

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Хіміко-технологічний факультет
Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів.

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
_____ Т.В.Бойко
(підпис)

“ ____ ” червня 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки (спеціальності) 6.050202(151) «Автоматизація та комп'ютерно- інтегровані технології»

на тему: «Комп'ютерне моделювання та автоматизація схеми синтезу етилбензену»

Виконала:

студентка IV курсу, групи ХА-51

Козеха Марина Геннадівна _____

Керівник:

доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Безносик Ю.О. _____

Консультанти:

з хімічної технології доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Безносик Ю.О. _____

(підпис)

з автоматизов. регулювання доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Бондаренко С.Г. _____

підпис

з охорони праці доцент каф. охорони праці, промислової та цивільної безпеки, к.т.н., доц Полукаров Ю.О. _____

підпис

з організаційно-економічної частини доц. кафедри економіки і підприємництва, к.х.н. доц. Підлісна О.А. _____

Нормативний контроль доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Шахновський А.М. _____

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студентка _____
(підпис)

Київ – 2019 року

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

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	Листів
Керівн.	Безносик				1	1
Консульт.	Складанний				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. КХТП Гр. ХА-51	
Н/контр.	Шахновський					
Зав.каф.	Бойко					

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

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Комп’ютерне моделювання та
автоматизація схеми синтезу етилбензену»

Київ – 2019 року

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

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Хіміко-технологічний факультет

Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів .

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (спеціальність) 6.050202 (151) "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Т.В.Бойко

(підпис)

«19» лютого 2019 р

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Козеха Марина Геннадіївна

1. Тема проекту Комп'ютерне моделювання та автоматизація технологічної схеми синтезу етилбензену, керівник проекту Безносик Ю.О., к.х.н., доц., затверджені наказом по університету від «05» травня 2019 р № 1221-с.

2. Термін подання студентом проекту 11 червня 2019 р

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст пояснювальної записки _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) _____

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	А
З	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 відповідно до завдання (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

Зміст

Перелік	умовних
позначень.....	9
Вступ.....	10
1 Технологічна схема виробництва етилбензену.....	11
1.1 Технологічна схема синтезу етилбензена.....	15
1.2 Особливості організації процесу синтезу етилбензена.....	19
2 Розрахунок матеріального балансу синтезу етилбензену.....	20
3 Автоматизований розрахунок ректифікаційної колони. Розробка обчислювального модуля.....	27
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля.....	29
3.2 Теоретичні основи процесу ректифікації.....	29
3.3 Математична модель установки.....	31
4 Автоматизація технологічної схеми синтезу етилбензена.....	34
4.1 Визначення контурів системи автоматизації.....	35
5 Економіко – технічні розрахунки.....	46
5.1 Баланс споживання оборотних фондів на підприємстві.....	47

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-		

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

	інтегрований розрахунок матеріальних балансів схеми.		
2	Розрахунок основного апарата. Блок-схема обчислювального модуля (формат А1).		
3	Кресленик відповідно до завдання (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

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

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;

НKK – низькокиплячий компонент;

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

Вступ

У даному дипломній роботі розглядається процес синтезу етилбензолу процесом алкілювання.

Етилбензол (також етилбензен) - [органічна](#) сполука, [ароматичний вуглеводень](#) із лінійною формулою $C_6H_5C_2H_5$. За звичайних умов є безбарвною, легкозаймистою леткою рідиною з характерним запахом, що нагадує [гас](#).

Більше 99% етилбензену використовується у виробництві стирену. Стирен, стирол (або вінілбензен) — [ароматична](#) [органічна](#) [сполука](#) з формулою $C_6H_5CH=CH_2$, летка рідина з солодкуватим [запахом](#).

Стирен використовують для виробництва полімерів. Численні види полімерів на основі стирену включають полістирен, модифіковані стиреном поліестери, [пластики АБС](#) (акрилонітрил-бутадієн-стирен) і САН (стирен-акрилонітрил). Так само стирен входить до складу [напалму](#).

У невеликих дозах етилбензен використовують як розчинник компонента високооктанових бензинів і в органічному синтезі.

Знаходження нових методів виробництва етилбензену зв'язане з збільшенням випуску стирену і необхідністю заміни застарілого технологічного обладнання.

При використанні високооктанових кисневмісних добавок до бензенів поліпшить екологічний стан, оскільки у відпрацьованих автомобільних газах зменшиться вміст шкідливих речовин.

Виробництво високооктанової кисневмісної добавки до бензенів вже використовується нафтопереробними підприємствами: ВАТ «Одеський нафтопереробний завод», ЗАТ «Укрнафта», ВАТ «НПК-Галичина» та інші, які виробляють бензено-моторні речовини.

Отже виробництво етилбензену є актуальним на сьогоднішній день. За допомогою цього виробництва можна зменшити вплив газів на навколишнє середовище. Збільшити виробництво стирену, а також полістиролу.

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

1 Технологічна схема виробництва етилбензену

Етилбензен - органічна сполука, ароматичний вуглеводень із лінійною формулою $C_6H_5C_2H_5$. За звичайних умов є безбарвною, легкозаймистою леткою рідиною з характерним запахом, що нагадує гас. Незначні кількості етилбензену спостерігаються у кам'яновугільній смолі та нафті.

Етилбензен є важливим компонентом у нафтохімічному синтезі. Етилбензен іде на синтез стирену, з якого одержують полістирен (завдяки його високим електроізолювальним якостям з нього виготовляють електро- і радіовироби, труби, крани, посуд, пінопласти) і бутадієнстиреновий каучук - для виробництва автомобільних покришок, камер, ебоніту.

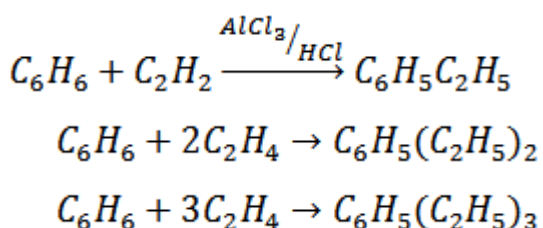
Майже увесь промислово отримуваний етилбензен синтезується шляхом

алкілювання бензолу етиленом. Протягом кількох десятиліть як каталізатор

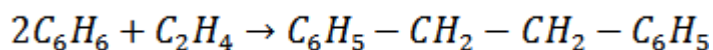
реакції застосовували кислоти Льюїса. Попри те, що використання $AlCl_3$ є доцільним з боку загальної вартості виробництва, нині стрімко зростають витрати на утилізацію утворюваних відходів. На додачу до цього, синтез за цим метод призводить до незначного пошкодження реакторів і трубопроводів через корозію. У 1980-х роках замість хлориду алюмінію почали використовувати каталізатори на основі цеолітів.

При алкілюванні етилбензена утворюються побічні продукти реакції – диетилбензен (ДЕБ) та триетилбензен (ТЕБ) і смола.

Етилбензен та побічні продукти реакції (ДЕБ та ТЕБ, смола) утворюються за реакціями:



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



Реакція протікає під каталізатором – алюміній хлорид. Він прискорює перебіг реакції етила та бензола. Алюміній хлорид з вхідними речовинами утворює каталітичний комплекс у мольному співвідношенні $AlCl_3/\text{диетилбензен} = 1/4$. Для підвищення активності каталізатора додають HCl , а для збільшення виходу продукту етилбензену роблять надлишок бензену, який створює рецикл.

Процес алкілювання може протікати у двох фазах: газовій та рідинній. На даний момент більш широко розповсюджений процес у рідинній фазі.

Каталізаторний комплекс готують окремо розчиненням алюміній хлориду в бензолі при додаванні хлороводню, після цього утворена речовина взаємодіє з етиленом рис 1.1.

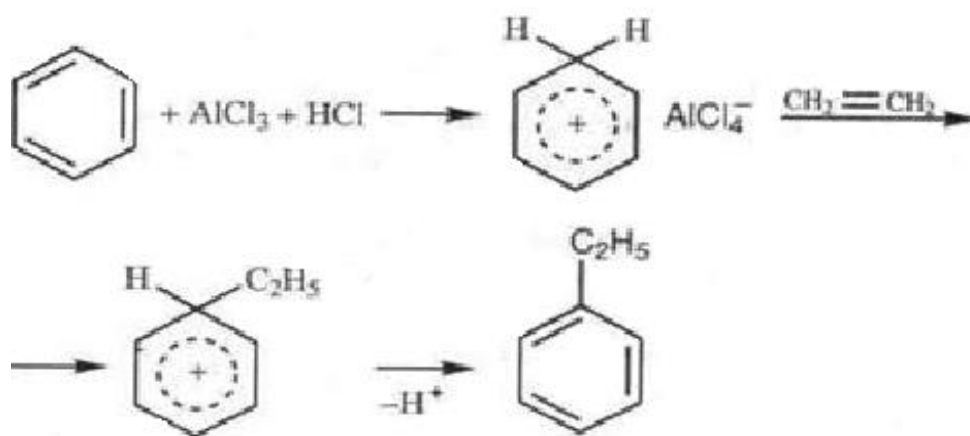


Рисунок 1.1. Взаємодія каталізаторного комплексу з етиленом

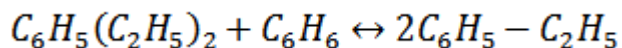
Приготування каталізаторного комплексу проходить в окремому апараті і періодично його вводять в реактор алкілювання.

Процес алкілювання ускладнений побічними реакціями. У результаті в продуктах реакції утворюється суміші моноетилбензен, диетилбензен, триетилбензен, тетраетилбензен і більше алкілованих етилбензенів. Взагалі не отримувати побічних поліетилбензолів не можливо, але можливо

					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.)				
	бен зен	Етилбенз ен	Д ЕБ	Т ЕБ	тетраетилбензе н
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 1,9	0 ,72	0,02
1:0,8	28, 6	50,1	1 9,4	1 ,77	0,09
1:1	19, 6	49,3	2 7,3	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 алкілювання 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 353K. 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. Ніжній 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 алкілатор і на стадію приготування каталізатора (п.22).

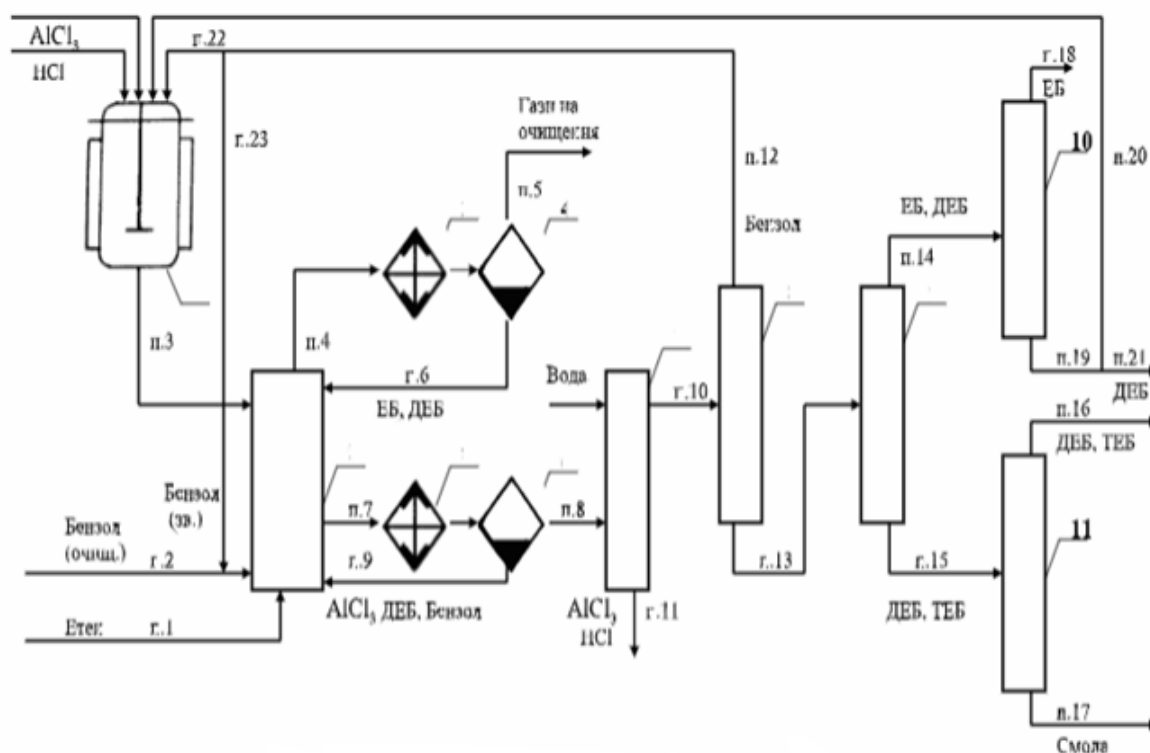


Рисунок 1.2 Технологічна схема синтезу етилбензену:

1 – реактор приготування каталізатора; 2 – реактор–алкілатор; 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 алкілатора; п.5 – гази; п.6 – етилбензен і ДЕБ; п.7 – рідкі продукти з алкілатора; 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 нищу 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

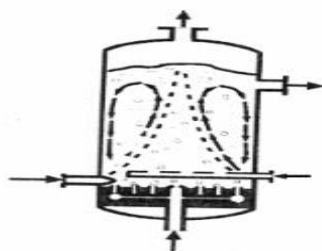
розділяються в колоні 10 на етилбензен (п.18) та диетилбензен (п.19). Частину диетилбензену (п.20) повертають на стадію приготування каталізатора, а решту його виводять з системи (п.21). Важкі продукти (п.15) з низу колони 9 подають у вакуум-ректифікаційну колону 11, з верху якої відбирають диетилбензен 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 345-355K 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.



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

Рисунок 1.3 Реактор алкілювання (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 – переалкілювання. При 353K 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

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

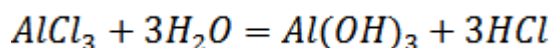
[% (мас)]: бензол – 45 – 56; етилбензол – 36 – 41; поліалкілбензоли – 8 – 12. Витрата бензолу на тонну етилбензолу становить 0,8 т, етилена – 0,26 т, хлориду алюмінію – 4 – 6 кг. Знімання етилбензолу з одиниці реакційного обсягу досягає $200 \frac{\text{кг}}{(\text{м}^3 \cdot \text{ч})}$.

1.2 Особливості організації процесу синтезу етилбензена

При рециркуляції каталізаторного комплексу буде відчутне зменшення його активності через перенавантаження важких вуглеводнів і смол.

Це призводить до зменшення вихідного продукту і збільшення витрат каталізатора алюміній хлорид.

Звідси витікає що в процесі синтезу етилбензена буде виводитись велика кількість каталізатора. Виділений каталізаторний комплекс опрацьовують водою:



Вуглеводний шар, який утворився після обробки каталізатора водою, змішують із кислим алкілатом і посилають на розподіл продуктів, а водний шар виводять із системи.

Цей процес призводить до виникнення великої кількості стічних вод (10-12 на 1 т етилбензену). І в придачу до цього, хлороводень, що утворився, призведе до корозії апаратів, трубопроводів. Щоб цього уникнути потрібно використовувати дорогі сплави, що економічно невигідно.

Для очищення стічних вод спочатку відправляють органічні домішки, а згодом наливають в аоду вапняне молоко і поліакриламід.

Утворений осад збезводнюють на фільтр – пресах і відправляють на утилізацію.

Очищенну воду передають на установку біохімічного очищення або на заповнення втрат води в інших виробництвах.

					ДП ХА 5105 1490 001 ПЗ	A
З	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.

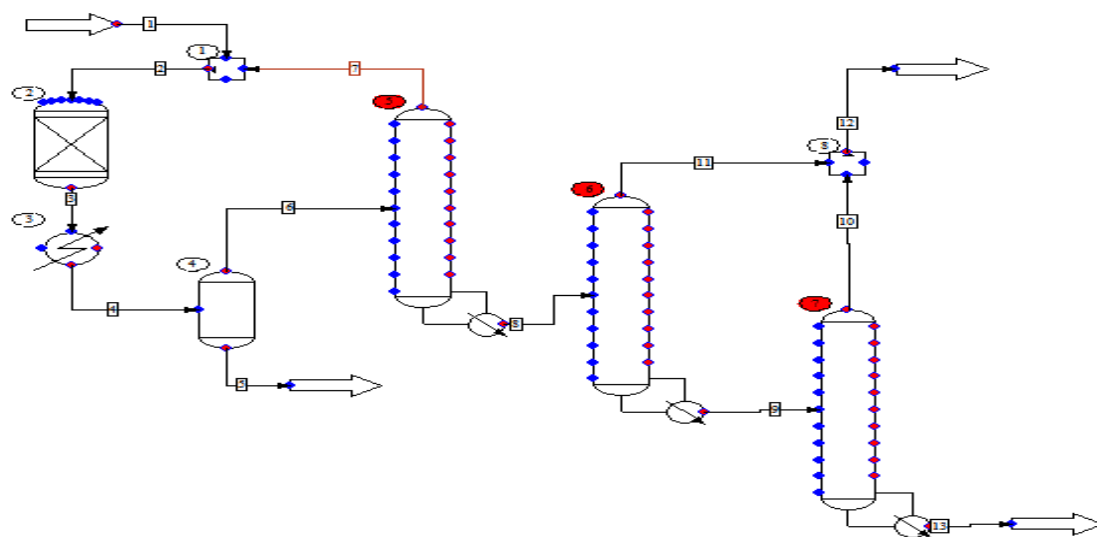


Рисунок 2.1 Схема синтезу етилбензену в ChemCad

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

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

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

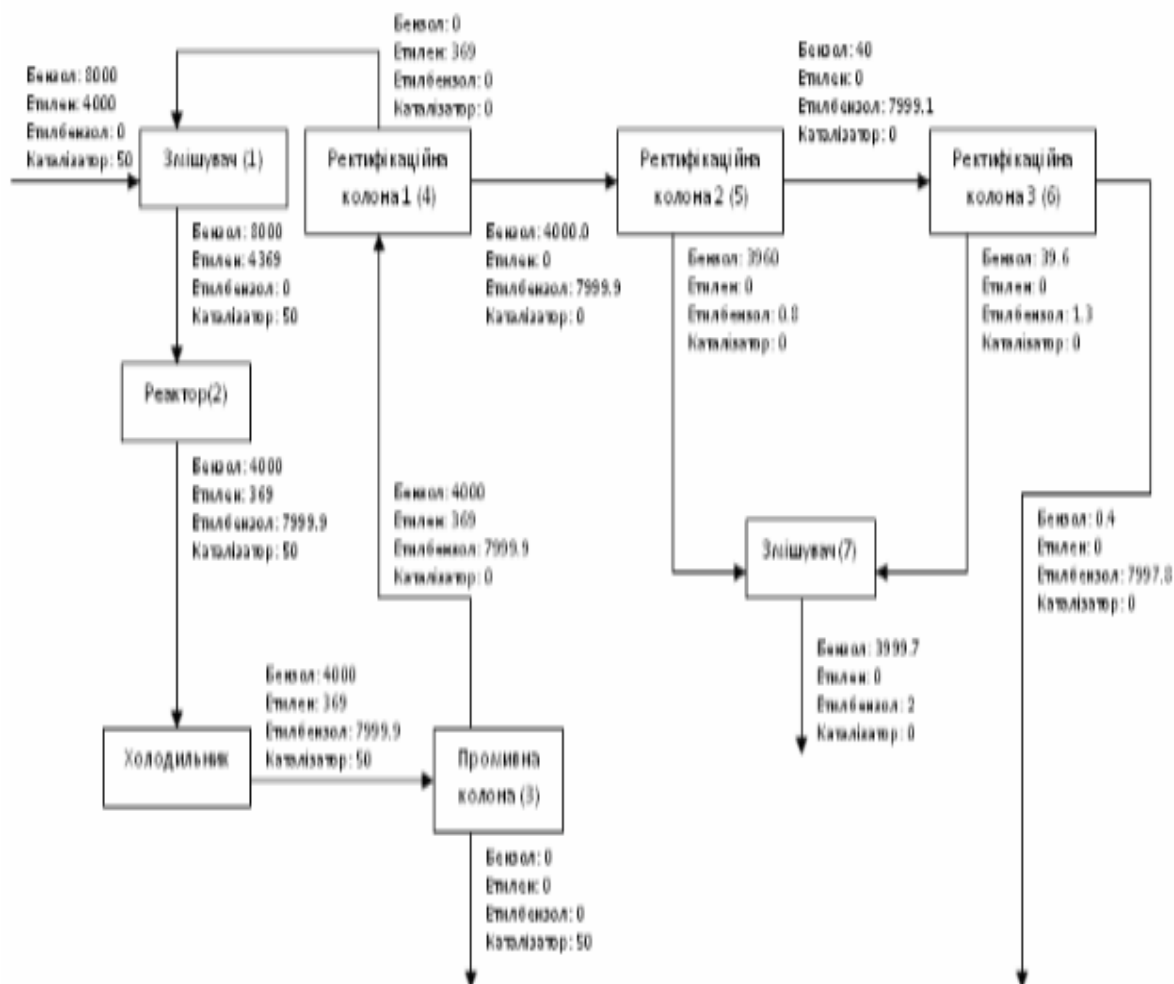


Рисунок 2.2 Схема отримання синтезу етилбензену у вигляді матеріального балансу

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

Таблиця 2.1 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків змішувача

Змішувач			
Параметри потоку	Вхідні потоки		Вихідні потоки
	1	2	13
Бензол, Кмоль/год	8000	0	8000
Етилен, Кмоль/год	4000	369	4369
Етилбензол, Кмоль/год	0	0	0
Алюміній хлорид, Кмоль/год	50	0	50
Сума	12419		12419

Як видно з таблиці 2.1, скільки на вході і стільки в нас і на виході отримали у змішувача. Звідси слідує, що матеріальний баланс змішувача вірний.

Таблиця 2.2 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків реактора

Реактор		
Параметри потоку	Вхідні потоки	Вихідні потоки
	13	3
Бензол, Кмоль/год	8000	4000
Етилен, Кмоль/год	4369	369,1
Етилбензол, Кмоль/год	0	7999,9
Алюміній хлорид, Кмоль/год	50	50
Сума	12419	12419

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	Вихідні потоки	
	3	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	Вихідні 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	9	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

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

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	
		10	11
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.

Таблиця 2.7 - Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків змішувача 2

Змішувач 2			
Параметри потоку	Вхідні потоки		Вихідні потоки
	10	8	12
Бензол, Кмоль/год	3960	39,6	3999,7
Етилен, Кмоль/год	0	0	2
Етилбензол, Кмоль/год	0,8	1,3	0
Алюміній хлорид, Кмоль/год	0	0	0
Сума	4001,7		4001,7

Загальний матеріальний баланс схеми вхідних і вихідних потоків ректифікаційної змішувача 2, як видно з таблиці 2.7, складений вірно.

Таким чином матеріальний баланс всіх вхідних і вихідних потоків складено вірно, про це свідчать результати які представлені в таблицях 2.1-2.7.

3 Автоматизований розрахунок ректифікаційної колони. Розробка обчислюваного модуля

Математичне моделювання (рос. моделирование математическое; англ. mathematical simulation, нім. mathematische Modellierung f) — метод дослідження процесів або явищ шляхом створення їхніх математичних моделей і дослідження цих моделей.

В основу методу покладено ідентичність форми рівнянь і однозначність співвідношень між змінними в рівняннях оригіналу і моделі, тобто, їхню аналогію. Математичні моделі досліджуються, як правило, із допомогою аналогових обчислювальних машин, цифрових обчислювальних машин, комп'ютерів.

На початку 60-их років було розроблено один із методів математичного моделювання — квазіаналогове моделювання. Цей метод полягає в дослідженні не досліджуваного явища, а явища або процесу іншої фізичної природи, яке описується співвідношеннями, еквівалентними відносно отримуваних результатів.

Математичне моделювання тією чи іншою мірою застосовують всі природничі і суспільні науки, що використовують математичний апарат для одержання спрощеного опису реальності за допомогою математичних понять.

Математичне моделювання дозволяє замінити реальний об'єкт його моделлю і потім вивчати останню. Як і у разі будь-якого моделювання, математична модель не описує явище абсолютно адекватно, що залишає актуальним питання про застосовність отриманих таким шляхом даних. Математичне моделювання широко застосовується у гірництві, геології, для вивчення і аналізу процесів переробки корисних копалин.

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

Оскільки багато об'єктів і процесів описуються досить складними математичними залежностями, то правильно говорити про комп'ютерне моделювання, основна мета якого – розробка програмного модуля та правильний розрахунок експерименту.

В комп'ютерному моделюванні можна виділити декілька послідовних етапів:

- постановка задачі;
- побудова математичної моделі;
- узагальнення та теоретичне дослідження поставленої задачі;
- створення програмного модуля;
- розрахунок експериментальних даних;
- утвердження результатів.

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Постановка задачі: моделювання процесу ректифікації у ректифікаційній колоні.

Для моделювання процесу ректифікації нам необхідно:

- таблиця розподілу низько киплячих компонентів у рідинній та паровій фазах на тарілках;
- розробка алгоритму розрахунку моделі у вигляді програмного модуля;
- Розрахунок діаметру і висоти колони.

3.2 Теоретичні основи процесу ректифікації

Ректифікація — розділення рідких сумішей, що містять два або кілька компонентів різної питомої ваги, багаторазовим випаровуванням суміші й конденсацією пари. Рушійна сила ректифікації — різниця між фактичними і

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

рівноважними концентраціями компонентів у паровій фазі, що відповідають складу рідкої фази.

Для ректифікації, як правило, використовують колонні апарати, що дозволяє реалізувати багаторазовий контакт між потоками рідкої і газоподібної фаз.

Суть ректифікації полягає у багатократному контактуванні нерівноважних парової і рідкої фаз, в результаті якого протікають процеси тепло- та масообміну і система досягає стану рівноваги. При цьому проходить вирівнювання температур і тисків у фазах та перерозподіл компонентів між ними.

Процес ректифікації проводиться в колонах, які представляють собою вертикальні циліндричні апарати всередині яких на різних висотах змонтовані пристрої (тарілки або насадки) для контакту парів з рідиною.

В залежності від кількості одержуваних продуктів колони є прості і складні. У простих колонах одержують один або два цільових продукти, а в складних – три і більше. В тарільчатих колонах контакт між парою і рідиною проходить при барботажі парів через шар рідини, яка знаходиться на контактному пристрої.

Процес ректифікації відбувається в установці ректифікації. Установка складається з: колони ректифікації, дефлегматор, холодильник-конденсатор, підігрівач для вхідної суміші, збірки дистиляту і кубового залишку.

Дефлегматор, холодильник-конденсатор і підігрівач є теплообмінниками.

Ректифікаційна колона є головним апаратом установки. В ректифікаційній колоні пари рідини, що перегоняються, йде знизу до верху, а на зустріч парам зверху стікає рідина, яка поступає у верхню частину апарату у вигляді флегми. Кінцевим продуктом буде дистилят і кубовий залишок.

Процес ректифікації може проходити при атмосферному тиску, вакууму, вище атмосферного тиску. Є різні види ректифікаційних колон, але при виборі правильного апарату потрібно дивитися на діаметр установки.

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

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

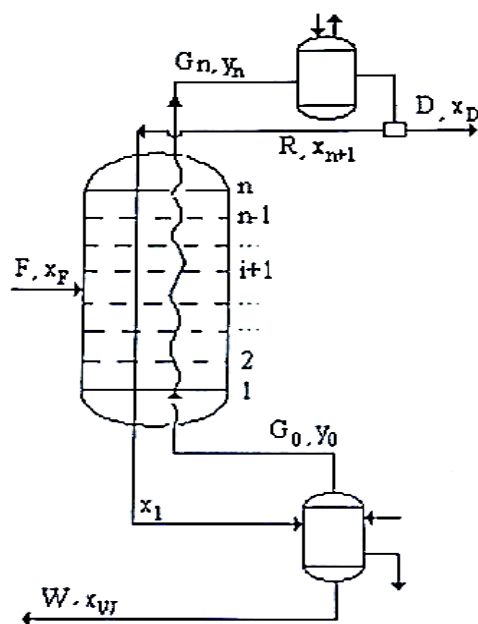


Рисунок 3.1 Схема тарілчастого ректифікаційного апарату

F – вихідна речовина; y_n – концентрація пари, що покидає колону; x_D – концентрація дистилату; D – дистилат; x_F – концентрація вихідної речовини 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
З	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:

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

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

$$2) \text{ покомпонентний матеріальний баланс: } Fx_F - Wx_W - Dx_D = 0 \quad (3.5)$$

- 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	A
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
З	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

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

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 нагріваючу 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.

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

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	$0,35 \pm 0,05 \text{ МПа}$	Контроль, регулювання
7	Вихід теплообмінника	Температура	$298 \pm 5 \text{ К}$	Контроль, регулювання
8	Ректифікаційна колона	Витрата	$933,35 \pm 23 \text{ кг/год}$	Контроль Регулювання
9	Ректифікаційна колона	Рівень	$1084 \pm 54 \text{ л}$	Контроль Регулювання

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 $0 - 900 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 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.

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

Регулювання тиску

Для регулюванню 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.

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

5 Економіко – технічні розрахунки

Метою даного розділу є розрахунок економіко – технічних показників, які показують доцільність створення в промисловості цеху для отримання сировини етилбензену в умовах ринкової економіки.

Виробничі процеси підприємства поділяються на основні, допоміжні, підсобні та бічні (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Класифікація виробничих процесів.

Основні виробничі процеси	Приготування каталітичного комплексу; процес алкілування; охолодження рідких продуктів після алкілятора; промивка вуглеводнів; виділення продукту ректифікацією; підготовка свіжого і нейтралізація відпрацьованого каталізатора; контроль готової продукції.
Допоміжні виробничі процеси	Очистка обладнання та трубопроводів, очистка хвостових газів.
Підсобні виробничі процеси	Підготовка алюміній хлориду
Бічні виробничі процеси	Прибирання цеху

Технологічна схема процесу має наступний вигляд:

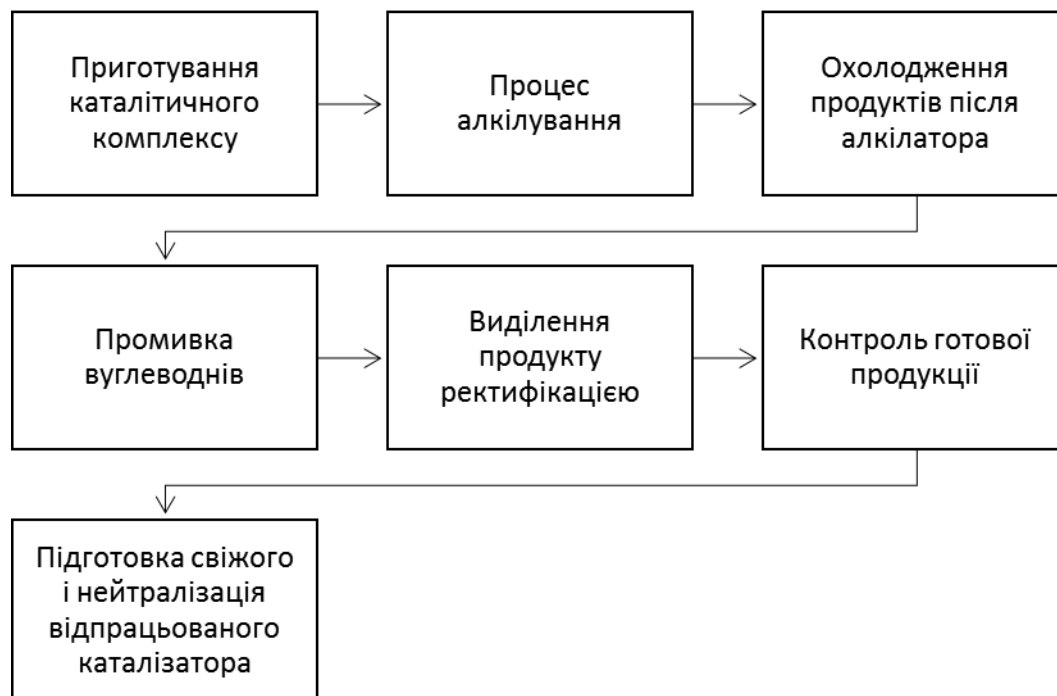


Рисунок 5.1 – Принципова технологічна схема процесу.

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 нейтралізація відпрацьованого каталізатора	35

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

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

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

Річний випуск продукції:

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

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.

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

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

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 н	П н	В т	С р	Ч т	П т	С б	С н	П н	В т
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	

- Сировина;
- Електроенергія;
- Заробітна плата.

Вартість сировини наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Вартість сировини

Сировина	Кількість, т/рік	Вартість, грн/т	Вартість за рік, грн
Бензол	1110	33000	36630000
Етил	555	800	444000
Алюміній хлорид	0,24	1800	432
Гідрохлорид	0,069	75000	5175

Щоб забезпечити неперервний процес отримання етилбензолу необхідно 37 079 607 грн/рік.

Вартість електроенергії розраховуємо за 2-зонним тарифом. 2-зонний тариф розподіляється таким чином: денний період (з 7 год. до 23 год.) – тарифний коефіцієнт складає 1, нічний період (з 23 год. до 7 год.) – 0,5. Загальна потужність становить 461 кВт/год.

Денний період: $461 \cdot 16 = 7376 \text{ кВт}$

За сезон: $7376 \cdot 120 = 885120 \text{ кВт}$

Ціна за сезон: $885120 \cdot 1 \cdot 2,5 = 2212800 \text{ грн/сезон}$

Нічний період: $461 \cdot 8 = 3688 \text{ кВт}$

За рік: $3688 \cdot 120 = 442560 \text{ кВт}$

Ціна за сезон: $442560 \cdot 0,5 \cdot 2,5 = 553200 \text{ грн/сезон}$

Загальна ціна електроенергії: $2212800 + 553200 = 2766000 \text{ грн/с}$

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

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

			тації (років)		
Міксер	1	35 000	5	7 000	20
Реактор алкілатор	1	200 000	5	40 000	20
Холодильни к	2	100 000	5	20 000	20
Сепаратор	2	50 000	5	10 000	20
Ректифікацій на колона	3	800 000	5	160 000	20
Промивна колона	1	30 000	5	6 000	20
Будівля	1	1 500 000	20	35 000	5

Сумарна вартість ОФ = 2 715 000 грн.

Амортизаційні відрахування А = 278 000 грн/рік.

Таблиця 5.9 – Калькуляція на вид продукції

№	Елемент	Ціна, грн./рік
1	Сировина	37 079 607
2	Амортизаційні відрахування	278 000
3	Електроенергія	2 766 000
4	Заробітна плата	3 402 552
5	Нарахування за ЗП	748 561,44
6	Інше(теплова енергія)	5 501 400
Всього		49 741 120,4

Розрахунок собівартості, прибутку та періоду повернення капіталовкладень,

Собівартість річного випуску:

$$C_c = A + O\phi_3 = 278\,000 + 49\,498\,120,4 = 49\,776\,120,4 \text{ грн}$$

Собівартість одного кілограма:

$$C_{од} = \frac{C_c}{B_c} = \frac{49\,776\,120,4}{1104400} = 45,07 \text{ грн}$$

Ринкова оптова ціна за 1104,4 грн/т

$$\Pi = 80\,621\,200 \text{ грн}$$

Прибуток:

$$\Pi = \Pi - C = 80\,621\,200 - 49\,776\,120,4 = 30\,845\,079,6 \text{ грн}$$

Рентабельність продукту:

$$P = \frac{\Pi}{C} = \frac{30\,845\,079,6}{49\,776\,120,4} = 0,62 \text{ або } 62\%$$

Капіталовкладення:

$$K = O\Phi + O\phi_3 = 2\,715\,000 + 49\,498\,120,4 = 52\,213\,120,4 \text{ грн}$$

Період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{K}{\Pi} = \frac{52\,213\,120,4}{30\,845\,079,6} = 1,69 \text{ років}$$

Ефективність підприємства:

$$E = \frac{\Pi}{K} = \frac{30\,845\,079,6}{52\,213\,120,4} = 0,6 \text{ грн/грн}$$

Фондовіддача:

$$\Phi B = \frac{\Pi}{O\Phi} = \frac{80\,621\,200}{1\,715\,000} = 47 \text{ грн/грн}$$

Фондоємність:

$$\Phi \epsilon = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{66,35} = 0,02 \text{ грн/грн}$$

У таблиці 5.10 наведені основні техніко – економічні показники

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

Таблиця 5.10 – Техніко – економічні показники

Показники ТЕО	Розрахункові дані	Розмірність
Випуск продукції	1104,4	т/рік
Чисельність персоналу	29	осіб
Собівартість	49 776 120,4	грн/рік
Ціна	80 621 200	грн/рік
Прибуток	30 845 079,6	грн/рік
Рентабельність	62	%
Капіталовкладення	52 213 120,4	грн
Період повернення капіталовкладень	1,69	років
Ефективність підприємства	0,6	грн/грн
Фондовіддача	47	грн/грн
Фондоємність	0,02	грн/грн

5.2 Перерахунок техніко – економічних показників з використанням автоматизації

Під час розробки дипломного проекту було спроектовано програмний модуль, метою якого є розрахунок та моделювання процесу синтезу етилбензену без втручання людини. Також проведена автоматизація виробництва. Отже, при застосуванні цих комплексів (автоматизації і програмного модуля), можна скоротити кількість персоналу у відділенні, а також потреба в сировині зменшиться на 1 %. Це можна пояснити тим, що:

- 1) з'являється можливість регулювання витрат вхідних речовин що дає змогу збільшити вихід етилбензуну, при менших затратах сировини.
- 2) контролювання тиску в ректифікаційній колоні дозволить зменшити вихід побічних речовин і тим самим покращить якість вихідної

речовини.

- 3) При установці різних датчиків, відпадає надібність у деяких робітників цеху, що призведе до зменшення втрат на заробітну плату.

Це все відобразиться на техніко-економічних показниках.

Розрахуємо техніко – економічні показники з використанням автоматизації та програмного модуля. Вартість сировини наведена у таблиці 5.6.

Таблиця 5.11 – Витрати сировини

Сировина	Кількість, т	Вартість, грн/т	Сума за рік, грн
Бензен	1100	33000	36 300 000
Етилен	550	800	440 000
Алюміній хлорид	0,21	1800	378
Гідрохлорид	0,069	75000	5,175

Щоб забезпечити потреби річного випуску продукції необхідно 2 36 740 383,2 грн/рік.

Кількість працівників, що працюватимуть на новому виробництві приведено в таблиці 5.12.

Таблиця 5.12 Кількість працівників

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

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

Чисельність персоналу за списком складе:

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

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:

ФОП = ЗП + Нарахування = 2 526 456 · 1,22 = 3 082 276 грн/рік.

Вартість оборотних засобів:

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

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

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

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
Всього:		48 570 939,2

1. Техніко – економічні показники

Собівартість сезонного випуску:

$$C_c = A + 063 = 480\,880 + 48\,090\,059,5 = 48\,570\,939,5 \text{ грн}$$

Собівартість одного кілограма:

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

Ринкова оптова ціна 1104,4 грн/т

~~Ц = 80 621 200 грн~~

Прибуток:

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

Рентабельність продукту:

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

Капіталовкладення:

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

Період повернення капіталовкладень:

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

Ефективність підприємства:

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

Фондовіддача:

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

Фондоємність:

$$\Phi \text{Є} = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{21,534} = 0,046 \text{ грн/грн}$$

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.

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

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 вентилязованого 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^{-1} включаючи роботу.

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, гази 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, редукційні, 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:

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

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

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

Назва виробничої лінії	Шкідливі речовини, що виділяються	Характеристика шкідливого впливу	ГГДК, м/мг	Клас небезпечності	Засоби індивідуального захисту	Засоби до лікарської 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	П

Продовження 6.2 - Санітарна характеристика

Трубопровід	Трубопровід	Трубопровід	Нарва виробничої лінії
Етилбензен	Етил	Бензен	Шкідливі речовини, що виділяються
Шкідливий, 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	Концентрапомір КВЧ-5М	Методи контролю вимірювання
2А	3А	2А	Клас виробництва
III			Санітарна група

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.

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

Розряд і підрозділ зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %	
	Штучне		Природне	Суміщене
	Комбіно ва не	Загаль не	Верхнє і бічне	Верхнє і бічне
IVв	400	200	4 і 1,5	2,4 і 0,9
VІІІа	-	200	3 і 1	1,8 і 0,6

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).

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

Для нормального функціонування цеху ще потрібно аварійне і евакуаційне освітлення. Для цього освітлення будемо використовувати лампи прямого типу “Альфа”.

Для виміру і контролю освітленості в приміщеннях використовують люксметри Ю–117 з періодичністю 1 раз/рік та після ремонту освітлювальних установок і заміни ламп.

При аварійному освітленні мінімальна освітленість складає 5% від нормованої, але не менше 2 лк. Для евакуації людей передбачено освітлення на підлозі основних проходів та на сходах не менше 0,5 лк, на відкритих майданчиках – не менше 0,2 лк.

Виробничий шум і вібрація

Більшість виробничих процесів в будівництві супроводжується дією на працюючих шуму, що виникає при роботі машин, енергетичних установок.

Шум - один з найбільш поширених несприятливих факторів виробничого середовища. Нормою виробничого шуму є 85дБ. Джерелами звуків і шумів є вібруючі тіла. Основні виробничі процеси, що супроводжуються шумом – це алкiлатор та холодильник.

Говорячи про дію шуму на організм, слід мати на увазі, що він чинить як місцевий, так і загальний вплив. У виробничих умовах на перший план виступає дія шуму на органи слуху.

Для зниження рівня шуму на робочому місці оператора, проектом прийнято закрити ці механізми кожухами із звуконепроникного матеріалу.

За ДСН 3.3.6.0.37-99 – рівень звуку не повинен перевищувати 50 дБА. В проектуваному виробництві як обладнання використовуються: змішувачі, алкiлатори, сепаратори, конденсатори, холодильники, трубопроводи. Найбільш шумне місце – це холодильник, рівень звуку досягає 45 дБА, що відповідає нормі).

В цеху, що проектується передбачено вимірювання рівня шуму і контролю рівня вібрації за допомогою приладу ИШВ-003.

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

Вібрація з фізичної точки зору, вібрація являє собою сукупність коливальних рухів, що повторюються через певні проміжки часу і характеризуються певною частотою коливань, амплітудою та прискоренням.

Місцева дія вібрації відзначається головним чином при роботі з різними видами ручних машин обертального та ударної дії - відбійними молотками, пневматичними зубилами і ін. Вібрацію можна виміряти універсальним віброакустичним комплектом фірм RFT (ГДР) і “Бюль і Кеер”.

Рівень загальної технологічної вібрації згідно ДСН 3.3.6.039-99 для таких октавних смуг 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63 Гц не повинен перевищувати 109, 107, 98, 93, 91, 91, 91 дБ відповідно.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві встановлюють звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, розміщених над апаратами, які спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин.

Для захисту персоналу від шуму є м'які протишумові вкладки, а руки захищають рукавицями з спеціальними віброзахисними вставками.

Електробезпека

Виробниче приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відноситься до особливо небезпечних приміщень, оскільки характеризується наявністю металевою та бетонною підлогою. Можливість одночасного дотику людини до неструмопровідних частин електроустановки і металоконструкцій, що мають контакт із землею.

Ураження людей електричним струмом може виникнути в результаті дотику до струмоведучих елементів устаткування, які опинилися під напругою

в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою і через електродугу. Електричне устаткування цеху живиться від трифазної

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

чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частини напруги 380/220В із глухозаземленою нейтраллю.

Згідно ГОСТ 12.1.038–92 допустимі рівні напруг дотику (U_d) і струму, що проходить через тіло людини (I_L) рівні: при нормальному режимі роботи електричного встаткування $U_d = 2$ В, а $I_L = 0,3$ мА; при аварійному $U_d = 36$ В, а $I_L = 6$ мА.

Найчастіше відбувається однофазний дотик людини до мережі змінного струму. Сила струму, що проходить через людину, розраховується як:

$$I_L = U_\phi 10^3 / (R_L + R_o), \text{ мА}$$

де U_ϕ – 220 В – фазна напруга, $R_L = 3000$ – загальний опір тіла людини, Ом; $R_o = 4$ – опір робочого заземлення нейтралі, Ом.

$$I_L = 73 \text{ мА}$$

$$U_L = I_L \cdot R_L$$

$$U_L = 219 \text{ В}$$

Порівнявши розрахункові значення з нормативними, можна зробити висновок, що при порушенні вимог ПБЕ в цеху можуть бути електричні травми з важкими наслідками.

Для забезпечення електробезпеки можна заземлити електрообладнання, відключення апаратів, вирівняти потенціали, електричний поділ мереж, огорожувальні пристрої, блокування, сигналізація, знаки безпеки, попереджувальні плакати.

Безпека експлуатації при нормальному режимі електроустановок включає в себе наступні етапи:

- ізоляцією струмопровідних частин (опір ізоляції не менше 0,5 МОм);
- добре схованою струмопровідною частиною;
- малими напругами.

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

Рекомендуються такі захисні засоби: діелектричні гумові рукавички, інструмент з ізолюючими рукоятками і струмошукачі, гумові ізолюючі підставки. Обов'язкове регулярне проведення інструктажу з правил техніки безпеки зі струмом. Також оголені дроти, апарати, що мають неізольовані струмопровідні частини, необхідно розміщувати в спеціальних ящиках.

Безпека технологічних процесів і обслуговування устаткування

Методи забезпечення безпеки обладнання поділяються на:

- загальні;
- часткові.

До загальних належить механізація і автоматизація технологічних процесів, дистанційне управління і спостереження, блокування і сигналізація, надійність і міцність конструктивного виконання. До часткових методів належать захист обладнання від певної безпеки. Це може бути герметизація, екранування, теплоізоляція, звукоізоляція, амортизація, огороження, заземлення і т. ін.

Безпека технологічного обладнання забезпечується правильним вибором методів захисту. Крім цього безпека праці забезпечується:

- використанням у конструкціях спеціальних захисних засобів;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки у технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту і ін.

Конструктивні елементи технологічного обладнання не повинні мати гострих країв, кутів, нерівних, гарячих чи переохолоджених поверхонь. Рухомі частини технологічного обладнання, а також пасові та ланцюгові передачі мають бути огорожені або захищені іншим шляхом якщо огороження не допускається.

На виробництві зазвичай все обладнання роблять безпечним і автоматизованим. Але інколи персонал отримує виробничу травму.

Причинами виробничих травм можуть бути:

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

- падіння важких частин обладнання;
- протікання небезпечних речовин у трубопроводах (етил, бензен, етилбензен), пари яких можуть призвести людину до летальних наслідків. Тому ці трубопроводи регулярно перевіряють на герметичність та зношування.

Пожежна безпека

На виробництві можливе виникнення пожежі. На даному виробництві само загорання можливе, якщо не дотримуватися правил безпеки, правил роботи з апаратами та реагентами.

При неправильному зберіганні та перевезенні хлорид алюмінію і не дотримуванні температури і вологості на робочій ділянці, це все призведе до само загорання.

Пожежа може виникнути внаслідок короткого замикання між устаткуванням. Не справності, перевантаження обладнання, а також попадання блискавки в технічні об'єкти які з'єднанні з підземними і наземними металічними комунікаціями, тому будівля оснащена громовідводами, а трубопроводи заземляємо перед входом до будівлі.

Для того щоб знизити ризики пожежної небезпеки необхідно:

- використовувати гофрований металевий кожух із нержавіючої сталі, для ізоляції струмовідводу;
- збільшити площу опору контактів, для мінімального перегріву проводів;
- використовувати запобіжники для уникнення перенавантажень.

По ступеню вогнестійкості виробнича будівля відносяться до 1 групи. У виробничому корпусі і на території проектного заводу передбачаються наступні протипожежні заходи:

1. будівля має 7 евакуаційних виходів;
2. кожні 8 м встановлені гідранти по ланцюгу зовнішнього водопроводу;

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

3. улаштування протипожежних перепон у будівлях, системах вентиляції, опалювальних та кабельних комунікаціях;
4. воду отримуємо з водопровідної мережі даного підприємства;
5. із зовнішньої сторони будівлі встановлено дві пожежні сходи.

На проектуваному підприємстві передбачається пожежна сигналізація і зв'язок. Протипожежні розриви між будівлями складають 10 м.

Для уникнення іскор удару чи тертя рухомі частини обладнання своєчасно змащуються. Для гасіння пожежі передбачений внутрішній протипожежний водопровід, в приміщенні знаходяться ємності з піском і пожежні щити.

В даному розділі було розглянуто основні параметри виробничого середовища, що можуть призвести до виникнення аварійних або небезпечних ситуацій на підприємстві з виробництва етилбензолу.

Згідно з нормативною документацією було визначено ступінь важкості робіт, що виконуються на цьому підприємстві, визначено санітарні норми параметрів мікроклімату та передбачені заходи для їх нормалізації.

Було визначено, які засоби індивідуального захисту повинні використовувати працівники підприємства від негативного впливу хімічних речовин, що можуть бути присутніми в цеху (бензол, етилен), а саме протигази, захисні костюми, респіраторні маски.

В даному розділі наведено основні правила техніки безпеки на виробництві, показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин та матеріалів та заходи для запобігання виникненню пожеж або вибухів у цеху.

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

Висновки

Метою даної роботи було розроблено технологічний проект процес отримання етилбензену.

Для чого було використано такі основні задачі:

- Розраховано матеріальний баланс, результатом якого є зведена таблиця складу компонентів у вихідній суміші по потокам даної технологічної схеми.
- Підібрана математична модель для розрахунку ректифікаційної колони.
- Розроблена функціональна схема автоматизації отримання етилбензена.
- Проведені економічні розрахунки, що підтверджують доцільність виробництво етилбензену.
- Проведений аналіз охорони праці.

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

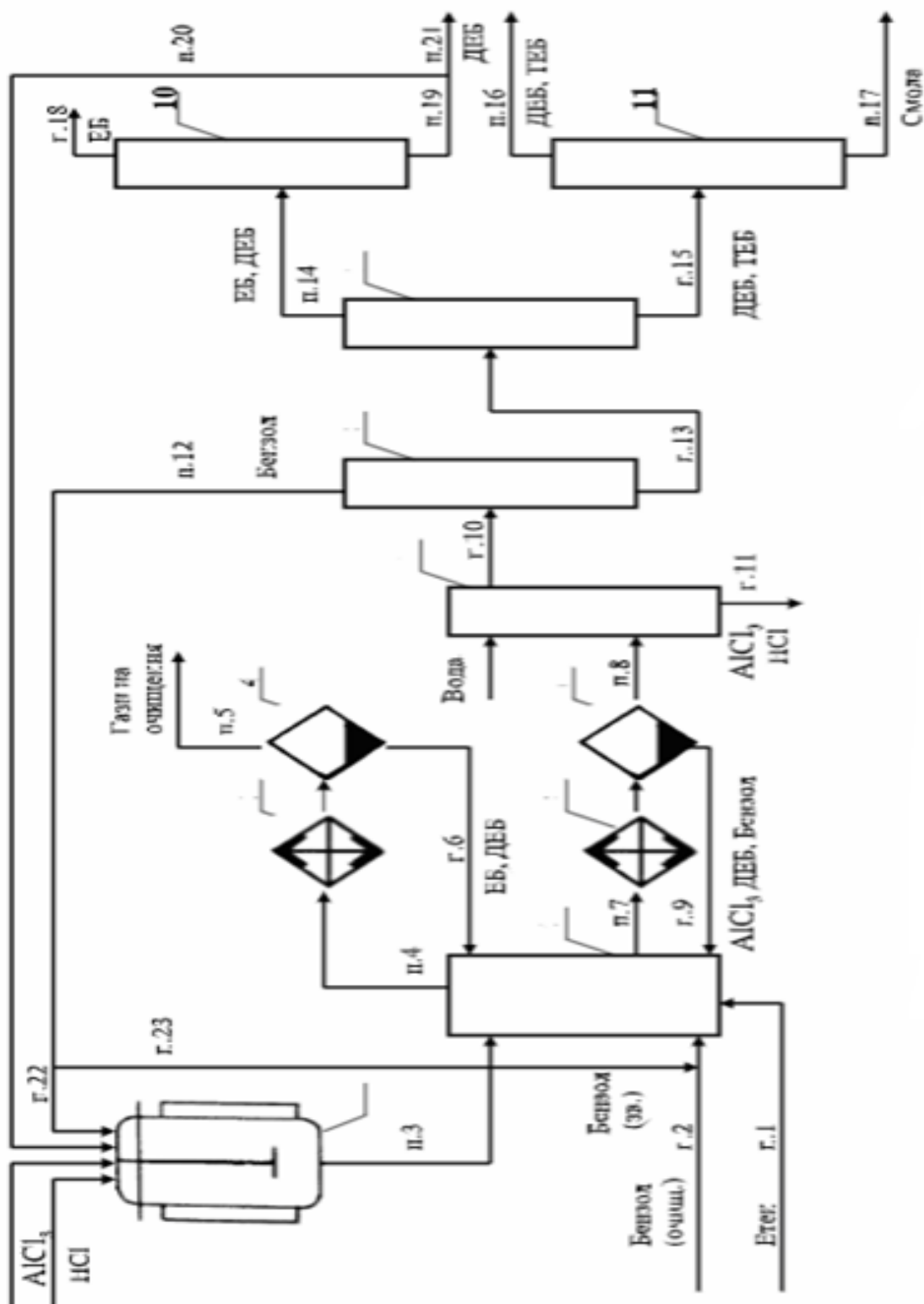
Список посилань

1. В.С.Бесков, В.С.Сафронов. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. Ученик для вузов. – М.: Химия, 1999. - 472с.
2. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. – М.: Химия, 1968. – 656с.
3. Гольдштейн Р. Химическая переработка нефти. – М.: Издательство, 1952.
4. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1985.-608с.
5. Черний И.Р. Производство сырья для нефтехимических синтезов М.: Химия, 1983. – 336.
6. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. В 2-х ч. М.: Химия, 1980. Ч. 2 – 328с.
7. И.Н.Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза.М.: Химия, 1981.-605с.
8. Статюха, Г.А. Автоматизированное проектирование Химико – Технологических систем. [Текст] / Г.А. Статюха – Киев: Высшая школа., 1989-400с.
9. Савицький В. К., Федоришин Р. М. Технічні засоби автоматизації. [Текст] /В.К. Савицький, Р.М. Федоришин – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 292 с.

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

ДОДАТКИ

Додаток А





$$\underline{F} := 80.4$$

$$x_F := 0.375$$

$$\underline{R} := 30$$

$$x_D := 0.941$$

$$D := 3.8$$

$$P := 0.07$$

$$X := \begin{pmatrix} 0.823 \\ 0.659 \\ 0.508 \\ 0.376 \\ 0.256 \\ 0.155 \\ 0.058 \end{pmatrix}$$

$$\underline{W} := F - D$$

$$\underline{G} := R + D$$

$$W = 76.6$$

$$G = 33.8$$

$$x_W := \frac{F \cdot x_F - D \cdot x_D}{W} \quad x_W = 0.347$$

$$yp(x) := -0.93 \cdot x^2 + 1.8346 \cdot x + 0.0348$$

$$\text{Rez_vych} := \left| \begin{array}{l} i \leftarrow 1 \\ x_0 \leftarrow x_W \\ y_0 \leftarrow x_W \\ \text{while } x_{i-1} < x_F \\ \quad \left| \begin{array}{l} y_{p_i} \leftarrow yp(x_{i-1}) \\ y_i \leftarrow y_{i-1} \cdot e^{-P} - y_{p_i} \cdot (e^{-P} - 1) \\ x_i \leftarrow \frac{(R + F) \cdot x_{i-1} - G \cdot (y_{i-1} - y_i)}{R + F} \\ i \leftarrow i + 1 \end{array} \right. \\ \quad \left(\begin{array}{c} x \\ y \\ y_p \end{array} \right) \end{array} \right.$$

$x := \text{Rez_vych}_0 \quad y := \text{Rez_vych}_1 \quad y_p := \text{Rez_vych}_2 \quad n := \text{last}(y)$
 $n = 8$

$$x_n := \frac{R \cdot x_{n-1} + F \cdot x_F - G \cdot (y_{n-1} - y_n)}{R}$$

$$x_n = 1.391$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{pmatrix} 0.347 \\ 0.351 \\ 0.356 \\ 0.36 \\ 0.363 \\ 0.367 \\ 0.371 \\ 0.374 \\ 1.391 \end{pmatrix} \\
 x =
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \begin{pmatrix} 0.347 \\ 0.361 \\ 0.375 \\ 0.388 \\ 0.401 \\ 0.413 \\ 0.424 \\ 0.435 \\ 0.446 \end{pmatrix} \\
 y =
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \begin{pmatrix} 0 \\ 0.559 \\ 0.565 \\ 0.569 \\ 0.574 \\ 0.579 \\ 0.583 \\ 0.587 \\ 0.591 \end{pmatrix} \\
 y_p =
 \end{array}$$

$\text{Rez_zmic} :=$

```

i ← 1
x1 ← xn
y0 ← yn
z ← x1
while z < xD
    ypi ← yp(xi)
    yi ← yi-1 · e-P - ypi · (e-P - 1)
    z ←  $\frac{R \cdot x_i - G \cdot (y_{i-1} - y_i)}{R}$ 
    i ← i + 1
     $\begin{pmatrix} x \\ y \\ y_p \end{pmatrix}$ 

```

```

x := Rez_zmic0    y := Rez_zmic1    yp := Rez_zmic2
n := last(y)    n = 8
xn+1 := xD    yn := xD
i := 1..n + 1

```

$x_1 =$
 $y_p = 0$

1.391
0.356
0.36
0.363
0.367
0.371
0.374
1.391
0.941

$y =$

0.446
0.361
0.375
0.388
0.401
0.413
0.424
0.435
0.941

Додаток Г

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

