:

$$R(x_{i+1} - x_i) + G(y_{i-1} - y_i) = 0 \quad (3.9)$$

4) паро-рідинна рівновага:

$$y_i^* = f(x_i) \quad (3.10)$$

де  $P = M * K / G$ ,  $M$  – мольна кількість рідини на тарілці, кмоль;  $K$  – коефіцієнт масопередачі, кмоль/(кмоль\*год\*(од.конц.)),  $y^*$  – концентрація низько киплячих компонентів в рівноважній парі, (кмоль НКК)/кмоль.

Рівняння моделі (3.1) - (3.10) розраховують у середовищі програмного пакету MathCad. Обчислювальний модуль основних обчислювальних процедур, виконаних у середовищі MathCad наведено в додатку Г.

По результатам розрахунку був отриманий паро-рідинний розподіл концентрації НКК на кожній тарілці.

						ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
3	А	№ докум.	Підп	Д			

#### 4 Автоматизація технологічної схеми синтезу етилбензена

Автоматизація виробництва – це процес в розвитку машинного виробництва, при якому функції керування та контролю, раніше виконувані людиною, перекладаються на прилади і автоматичне обладнання.

Основними задачами автоматизації є інтенсифікація виробництв на основі впровадження нових досягнень науки та техніки, скорочення числа технологічних переходів, впровадження безперервних схем виробництв, подальший розвиток рівня механізації та автоматизації.

Комплексної автоматизації і механізації виробництв хімічної промисловості приділяється величезна увага, оскільки перебіг хіміко технологічних процесів характеризується складністю, високою швидкістю і чутливістю до відхилень від заданих режимів, шкідливістю середовища робочої зони, вибухо-, пожежонебезпечністю перероблюваних речовин.

Проблемами автоматизації хімічної промисловості є брак інформації про протікання високо-складних технологічних процесів хімічної промисловості, а також труднощі при зіставленні наявних даних для проведення якісного аналізу діяльності підприємства хімічної промисловості з метою оптимізації його роботи.

Впровадження автоматизації технологічних процесів хімічної промисловості призводить до зниження собівартості продукції, а також максимального підвищення ефективності виробництва товарів масового споживання, спец. хімікатів, органічних (неорганічних) продуктів, як з безперервними, так і періодичними процесами підприємств хімічної промисловості.

Успішне функціонування технологічних процесів, отримання високої якості можуть бути забезпечені лише при великомасштабному впровадженні

автоматизації, при якій функції керування та контролю передаються приладам  
та автоматичним системам.

#### 4.1 Визначення контурів системи автоматизації

Виробництво етилбензену включає в себе вибухонебезпечні і небезпечні для здоров'я людини хімічні речовини, і тому для надійної експлуатації обладнання та раціонального їх використання розробляється і впроваджується система автоматизації.

Завданням системи автоматизації для процесу синтезу етилбензену є отримання цільового продукту заданої якості у заданій кількості.

На отримання цільового продукту потрібної нам якості впливають наступні параметри:

1. витрати вхідних компонентів в реакторі приготування каталітичного комплексу та в реакторі - алкілаторі;
2. температура в реакторі для приготування каталітичного комплексу;
3. температура в реакторі – алкілаторі;
4. тиск в реакторі – алкілаторі;
5. співвідношення витрат при вході в промивну колону;
6. витрати вихідних речовин;
7. температура ректифікаційної колони.

В реактор приготування каталітичного комплексу входять наступні чотири потоки:

- алюміній хлорид ( $AlCl_3$ );
- хлоридна кислота ( $HCl$ );
- бензен з рециклу;
- диетилбензен (ДЕБ) з рециклу.

						ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д			

В реакторі приготування каталізаторного комплексу необхідно регулювати співвідношення витрат рідкого каталізатору – алюміній хлорид та хлоридної кислоти.

Оскільки в нас задана температура приготування каталізаторного комплексу – 353 К, то для реактора використовуємо нагрівальну сорочку, в яку подаємо гріючу пару. Якщо оптимальна умова температури не зберігаються, то за допомогою збільшення або зменшення потоку пари, досягаємо її.

Суміш з реактора приготування каталізаторного комплексу поступає в реактор – алкілатор, в якому ми контролюємо тиск та температуру на заданому рівні, нормального перебігу реакції. Для підтримання температури сталої температури 388 К, аналогічно використовуємо нагрівальну сорочку в яку подаємо нагрівальну пару, і тим самим контролюємо температуру.

Для розділення нашої реакційної суміші використовується ректифікаційні колони. В ректифікаційній колоні контролюємо температуру, витрати вихідних речовин.

Для контролю температури для вихідних продуктів, використаємо тарільчасту ректифікаційну колону, де будемо регулювати температуру апарату, зміною витрати флегми та температуру вихідної суміші заміною, яка регулюється шляхом зміни витрати гріючої пари, що подається в теплообмінник, котрий нагріває вихідну суміш.

Схема автоматизації повинна включати наступні контури регулювання і контролю:

- контроль співвідношення витрат вхідних речовин на вході у реактор приготування каталітичного комплексу;
- контроль температури у реакторі приготування каталітичного комплексу;
- регулювання температури в реакторі – алкілаторі;
- контроль тиску в реакторі – алкілаторі;
- регулювання температури в ректифікаційній колоні.

									А
З	А	№ докум.	Підп	Д					

ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ

На підставі аналізу технологічної схеми було обрано оптимальний рівень автоматизації виробництва, обрано об'єкти автоматизації, обрано регульовані і регулюючі параметри контролю, реєстрації і регулювання та діапазони їх можливої зміни. Дані яких занесемо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри регулювання та контролю процесу синтезу етилбензену

№	Місце заміру параметра на технологічній схемі	Параметр, що вимірюється або регулюється	Норми технологічного відхилення та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації
1	2	3	4	5
1	Трубопровід подача алюміній хлорид	Витрата	$5 \pm 0,25$ кг/год	Контроль Регулювання
2	Трубопровід подачі хлоридної кислоти	Витрата	$1,5 \pm 0,25$ км/год	Контроль Регулювання
3	Ректифікаційна колона	Температура	$258\text{K} \pm 5\text{K}$	Контроль, регулювання
4	Реактор приготування каталітичного комплексу	Температура	$353\text{K} \pm 5\text{K}$	Контроль, регулювання
5	Реактор алкілатор	Температура	$388\text{K} \pm 5\text{K}$	Контроль, регулювання

Продовження 4.1 - Параметри регулювання та контролю процесу  
синтезу етилбензену

6	Реактор алкілатор	Тиск	0,35±0,05М Па	Контроль, регулювання
7	Вихід теплообмінника	Температ ура	298 ± 5К	Контроль, регулювання
8	Ректифікаці йна колона	Витрата	933,35 ± 23 кг/год	Контроль Регулюва ння
9	Ректифікаці йна колона	Рівень	1084 ± 54 л	Контроль Регулюва ння

На основі даних, наведених в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу синтезу етилбензену (Додаток Є). Для автоматизації синтезу етилбензену були вибрані технічні засоби за каталогами відповідних виробників [9]. Підібрані прилади наведені в специфікації (Додаток Д).

#### Контроль та регулювання температури

В якості первинного перетворювача при виміру температури було обрано термоелектричний перетворювач марки ТХА – 1387 (18-1, 19-1, 20-1, 25-2, 26-2, 29-2, 30-2), з діапазоном вимірювання температури 0 – 900 °С, що призначений для вимірювання температур у рідких та газоподібних середовищах з малою похибкою, шляхом перетворення опору в уніфікований сигнал 4-20 мА.

Для всіх контурів в якості регулюючого пристрою було обрано регулюючий пристрій з вхідним сигналом 0,5 мА та вихідним сигналом 4 – 20 мА. Тип вихідного пристрою пропорційно інтегральний регульований.

Електричним виконавчим механізмом для даного регулюючого пристрою буде МЕО-40, призначений для переміщення регулюючих органів.



### Регулювання тиску

Для регулювання тиску було обрано перетворювач з пневматичним вихідним сигналом МС-П2(9121), розрахований на тиск до 0,4 МПа; пневматичний показуючий регулятор МС-43 з межами виміру надлишкового тиску -100кПа...206МПа та класом точності 0,5; пневматичного МИМ 250/25, де використовується позиціонером, для регулювання вхідних пневматичних величин, зокрема тиску.

### Регулювання рівню

Для регулювання рівню НКК в ректифікаційних колонах використовується буйковий пневматичний рівномір з вихідним сигналом  $6 \pm 0,15$  МПа. Застосовується даний рівномір для рідких вимірювальних середовищ. Має погрішність 0,25% та діапазон робочого тиску до 6МПа. Далі сигнал передається на пневматичний вимірювальний перетворювач тиску 13ДД 11-720 з тиском живлення  $6 \pm 0,15$ МПа.

### Регулювання витрат

Для регулювання витрат використовується діафрагма ДКС-0,6 з діаметром 500 мм; дифманометер – перетворювач перепаду тиску з струмовим виходом ДМТ-3583М; ПД – регулятор одноканальний - призначений для виміру та регулюванню по ПД – закону двох фізичних величин.

Розрахунок схеми автоматизації дозволяє проводити технологічний процес синтезу етилбензену у відповідності до технологічного регламенту.

									А
3	А	№ докум.	Підп	Д					

ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ



Технологічна схема процесу має наступний вигляд:

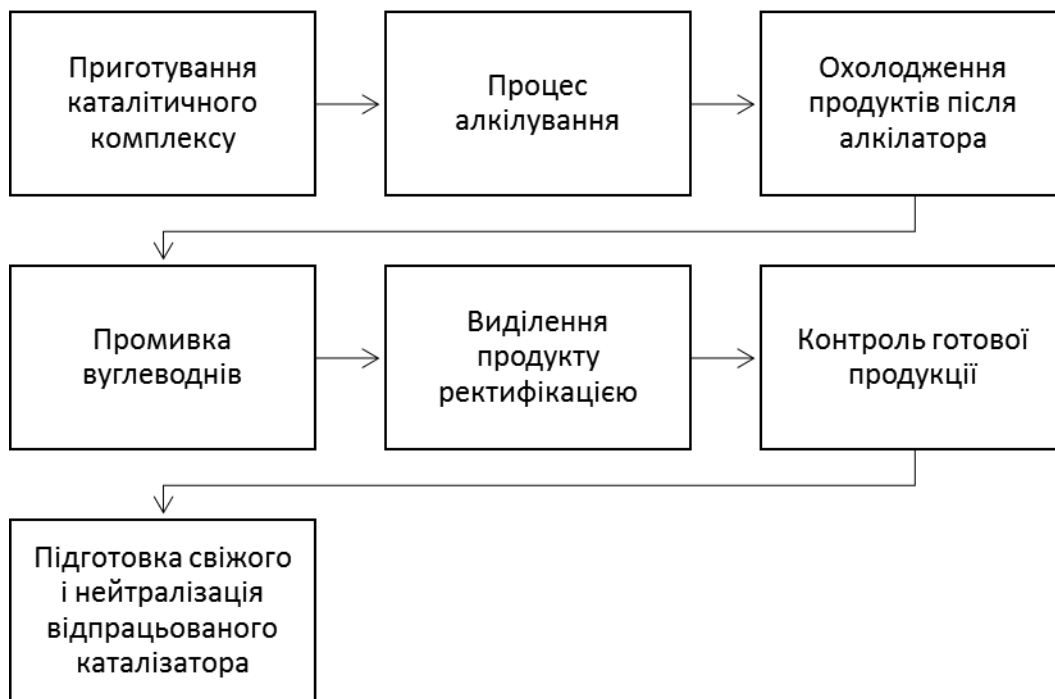


Рисунок 5.1 – Принципова технологічна схема процесу.

Предмети праці – це сировина і матеріали, електроенергія і паливо, напівфабрикати і запасні частини, гроші у будь-якому вигляді.

Послідовний рух предметів праці, це такий рух, під час якого обробка продукції проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію цієї партії предметів, що обслуговується.

Паралельний рух предметів праці використовується безпосередньо в безперервних процесах при масовому виробництві продукції. Продукція передається з попередньої на наступну операцію, не очікуючи закінчення обробки всієї партії.

Синхронізований рух предметів праці. В цьому випадку вироби передаються з однієї стадії на іншу за певним законом.

Оскільки в нас кожна наступна технологічна операція може починатися тільки тоді, коли закінчиться попередня. Звідси впливає що в нас буде послідовний рух предметів праці, для якого потрібна мінімальна кількість працівників та обладнання.

Для визначення кількості обладнання при послідовному русі предметів праці складемо перелік основних технологічних операцій.

Операції отримання основного продукту – етилбензену, підприємством наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Перелік основних технологічних операцій

Номер операції	Назва операції	Тривалість операції, хв
1	Приготування каталітичного комплексу	45
2	Процес алкілування	90
3	Охолодження продуктів після алкілятора	30
4	Промивка вуглеводнів	25
5	Виділення продукту ректифікацією	75
6	Контроль готової продукції	25
7	Підготовка свіжого і відпрацьованого каталізатора	35

Річне замовлення становить 1104,4 т. Режим підрозділу підприємства безперервний. Сумарний час, що іде на виготовлення одної підвіски, хв:

$$\sum_{i=1}^n t_i = 45 + 90 + 30 + 25 + 75 + 25 + 35 = 325 \text{ хв.}$$

$$V_{\text{доб}} = \frac{1104,4}{250} = 4,4 \text{ Т/день}$$

Де 250 – кількість робочих днів у календарному році.

Послідовний ВРПП:

$$T_{\text{вц}}^{\text{Посл.}} = V_i \sum_{i=1}^n t_i = 5982,2 \text{ т}$$

де  $V$  – випуск продукції

$T = 24 \times 60 = 1440 \text{ хв}$  – тривалість робочого дня

$$V = \frac{T}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{1440}{325} = 4,4 \text{ Т/день}$$

Чисельність – 1 особа

$N_{\text{обл}} = N_{\text{операцій}} = 7 \text{ од.}$

Послідовний ВРПП:

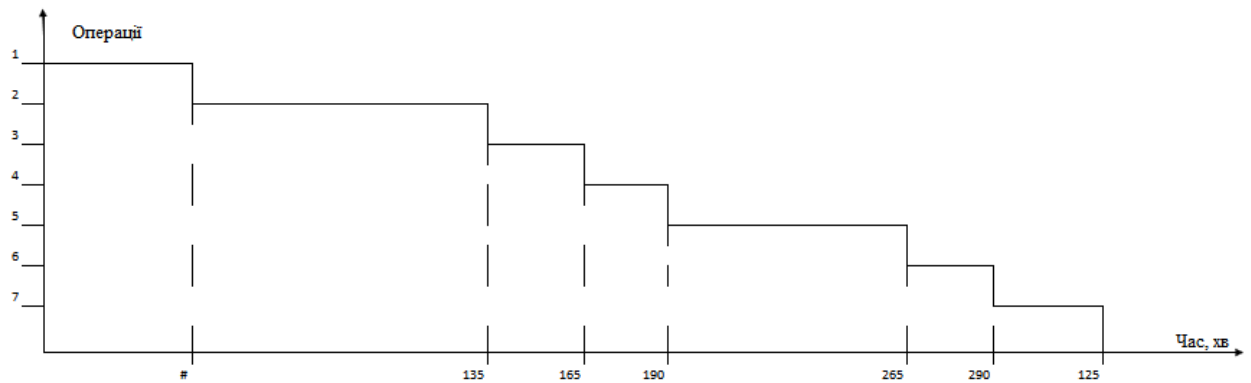


Рисунок 5.2. Послідовний ВРПП

Середньорічна тривалість виробничого циклу для обраного (послідовного) ВРПП складає:

$$T_{\text{вц}}^{\text{сер.річн.}} = \frac{24 \cdot D_{\text{к}}}{T_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}}} \cdot K \cdot T_{\text{вц}}^{\text{посл.}} = \frac{24 \cdot 365}{24 \cdot 250} \cdot 1 \cdot 5982,2 = 8734 \text{ годин,}$$

де  $D_{\text{р}}$  – кількість робочих днів у році,  $T_{\text{р}}$  – тривалість робочого дня на підприємстві,  $D_{\text{к}}$  – кількість календарних днів у році,  $K$  – коефіцієнт використання робочого часу.

Кількість виробничих циклів на рік:

$$n_{\text{вц}} = \frac{D_{\text{к}} \cdot T_{\text{к}}}{T_{\text{вц}}^{\text{сер.річн.}}} = \frac{365 \cdot 24}{8734} = 1$$

3	А	№ докум.	Підп	Д	ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А

Річний випуск продукції:

$$V_p = n_{вц} \cdot V = 1 \cdot 1104,4 = 1104,4 \text{ т}$$

Кількість одиниць обладнання при даному виді руху предметів праці дорівнює кількості операцій, тому для даного виробничого процесу необхідно 7 одиниць обладнання.

Кількість персоналу, що безпосередньо задіяні у виробничому процесі визначаємо із графіка оптимального виду руху предметів праці. Безпосередньо для виробничого процесу необхідний 1 працівник.

Кількість працюючих на виробництві розраховуємо за графікам ВРПП та з врахуванням кількості персоналу (таб. 5.3).

Таблиця 5.3 – Кількість персоналу.

Посада	Кількість
Директор	1
Головний інженер-технолог, зав. лабораторією, начальник цеху	4
Гальванік, оператор обладнання	12
Лаборант	4
Прибиральник	4
Охоронець	4

Явочна чисельність персоналу – це максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання обсягу робіт і повної комплектації робочих місць протягом робочої зміни. З таблиці видно, що явочна чисельність персоналу – 7 працівників за зміну.

Чисельність за списком – це потреба підприємства у кадрах.

$$Ч_{сп} = Ч_{яв} \cdot \frac{T_{р}^{підприємства}}{T_{р}^{працівника}} = 7 \cdot \frac{24}{6} = 28 \text{ працівника}$$

Або 29 осіб включаючи директора, який працює по 40 годин на тиждень.

Підприємство працює безперервно (не має святкових днів і вихідних).

Для продуктивної роботи підприємства потрібно 4 бригади. Кожна бригада працює по 180 годин на місяць.

Таблиця 5.4 – Графік роботи технологічних змін підприємства  
(представлений графік на місяць)

Годин и праці	Дні тижня															
	П н	В т	С р	Ч т	П т	С б	С с	Н д	П н	В т	С р	Ч т	П т	С б	С с	Н д
00:00- 06:00	1	1	2	2	3	3	4	4	1	1	2	2	3	3	4	4
06:00- 12:00	4	4	3	3	1	1	2	2	3	3	4	4	1	1	2	2
12:00- 18:00	2	2	1	1	4	4	3	3	4	4	1	1	2	2	3	3
18:00- 24:00	3	3	4	4	2	2	1	1	2	2	3	3	4	4	1	1

#### Порядок технічного контролю на виробництві

Технічний контроль – сукупність методів, заходів і засобів, що забезпечують відповідність якості продукції вимогам стандартів і нормативів.

Технічний контролю на даному виробництві поділяється на вхідний, поточний і заключний.

- 1) Вхідний контроль. Суб'єктом даного етапу контролю є головний технолог підрозділу. Об'єктами контролю є каталізатори, що перевіряються на наявність візуальних дефектів (чистота рідини, в якій посудині доставлена, прозорість), які можуть вплинути на якість

готової продукції, а також реактиви, що використовуються в технологічному процесі, які перевіряються на наявність сертифікатів якості. Результати контролю вносять в журнал вхідного контролю.

- 2) Поточний контроль. Суб'єктом даного етапу контролю є лаборант і оператор обладнання. Об'єктом контролю є апарати. Оскільки обраний ВРПП з простим обладнанням, то у період часу, коли реагенти проалкілувалися то лаборант бере пробу розчину, що знаходиться в колоні. Реактор перевіряє на температуру за допомогою термометра опору. У ретифікаційних колонах йде розділення речовини на етилбензон та побічні речовини, етилбензол промивають та беруть контроль якості. Результати контролю вносять в журнал поточного контролю. Відповідно до результатів аналізів проводять корегування реагентів, що не беруть участь у синтезі. За всіма показами приладів слідкують оператори обладнання.
- 3) Заключний контроль. Суб'єктом контролю є лаборант. Об'єктом контролю є отримана речовина. Лаборант за допомогою хімічних тестів визначає концентрацію речовини і кількість чистого продукту. Аналіз проводиться вибірково, на кількості літрів, що пропорційна загальній кількості літрів в партії. Результати заносяться в журнал заключного контролю. На партію оформляється паспорт якості. Також лаборант підготовлює новий і нейтралізує старий каталізатор.

### 5.1 Баланс споживання оборотних фондів на підприємстві

Оборотні фонди – це форми підприємства, які повністю витрачаються протягом одного виробничого циклу і їх вартість переносять на вартість готової продукції повністю і відразу.

До оборотних фондів відносять.					А
ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ					
З	А	№ докум.	Підп	Д	















Охоронець	4
-----------	---

Явочна чисельність персоналу складе  $Ч_{\text{явочна}} = 5$  осіб

Чисельність персоналу за списком складе:

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв}} \cdot \frac{T_{\text{підприємства}}}{T_{\text{працівника}}} = 5 \cdot \frac{24}{6} = 20 \text{ працівників}$$

Для функціонування підприємства на добу потрібно 20 осіб.

Таблиця 5.7 – Заробітна плата працівників

Посади	Кількість	Заробітна плата, грн/міс	Всього
Директор	1	23 194	23 194
Головний інженер-технолог	4	18 000	72 000
Гальванік	4	9126	36 504
Лаборант	4	7938	31 752
Прибиральник	4	5400	21 600
Охоронець	4	6372	25 488

Фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} = 2\,526\,456 \cdot 1,22 = 3\,082\,276 \text{ грн/рік.}$$

Вартість оборотних засобів:

$$\text{ОбЗ} = V_{\text{сиров}} + Ц_{\text{сел}} + Ц_{\text{те}} + \text{ФОП} = 36\,740\,383,2 + 2\,766\,000 + 5\,501\,400 + 3\,082\,276 = 48\,090\,059,5 \text{ грн/рік.}$$

Вартість програмного комплексу слід включити в основні фонди.

Розрахуємо вартість програми. Година роботи програміста складає 480 грн.

Для розробки програми було витрачено 10 днів по 6 годин кожного дня.

Отже зарплата програміста складе:

$$\text{ЗП} = 10 \cdot 6 \cdot 480 = 28\,800 \text{ грн}$$

						А
3	А	№ докум.	Підп	Д		
ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ						

До розрахованої вартості основних фондів додаємо вартість програмного модуля та приладів для автоматизації виробництва.

- Вартість будівель і обладнання : 2 715 000 грн
- Вартість програмного модуля: 28 800 грн
- Вартість обладнання для автоматизації: 1 000 000 грн

Сумарна вартість: 3 743 800 грн

Розрахуємо амортизацію для автоматизованого виробництва:

$$A = 480\,880 \text{ грн/рік}$$

Таблиця 5.13 – Калькуляція на вид продукції

№	Елемент	Ціна, грн./рік
1	Сировина	36 740 383,2
2	Амортизаційні відрахування	480 880
3	Електроенергія	2 766 000
4	Заробітна плата	2 526 456
5	Нарахування за ЗП	555 820
6	Інше(теплова енергія)	5 501 400
<b>Всього:</b>		<b>48 570 939,2</b>

1. Техніко – економічні показники

Собівартість сезонного випуску:

$$C_c = A + O\delta Z = 480\,880 + 48\,090\,059,5 = 48\,570\,939,5 \text{ грн}$$

Собівартість одного кілограма:

$$C_{од} = \frac{C_c}{V_c} = \frac{48\,570\,939,5}{1104400} = 43,98 \text{ грн}$$

Ринкова оптова ціна 1104,4 грн/т

$$Ц = 80\,621\,200 \text{ грн}$$

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		



Прибуток:

$$\text{П} = \text{Ц} - \text{С} = 80\,621\,200 - 48\,570\,939,5 = 32\,050\,260,5 \text{ грн}$$

Рентабельність продукту:

$$P = \frac{\text{П}}{\text{С}} = \frac{32\,050\,260,5}{48\,570\,939,5} = 66\%$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = \text{ОФ} + \text{ОбЗ} = 3\,743\,800 + 48\,090\,059,5 = 51\,833\,859,5 \text{ грн}$$

Період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{\text{К}}{\text{П}} = \frac{51\,833\,859,5}{32\,050\,260,5} = 1,62 \text{ років}$$

Ефективність підприємства:

$$E = \frac{\text{П}}{\text{К}} = \frac{32\,050\,260,5}{51\,833\,859,5} = 0,62 \text{ грн/грн}$$

Фондовіддача:

$$\Phi B = \frac{\text{Ц}}{\text{ОФ}} = \frac{80\,621\,200}{3\,743\,800} = 21,534 \text{ грн/грн}$$

Фондоємність:

$$\Phi E = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{252} = 0,046 \text{ грн/грн}$$

У таблиці 5.13 наведені основні техніко – економічні показники

Таблиця 5.13 – Техніко – економічні показники

Показники ТЕО	Розрахункові дані	Розмірність
Випуск продукції	1104,4	т/рік
Чисельність персоналу	20	осіб
Собівартість	48 570 939,5	грн/рік
Ціна	80 621 200	грн/рік
Прибуток	32 050 260,5	грн/рік
Рентабельність	66	%
Капіталовкладення	51 833 859,5	грн
Період повернення капіталовкладень	1,62	років
Ефективність підприємства	0,62	грн/грн
Фондовіддача	21,534	грн/грн
Фондоємність	0,046	грн/грн

Порівняння техніко – економічних показників звичайного виробництва та автоматизованого виробництва приведені у таблиці 5.14

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ					А
З	А	№ докум.	Підп	Д						

Таблиця 5.14 – Порівняння техніко – економічних показників

Показники ТЕО	Розрахункові дані звичайного виробництва	Розрахункові дані автоматизованого виробництва	Розмірність
Випуск продукції	1104,4	1104,4	т/рік
Чисельність персоналу	29	20	осіб
Собівартість	49 776 120,4	48 570 939,5	грн/рік
Ціна	80 621 200	80 621 200	грн/рік
Прибуток	30 845 079,6	32 050 260,5	грн/рік
Рентабельність	62	66	%
Капіталовкладення	52 213 120,4	51 833 859,5	грн
Період повернення капіталовкладень	1,69	1,62	років
Ефективність підприємства	0,6	0,62	грн/грн
Фондовіддача	47	21,534	грн/грн
Фондоємність	0,02	0,046	грн/грн

Як видно з розрахунків, автоматизоване виробництво, що керується за допомогою програмного модуля, є значно ефективнішим. Період повернення капіталовкладень в таке виробництво скорочується з 1,69 років до 1,62 Собівартість продукції збільшилась з 49 776 120,4 до 48 570 939,5, а прибутку збільшився з 30 845 079,6грн/рік до 32 050 260,5 грн/рік.

Загалом економічні показники підприємства зростають.

Отже, можна зробити висновок, що автоматизоване виробництво, що керується за допомогою програмного модуля, є більш економічно вигідним, порівняно зі звичайним виробництвом і може працювати без втручання людини.

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д		

## 6 Охорона праці

Нафтопереробній і хімічній промисловості використовують шкідливі пожежонебезпечні речовини і матеріали. Використовується теплова та електрична енергія і температура в апаратах. Всі проектні рішення прийнято з урахуванням вимог охорони праці.

В даному розділі на підставі аналізу всіх можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів виявлених на проектуваному об'єкті, розроблені заходи, направлені на створення здорових і безпечних умов праці, пожежної безпеки.

### Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042- 99 роботи, що виконуються на запроектованому цеху за затратами фізичної енергії відносяться до категорії середньої важкості(II б).

Таблиця 6.1 - Санітарні норми параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість,		Швидкість руху, м/с		
		Оптимальна	Допустима		Оптим альна	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних, не більш ніж	Оптимальна, не більш ніж	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних, не більш ніж		
			Верхня межа	Нижня межа						
			На робочих місцях							
Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних							
Холодний	Середньої тяжкості - II-б	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	До 0,4
Теплий		20-22	27	29	15	15	40-60	70(грн 25 °С)	0,3	0,2 - 0,5

Нормальні умови в даному виробництві забезпечуються за рахунок механізації і автоматизації важких та трудомістких робіт, раціональному розміщенню та теплоізоляції устаткування, агрегатів, комунікації та інших джерел, що випромінюють на робочих місцях тепло.

Використовуються такі засоби індивідуального захисту – респіратори типу “Пелюсток”, спецодяг типу “П” і спецвзуття. Також рекомендується

два рази на місяць за допомогою пиломіра проводити контроль вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин і їх параметрів.

Для подання чистого повітря в приміщення і знешкодження шкідливих речовин з повітря необхідно:

1. механічна загальнообмінна припливна вентиляція, яка призначена для подачі в приміщення чистого вентиляованого повітря. Припливне повітря за потребою піддається спеціальній обробці.
2. витяжна вентиляція, яка прибирає з приміщення забруднене або нагріте відпрацьоване повітря.

Їхня продуктивність збалансована з урахуванням можливості циркуляції

повітря між суміжними приміщеннями.

Також на виробництві передбачена аварійна вентиляція, що приводиться в дію тільки у разі аварії і реалізується витяжною вентиляцією для створення розрідження в приміщенні. Вона приводиться в дію як від датчиків газосигналізаторів налаштованих на величину ГДК контрольованих речовин, так і вручну. Кратність повітрообміну для аварійної вентиляції 8 ч<sup>-1</sup> включаючи робочу.

Для того щоб запобігти застудних захворювань та переохолодження працівників, використовуються на входах в робочу зону теплові повітряні завіси.

Для зменшення концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони необхідно зробити такі заходи:

1. для зниження концентрації шкідливих речовин в атмосфері цеху, газу які потрапляють в сепаратора охолоджуються і конденсуються в холодильнику при увімкненій місцевій вентиляції;
2. для запобігання виходу хлороводню у повітря робочої зони, необхідно, щоб контейнер з алюміній хлоридом був щільно закритим і захищений від вологості;

						ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	А	№ докум.	Підп	Д			

3. для уникнення вибухонебезпечної ситуації, при роботі з етилом, бенzenом та етилбенzenом, робиться відповідне розпізнавальне пофарбування трубопроводів по всій довжині;
4. для запобігання витoku шкідливих речовин в стічні води та на підлогу, на трубопроводах встановлюємо компенсаційні петлі, редуційні, зворотні, запірні та запобіжні клапани;

Відповідно до технологічної схеми установка бортових відсмоктувачів

необхідна над сепаратором, де гази йдуть на очистку. Це відбувається у сепараторі при виділенні рідких продуктів.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони не повинна виходити більш ніж на 2 °C за межі оптимальних величин. Допустима температура:

$$t_{\text{повер.}} = t_{\text{нав.сер}} + 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{повер.}} = 21 + 2 = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де  $t_{\text{нав.сер}}$  – оптимальне значення температури повітря робочої зони в теплий період року.

У таблиці 6.2 наведена коротка санітарна характеристика цеху відповідно до ГОСТу 12.1.005.88.

Таблиця 6.2. - Санітарна характеристика

Нарва виробничої діяльності	Шкідливі речовини, що виділяються	Характеристика шкідливого впливу	ГГДК, м/мг	Клас небезпечності	Засоби індивідуального захисту	Засоби доікарської допомоги	Методи контролю вимірювання	Клас виробництва	Санітарна група
Трубопровід	Алюміній хлорид	Шкідливі й, їдка речовина, хімічні опіки		V	Захисні рукавиці та окуляри, прорезиновий хімічно стійкий одяг	Промивати водою декілька хвилин	Концентра томір КВЧ-5М	Б	II

Продовження 6.2 - Санітарна характеристика

Трубопровід	Трубопровід	Трубопровід	Трубопровід	Нарва виробничої лінії
Етилбензен	Етил	Бензен	Шкідливі речовини, що виділяються	
Шкідливий, вогнеонебезпечний, вибохонебезпечний, токсичний, отруєння	Шкідливий, вогнебезпечний, вибухонебезпечний, подразнення при потраплянні на шкіру	Шкідливий, вогнебезпечний, токсичний, канцероген, отруєння	Характеристика шкідливого впливу	
2	30	15	ГГДК, м/мг	
II	III	III	Клас небезпечності	
прорезинений хімічностійкий одяг, захисні окуляри, рукавиці, респіратор	халат для захисту одягу, захисні окуляри, рукавиці, респіратор	Захисні окуляри, рукавиці, респіратор, халат для захисту одягу	Засоби індивідуального захисту	
Свіже повітря, шкіру і слизові оболонки промити водою, промити очі, прийняти активоване вугілля	Свіже повітря, шкіру і слизові оболонки промити водою, промити очі	Винести на свіже повітря, промити водою слизові оболонки і очі	Засоби долікарської допомоги	
Газоаналізатори УГ-1, УГ-2	Газоаналізатори УГ-1, УГ-2	Концентрадомір КВЧ-5М	Методи контролю вимірювання	
2А	3А	2А	Клас виробництва	
	III		Санітарна група	

Проектом передбачено проводити наступні заходи. Проводити двічі на місяць плановий контроль вмісту у повітрі шкідливих речовин і параметрів.

Використання термографів для безперервного контролю температури. Визначення відносної вологості повітря за допомогою стаціонарного, а також аспіраційного психрометра М-34. Встановлення чашечних анемометрів для спостереження за швидкістю руху повітря у приміщенні цеху.

#### **Виробниче освітлення**

Передбачено використання систем штучного робочого, аварійного, евакуаційного, ремонтного і охоронного освітлення. Система природного освітлення – комбінована (сполучення верхнього та бічного освітлення).

Таблиця 6.3 - Норми освітленості і КПО цеху згідно ДБН В.2.5.28 – 06

Розряд і підрозділ зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %	
	Штучне		Природне	Суміщене
	Комбіноване	Загальне	Верхнє і бічне	Верхнє і бічне
IVB	400	200	4 і 1,5	2,4 і 0,9
VIIa	-	200	3 і 1	1,8 і 0,6

Виробниче освітлення може виконуватися природним і штучним світлом, а також може бути суміщеним.

Комбіноване освітлення рекомендується для приміщень з роботами розрядів I-ГЛЛ. При комбінованому освітленні загальне освітлення повинно складати 10% всієї норми освітленості, але не менше 150 лк і не більше 500 лк (для газорозрядних ламп).

Штучне освітлення передбачається використувувати у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, і також для освітлення приміщень в темний період року. При утворенні штучного освітлення необхідно забезпечити комфортні гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

Для освітлення виробничого приміщення використовують люмінесцентні лампи типу ЛБ 40(G13) та ЛБ 60(G13).

ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ				А
З	А	№ докум.	Підп	Д















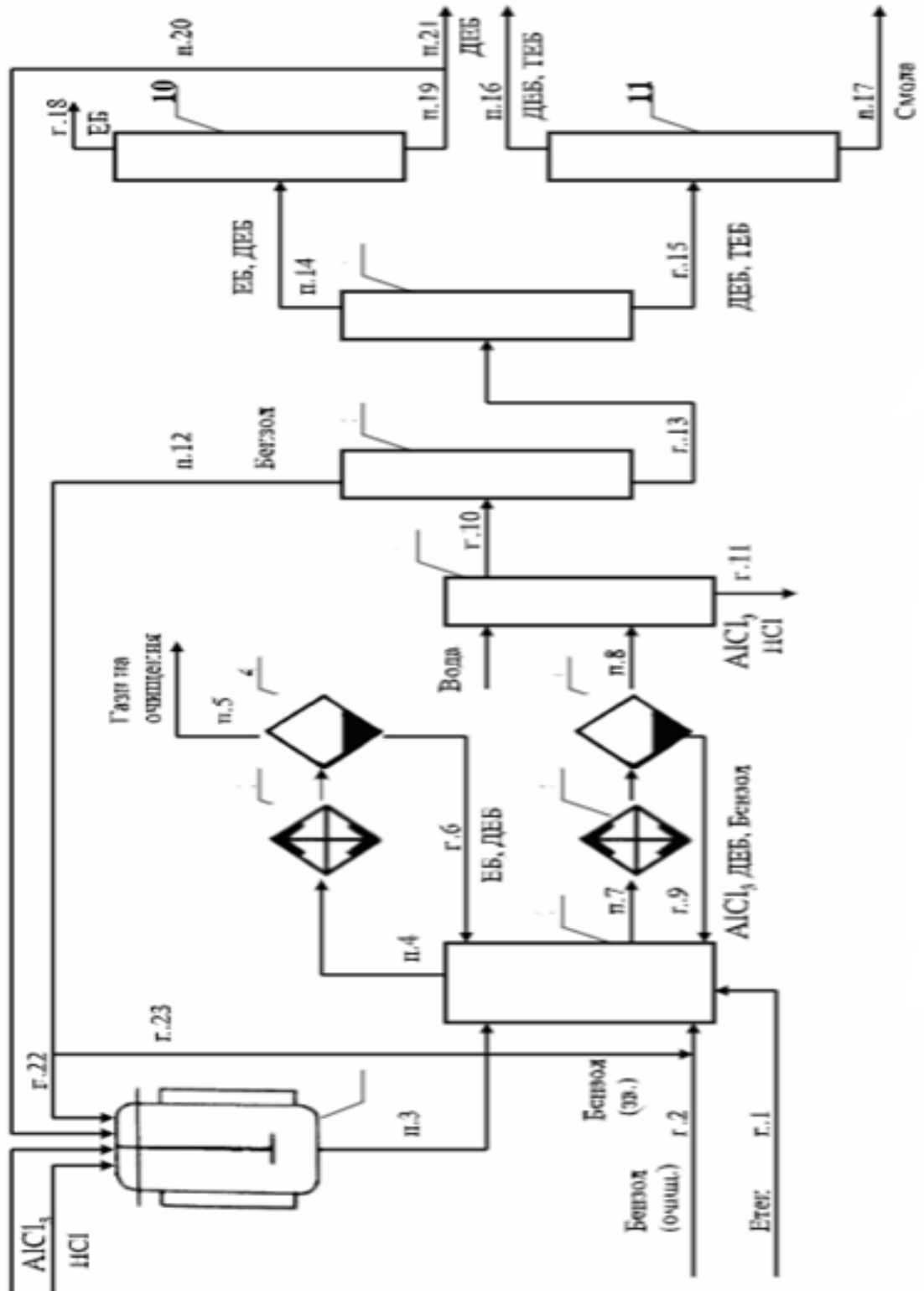




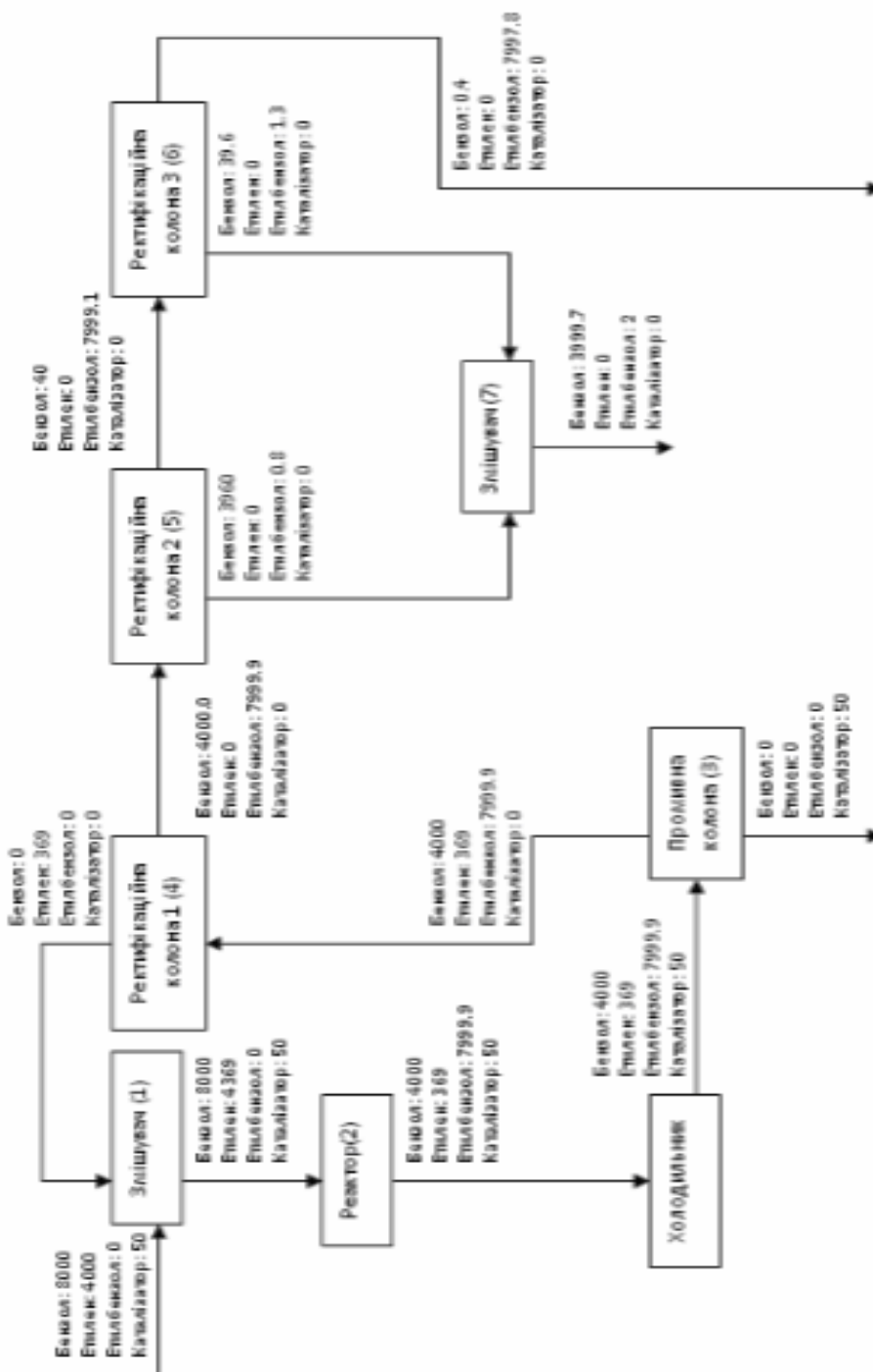


# ДОДАТКИ

Додаток А



3	А	№ докум.	Підп	Д	ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
---	---	----------	------	---	------------------------	---



3	А	№ докум.	Підп	Д	ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
---	---	----------	------	---	------------------------	---







