

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень та скорочень 13

ВСТУП 15

1	Технологічна схема отримання ізопропілбензену	16
1.1.	Підготовка сировини	16
1.2.	Алкілування у реакторі	17
1.3.	Виділення домішок з ізопропілбензену	17
2	Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва ізопропілбензену	20
2.1.	Виконання структурного аналізу ХТС	20
2.2.	Розрахунок матеріального балансу в середовищі ChemCAD	25
3	Комп'ютерний розрахунок трубчатого реактора	30
3.1.	Технічне завдання на розробку обчислювального модуля	30
3.2.	Математична модель синтезу ізопропілбензену	31
3.3	Технічне завдання на програмний модуль	35
3.4	Програмний модуль для моделювання процесу абсорбції	36
3.5	Інструкція користувачу програмного продукту	39
4	Автоматизація технологічної схеми процесу виробництва ізопропілбензену	46
4.1	Аналіз параметрів технологічної схеми	46
4.2	Визначення параметрів автоматизації	47
4.3	Опис схеми автоматизації	51
5	Економіко-технічні розрахунки	54
5.1	Схема організації цеху виробництва ізопропілбензену	54
5.2	Технологічна підготовка підприємства	55
5.3	Чисельність персоналу	57
5.4	Контроль виробництва	60
5.5	Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка підприємства	60
5.6	Розрахунок основних техніко-економічних показників	64
6	Охорона праці	65
6.1.1.	Повітря робочої зони	65
6.1.2.	Виробниче освітлення	66
6.1.3.	Захист від виробничого шуму й вібрацій	70
6.1.4.	Електробезпека	70
6.1.5.	Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання	72
6.2	Пожежна безпека	73

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

Перелік умовних позначень та скорочень

ІПБ – ізопропілбензен;

ДІПБ – діізопропілбензен;

ХТС – хіміко-технологічна система;

T – температура, оК;

C_i – концентрація, Кмоль/м³;

F – витрата, м³/с;

D – діаметр, м;

L – довжина, м;

V – об'єм, м³;

– швидкість протікання реакції по i-му компоненту;

, c – час;

u – середня лінійна швидкість потоку в реакторі ідеального витіснення, м/с;

l – координата довжини реактора, м;

– час перебування в реакторі, c;

– константи швидкості хімічної реакції;

– радіус реактора, м;

ГДК – гранично допустима концентрація;

C – собівартість;

ОФ – основні фонди;

A – амортизація основних фондів;

– норма амортизації;

Ц – ціна на продукцію (послугу чи роботу);

П – прибуток;

P – рентабельність;

T_п – термін повернення капіталовкладень;

E – коефіцієнт економічної ефективності;

ФВ – фондівіддача виробничих фондів;

ФЄ – фондоємність;

ВСТУП

На сьогоднішній день синтез органічних та нафтохімічних продуктів є однією з найбільш важливих та розвинених областей хімічної технології. Це пов'язано через цінні хімічні та фізико-хімічні властивості синтезованих речовин. Багато з них є напівпродуктами, які необхідні для синтезу інших речовин, інші ж вже є цільовими продуктами.

Етилбензен та ізопропілбензен широко використовуються в хімічній технології для отримання високооктанових добавок до палива, полімерних матеріалів та поверхнево-активних речовин.

В останні роки особливо актуальним є розвиток виробництва ізопропілбензену через його властивості збільшення октанового числа горючих сумішей, що використовуються двигунами з високим ступенем надуву, наприклад, авіадвигунами. Проте синтез ізопропілбензену є досить енергозатратним процесом, що залишає відкриті питання щодо поліпшення якості виробництва цього продукту.

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

Ізопропілбензен С₆H₅-С₃H₇– ароматична органічна сполука, безбарвна горюча рідина з запахом бензину, що отримується алкілуванням бензену пропіленом присутності рідкого каталізатора хлориду алюмінію.

На виробництво ізопропілбензену щорічно відходить 7-8% синтезу промислового пропілену.

Також в процесі алкілування бензену пропіленом утворюється побічний продукт диізопропілбензен, проте, за допомогою процесу трансалкілування, з нього також можна отримати ізопропілбензен.

В Україні, на сьогоднішній день, ізопропілбензен не виробляють, так як для його виробництва необхідні великі енергетичні затрати [1].

Метою даного проекту є комп'ютерний розрахунок схеми виробництва ізопропілбензену, алкілуванням бензену пропіленом.

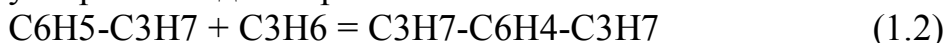
1 Технологічна схема отримання ізопропілбензену

Промисловий процес алкілування бензену пропіленом відбувається в реакторі алкілування за наявності рідкого каталізатору AlCl₃ та надлишку бензену. В наслідок реакції утворюється ізопропілбензен з домішками які потребують відділення.

Реакція утворення ізопропілбензену:



В реакторі алкілування також протікає побічна реакція, в результаті якої утворюється диізопропілбензен:



Реакція 1.2 є малоймовірною, проте, в залежності від умов, на виході з реактору присутня значна кількість диізопропілбензену [2].

Основними стадіями процесу алкілування є:

- 1) підготовка сировини (нагрів бензену та осушення бензену з рециклу);
- 2) безпосередньо алкілування у реакторі;
- 3) відділення домішок та охолодження ізопропілбензену.

1.1. Підготовка сировини

Свіжий бензен, разом з бенzenом, що повертається зі стадії розділення (стадія розділення на схемі не вказана), надходить у колону 3, призначену для осушки бензену азеотропною ректифікацією. В схемі, пропілен, з домішками пропану до 10%, змішують з бенzenом. Низькокипляча азеотропна суміш бензену з водою конденсується в конденсаторі 4 і розділяється в сепараторі 5 на два шари. Воду з розчиненим у ній бенzenом відводять (її можна використовувати для промивання реакційної маси), а бензений шар стікає на верхню тарілку колони 3 для зрошення. Осушений бензен з куба колони 3 у теплообміннику 2 підігріває бензен, що йде на осушку, і попадає в збірник 8, звідки насосом безупинно накачується в алкілатор 9. Температура суміші перед входом в алкілатор становить 100 °С.

Каталітичний комплекс готують в апараті 6 з мішалкою і сорочкою для обігріву парою. У нього завантажують поліалкілбензени (ПАБ) або суміш бензену та поліалкілбензену (приблизно у співвідношенні 1:1) і хлорид

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

алюмінію (1 моль на 2,5–3,0 моль ароматичних вуглеводнів), після чого при нагріванні та перемішуванні подають хлорпохідне. Приготований комплекс періодично вводять в алкілатор.

1.2. Алкілування у реакторі

Реакція проводиться у безперервно діючій колоні-алкілаторі 9 з гарячим сепаратором 12 для відокремлювання каталітичного комплексу і зворотним конденсатором 10 для повернення випаруваного бензену і відводу тепла. Олефін надходить у низ колони, попередньо проходячи витратомір. Бензен з ємності 8 надходить у низ алкілатора, як і конденсат з конденсатора 10. На виході з колони ми отримуємо суміш речовин, які потребують розділення для отримання цільового продукту. Непрореагований бензен та поліалкілбензени, які ми отримуємо на стадіях розділення повертаються назад в алкілатор 9 на рецикл.

1.3. Виділення домішок з ізопропілбензену

Відділення домішок від ізопропілбензену здійснюється за допомогою промивних колон, в кожній з яких ми відділяємо домішки в залежності від їх фізичних властивостей, а саме взаємодію з речовиною якою промивають. Так як в алкілаторі 9 реакція проходить за температури близької до температури кипіння бензену, у верхній частині алкілатора утворюються гази з вмістом бензену, поліалкілбензену та каталітичного комплексу. Ці пари направляються в конденсатор 10 для відокремлення бензену від каталітичного комплексу. З нього зібраний бензен подається на рецикл, а остача послідовно промивається в 2-ох промивних колонах. Гази промиваються спочатку поліалкілбензенами в колоні 13 для відокремлення залишків бензену, а потім, в колоні 14 водою для відділення соляної кислоти від залишків газу. Отриманий газ є горючим і може використовуватись далі як топковий газ. Отриманий бензен з колони 13 відправляється на рецикл в алкілатор 9. Вуглеводневий шар, що відбирається після сепаратора 12, складається з бензену, моно- і поліалкілбензенів. У ньому присутні у невеликій кількості також інші гомологи бензену, що утворились за рахунок домішок олефінів у вихідній фракції або шляхом часткової деструкції алкільної групи під дією $AlCl_3$.

При синтезі етил- та ізопропілбензенів реакційна маса містить 45–55 % бензену, 35–40 % моноалкілбензену, 8–12 % диалкілбензену і до 3 % більш високоалкільованих сполук, побічних продуктів і смол. Вся ця суміш проходить водний холодильник 15 і додатково відстоюється в холодному сепараторі 16, звідки каталітичний комплекс періодично повертають в алкілатор. Алкілат після цього скеровують на очищення від розчиненого хлориду водню і хлориду алюмінію. Із цією метою суміш промивають у системі протитокових колон 17 і 18 спочатку водою, а потім NaOH. Нейтралізована суміш вуглеводнів (алкілат) надходить на ректифікацію.

Продукти реакції розділяють у кількох безперервно діючих ректифікаційних колонах (на схемі не зображено). У першій відганяють бензен і воду, що

										Арк.
										14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

C =

```
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Для виділення наявних комплексів необхідно створити матрицю D:
>> D=C&C'
D =

```
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

З результатів можна зробити висновок, що в схемі буде 1 комплекс:
K1=(1, 2, 3, 4, 5, 7 8 9)
Далі може бути сформована попередня послідовність розрахунку з комплексів: ППРС = [K, 6, 10, 11]

Для побудови прадерева комплексу складемо таблицю суміжності:
Таблиця 2.2 Таблиця суміжності для K

Будуємо прадерево комплексу:

Рисунок 2.2 - Прадерево комплексу

З прадерева виділяємо 4 контури з рециклом:

2 – 3 – 4 – 2

2 – 3 – 4 – 5 – 2

2 – 7 – 2
1 – 2 – 7 – 8 – 9 – 1

Таблиця 2.3 Матриця контурів К

Максимальні степені входження дуг $f = 2$ при однаковій параметричності. Це означає, що контури не мають спільних дуг і будь-яка дуга може бути розірваною. Тому для розриву було обрано контури 2-3 та 2-7. Отримана ОМРД = $\{(2,3),(2,7)\}$

Рисунок 2.2 - Структурна схема процесу з розірваними зв'язками

Розірвавши обрані дуги, отримаємо послідовність розрахунку схеми:
ОПРС = (7, 8, 9, 3, 4, 5, 1, 2, 6, 10, 11)

2.2. Розрахунок матеріального балансу в середовищі ChemCad

У даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання ізопропілбензену, визначення загальних та покомпонентних витрат, складів потоків.

Для комп'ютерного розрахунку матеріальних балансів використовувалось спеціалізоване середовище ChemCad 6.3.1. Розроблена схема наведена на рисунку 2.4. При складанні матеріального балансу використовувались лише ті апарати, що впливають на матеріальний баланс. Результати розрахунку матеріального балансу схеми наведено в таблицях 2.5 – 2.13.

Рисунок 2.4 - Схема отримання ізопропілбензену в ChemCad 6.3.1

Під час розробки схеми було обрано відповідні апарати, які найбільш точно відображають властивості реальних апаратів.

Список використаних блоків та пов'язаних матеріальних потоків наведені в таблиці 2.4.

Опис блоків бібліотеки моделей:

Simple heat exchanger – теплообмінний апарат. Використовується для теплообмінних процесів.

Mixer – змішувач, змішує декілька потоків між собою. На виході маємо результуючий потік.

Component separator - сепаратор. Використовується для розділення потоків.

Kinetic Reactor – кінетичний реактор. Реактор для моделювання складних послідовних реакцій.

					ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс по вхідним потокам (кг/год)
 Таблиця 2.6 – Загальний матеріальний баланс по вихідним потокам (кг/год)
 Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс змішувача (кг/год)
 Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс алклатора (кг/год)
- Таблиця 2.9 – Матеріальний баланс сепаратора 5 (кг/год)
 Таблиця 2.10 – Матеріальний баланс сепаратора 7 (кг/год)

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу синтезу ізопропілбензену в спеціалізованому середовищі ChemCad 6.3.1 розрахований вірно. Результати розрахунків приведені у додатку А.

3 Комп'ютерний розрахунок трубчатого реактора

3.1. Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розрахунковий модуль призначений для комп'ютерного моделювання процесу синтезу ізопропілбензену в трубчатому реакторі.

Вихідними даними для розрахунку є:

- Початкова концентрація бензену (кмоль/м³).
- Початкова концентрація пропілену (кмоль/м³);
- Константа швидкості реакції (м³/[кмоль*с]);
- Максимальний час проведення реакції (с);
- Об'ємний видаток суміші (м³/год.);
- Діаметр апарату (м);
- Крок інтегрування (м);

Вимоги до програмного модулю:

- Наявність більше однієї форми для зручного представлення результатів;
- Наявність полів для вводу даних користувачем;
- Наявність довідки;
- Програмний модуль повинен виводити отримані розрахунки на форму;
- Можливість формування та збереження звіту за бажанням користувача;
- Передбачити блокування кнопок, що не можуть виконати розрахунки без введення необхідних даних;
- Наявність меню та панелі інструментів для зручнішої роботи в програмі.

					ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

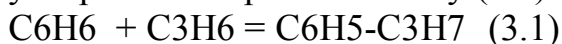
Середовище для реалізації розрахункового модуля MS Visual Studio 2017.

3.2. Математична модель синтезу ізопропілбензену

Алкілування – хімічна реакція, внаслідок якої до органічного ядра приєднується алкіл (метил, етил, бутил пропіл та ін.). Реакцію алкілування бензолу пропіленом проводять при температурі 100 °С.

Цей процес здійснюється в реакторах різних конструкцій. В більшості випадків реакцію алкілування проводять в трубчастих реакторах. Такі реактори мають просту конструкцію, що робить їх дешевими у виготовленні [3].

Реакція відбувається у трубчастому реакторі, в якому проходить процес утворення ізопропілбензену (3.1):



Процес синтезу є автотермічним, тобто характеризується значним виділення енергії, проте за рахунок випаровування високолетючих речовин (бензен, пропілен) відбувається охолодження речовин в реакторі. Як наслідок можна вважати що процес протікає за сталої температури 100 °С. Вважаючи температуру сталою, можна зробити припущення що реактор працює в ізотермічному режимі [1].

Математичне моделювання трубчастого реактора отримання ізопропілбензену проводиться з урахуванням наступних допущень:

- гідродинамічний режим в апараті – ідеальне витіснення;
- реакційна маса рухається уздовж осі потоку, з витісненням наступних шарів;
- реакція відбувається на стаціонарному шарі каталізатора;
- реактор працює в ізотермічному режимі.

Процес синтезу ізопропілбензену протікає в присутності рідкого каталізатора $AlCl_3$ при температурі 373 К та атмосферному тиску [6]. Рівняння кінетики процесу має наступний вигляд (3.2) [3]:

(3.2)

Початкові умови на вході до реактора при $t = 0$:

$$\{C_{A0}=8 @ C_{B0}=3.5 @ C_{D0}=0\}$$

де t – час проведення реакції, с; C_{A0} , C_{B0} , C_{D0} – початкові концентрації компонентів на вході в реактор, л/(моль*с).

Константа швидкості реакції визначається за формулою (3.3) [3]:

$$k_1 = 6510 \cdot e^{((-52564)/(R \cdot T))} \quad (3.3)$$

де $E = -52564$, це значення розраховане з урахуванням впливу каталізатора.

Розв'язком даної системи диференціальних рівнянь є розраховане значення концентрацій компонентів в залежності від часу перебування в реакторі. Відповідно до технології синтезу бензен має бути в надлишку, тому час перебування в реакторі визначається часом повного використання пропілену $C_B \rightarrow 0$ (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Графік зміни концентрації за часом проведення реакцій

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При початкових умовах:

$$\{C_{A0}=8@C_{B0}=3.5@C_{D0}=0\}$$

де C_{A0} , C_{B0} , C_{D0} – початкові концентрації компонентів на вході в реактор, л/(моль*с).

Розв'язком математичної моделі трубчатого реактора ідеального витіснення буде визначення концентрацій компонентів по довжині реактора (рис. 3.2).

Рисунок 3.2 – Графік зміни концентрації за часом проведення реакцій

Розрахунки проводилося в програмі MathCad, і наведені в додатку А.

Відповідно до завдання був розроблений програмний модуль на мові програмування C++ в середовищі MS Visual Studio 2017, який обраховує конструкційні параметри трубчатого реактора за математичною моделлю вказаною вище.

3.3 Технічне завдання на програмний модуль

Розрахунковий модуль призначений для комп'ютерного моделювання процесу синтезу ізопропилбензену в трубчатому реакторі.

Вихідними даними для розрахунку є:

Початкова концентрація бензену (кмоль/м³).

Початкова концентрація пропілену (кмоль/м³);

Константа швидкості реакції (м³/[кмоль*с]);

Максимальний час проведення реакції (с);

Об'ємний видаток суміші (м³/год.);

Діаметр апарату (м);

Крок інтегрування (м);

Вимоги до програмного модулю:

Наявність більше однієї форми для зручного представлення результатів;

Наявність полів для вводу даних користувачем;

Наявність довідки;

Програмний модуль повинен виводити отримані розрахунки на форму;

Можливість формування та збереження звіту за бажанням користувача;

Передбачити блокування кнопок, що не можуть виконати розрахунки без введення необхідних даних;

Наявність меню та панелі інструментів для зручнішої роботи в програмі.

Середовище для реалізації розрахункового модуля MS Visual Studio 2017.

3.4 Програмний модуль для моделювання процесу абсорбції

Відповідно до технічного завдання було розроблено алгоритм обчислювального модуля. Програмний код обчислювального модуля розроблено в середовищі Visual Studio C++ (Додаток Б).

Структура обчислювального модуля:

Файли форм – MyForm1.h – MyForm3.h

Файл проекту – DiplomaProject.

Основні елементи програмного модуля наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні елементи обчислювального

Розроблений програмний модуль містить в собі наступні обробники подій:

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Також в програмі присутнє меню довідки на яку можна перейти натиснувши відповідну кнопку на панелі інструментів (Рис. 3.10).

Рисунок 3.10 – Вікно довідки

Також в програмному додатку реалізована можливість збереження даних для подальшого відновлення в наступному сеансі роботи, та формування звіту про роботу програми. Після цього програма відкриє вікно, де потрібно сказати місце і назву файлу для збереження (рис 3.11).

Рисунок 3.11 – Діалог збереження результатів роботи програми Також можливо зберегти дані розрахунків (рис. 3.12).

Рисунок 3.12 – Меню збереження інформації

Після закінчення розробки програмного модуля було виконано повторний розрахунок трубочатої колони для синтезу ізопропилбензену.

Для нормального проходження процесу, потрібно контролювати умови протікання процесу. Виходячи з того, що процес протікає при постійній температурі, в визначених видатках сумішей та інших характеристик є доцільним автоматизувати дане виробництво. Приклад схеми автоматизації приведений в наступному розділі.

4 Автоматизація технологічної схеми процесу виробництва ізопропилбензену

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Забезпечення необхідного рівня автоматизації виробництва є одним із найважливіших етапів його проектування, так як це дозволяє забезпечити необхідний контроль виробництва, раціональне використання ресурсів, зменшити затрати на використання ручної праці за шкідливих умов праці. Забезпечення відповідного рівня автоматизації є найбільш актуальним для хімічних виробництв, так як на них найчастіше присутні вогне- та вибухонебезпечні речовини, присутні умови екологічної небезпеки, а також протікають енергомісткі процеси, що потребують оптимізації.

Так як в процесі виробництва ізопропилбензену присутні хімічно небезпечні речовини, а сам процес потребує значних матеріальних і енергетичних затрат, то для надійної та вигідної експлуатації апаратів, підтримки оптимальних технологічних параметрів, раціонального використання обладнання - розробка і впровадження системи автоматизації є дуже важливою.

Аналіз технологічної схеми показав, що для протікання процесу за технічним регламентом, забезпечення виходу продукту необхідної якості та в необхідній кількості критично важливим є контролювати наступних параметрів:

температуру в апаратах та трубопроводах;

витрату речовин що приймають участь у синтезі, нагрівних та холодильних агентів, допоміжних речовин для промивки та відділення цільового компоненту;

співвідношення витрат бензолу і пропілену (15:7,3);

рівень в збірнику;

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

концентрацію віддувних газів та концентрацію речовин у вихідних потоках на різних стадіях очистки від домішок.

Головними параметрами що підлягають автоматизації є контроль за вхідними параметрами (витрата та температура), підтримка робочого рівня в збірнику, контроль за вихідними параметрами (витрата та температура), контроль концентрації домішок в трубопроводах, а також засоби сигналізації виходу системи з нормального функціонального стану.

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва, обрано об'єкти автоматизації, обрано регульовані і регулюючі параметри, визначено параметри контролю, для яких було визначено необхідну точність вимірювання та діапазон можливих значень.

4.2 Визначення параметрів автоматизації

Для безпечної роботи схеми, підтримання робочих параметрів, отримання цільового продукту і попередження аварійної ситуації було обрано наступні параметри регулювання, які наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри регулювання та контролю виробництва

На основі даних, наведених в таблиці 1, розроблена схема автоматизації процесу отримання ізопропілбензену включає в себе 6 контурів контролю температури, 6 контурів контролю витрати, 1 контур контролю та регулювання рівня, 3 контури сигналізації, 23 контури показання витрат, 5 контурів показання та контролю концентрації та 3 контури ввімкнення/вимкнення насосів.

Засоби автоматизації підбирають, враховуючи особливості технологічного режиму. При цьому слід дотримуватися наступних правил:

для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуємо однотипні засоби автоматизації;

клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;

діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Засоби автоматизації вибрані по [7 - 13] та зведені в специфікації (Додаток Д).

4.3 Опис схеми автоматизації

Контроль температури

В якості вимірювальних приладів температури було обрано термоелектричні перетворювачі опору марки ТСПУ-0289 (поз. 4-1, 8-1, 14-1, 17-1, 22-1, 34-11) з діапазоном вимірювання температури від 0 до 200°C, що призначенні для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах шляхом перетворення опору в уніфікований сигнал 4-20 мА. Далі сигнал подається на електричний ПІД-регулятор марки МТМ 620 (поз. 4-2, 8-2, 14-2, 17-2, 22-2, 34-2), який посилає корегуючий сигнал на регулятор керування витратою МЕО-40/10 (поз. 4-3, 8-3, 14-3, 17-3, 22-3, 34-3), який:

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Виробничі процеси підприємства поділяються на основні, допоміжні, підсобні та бічні, що наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Класифікація виробничих процесів цеху

Тривалість виробничого циклу складає 7 годин 15 хвилин і складається з 5 етапів наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Тривалість операцій виробничого процесу

Хіміко-технологічний процес передбачає безперервний режим роботи. Обладнання підбрано таким чином, що на жодній стадії не відбувається простою, що дозволяє обрати синхронізований ВРПП. На рис. 5.2 наступна стадія починається ще до завершення першої через те, що для того щоб почати виконувати наступну стадію ВРПП не потрібно чекати повне завершення першої. Тобто, припустимо що під час одного циклу ВРПП потрібно виготовити 300 кг речовини Б з 1т речовини А. Для того щоб запустити другу стадію ВРПП необхідно і достатньо подати на вхід не 1т первинно переробленої речовини з першої стадії, а лише мінімальну кількість, що необхідна на вході в стадію 2 для початку її нормального функціонування. Після чого по завершенню обробки першої частини речовини в стадії 2 вона переходить в стадію 3, 4,..., n, а другий цикл стадії 2 стартує з ново-підготованою порцією речовини на виході зі стадії 1. Таким чином ми досягаємо відсутність часу простою в апаратах, що позитивно відображається на техніко-економічних показниках підприємства.

Рисунок 5.2 – Синхронізований ВРПП

5.3 Чисельність персоналу

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання обсягу робіт та для повної комплектації робочих місць за зміну.

Згідно з відомими нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною, оскільки в цеху отримання ізопропілбензену є шкідливі умови праці.

Персонал цеху умовно розділимо на наступні категорії:

					ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Робочий персонал необхідний для підтримки безперервної роботи виробництва – робочий персонал, що складається з одного начальника зміни, одного лаборанта, трьох вантажників, одного охоронця та прибиральника;

Черговий персонал присутній впродовж денної зміни. Він складається з: двох механіків та електрика;

Адміністративно-управлінський персонал складається з: начальника цеху, технолога, головного інженера, бухгалтера та директора.

Для різних типів робочого персоналу характерні різні режими роботи. Для робочого персоналу характерний режим роботи в п'ять змін, тривалістю зміни 6 годин. Безперервний режим роботи передбачає знаходження бригад робочого персоналу 7 днів на тиждень протягом всього робочого року. Для чергового та адміністративно-управлінського персоналу характерний звичайний 8-ми годинний робочий день 5 днів на тиждень.

Отже, явочна кількість адміністративно-управлінського персоналу:

$$\text{Чяв} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$$

Явочна кількість робочого персоналу:

$$\text{Чяв} = 7 \text{ роб.} + 3 \text{ черг.} = 10$$

Графік змін на підприємстві: перша (●) зміна: 6.00-12.00; друга (○) зміна: 12.00 -18.00; третя (◆) зміна: 18.00- 00.00; четверта (▼) зміна: 00.00-6.00. В – вихідний.

Для забезпечення безперервності виробництва необхідно 5 бригад. Складемо графік змінності (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 - Графік змінності бригад робочого персоналу

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

$$T_{\text{(факт.)}}^{\text{(роб.)}} = (365 / T_{\text{(зм.об.)}}) \cdot (T_{\text{(зм.об.)}} - T_{\text{(вих.)}}) \quad T_{\text{(зм.)}} = 365 / 25 \cdot (25 - 5) \cdot 6 = 1752 \text{ год/рік}$$

де $T_{\text{(зм.об.)}}$ – змінооборот, днів; $T_{\text{(вих.)}}$ - кількість вихідних; $T_{\text{(зм.)}}$ – час зміни.

Чисельність за списком – кількість персоналу, необхідна підприємству для нормального функціонування. Сюди включають: штатну чисельність, для виконання незапланованих робіт, заміна хворих, відсутні у відпустках, або відсутніх з інших поважних причин та інші.

Розраховуємо чисельність робочого персоналу за списком. Для цього в першу чергу знайдемо тривалість роботи підприємства на рік:

$$T_{\text{(підп.)}}^{\text{рік}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год/рік}$$

$$\llbracket K \rrbracket_{\text{(перерах.)}} = (T_{\text{(підп.)}}^{\text{рік}}) / (T_{\text{(факт.)}}^{\text{(роб.)}}) = 8760 / 1752 = 5$$

$$\llbracket Ч \rrbracket_{\text{сп}} = \llbracket Ч \rrbracket_{\text{яв}} \cdot \llbracket K \rrbracket$$

$$\llbracket Ч \rrbracket_{\text{(перерах.)}} = 7 \text{ роб.} \cdot 5 + 3 \text{ черг.} = 38$$

Графік змінності адміністративно-управлінського персоналу: одна зміна 08:00 – 16:00 год.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 5.4 – Графік змінності адміністративного персоналу

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{\text{прац.}}^{\text{факт}} = 365 / T_{\text{(зм.об.)}} \cdot (T_{\text{(зм.об.)}} - T_{\text{(вихідн.)}}) \cdot T_{\text{зміни}} = 365 / 7 \cdot (7 - 2) \cdot 8 = 2085 \text{ год/рік}$$

Для адміністративно-управлінського персоналу чисельність за списком дорівнює явочній чисельності.

5.4 Контроль виробництва

Технічний контроль – сукупність методів, заходів та засобів, які забезпечують відповідність якості продукції, яка випускається, вимогам стандартів і нормативів. Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес. Контроль поділяють на вхідний, заключний та проміжний.

Вхідний контроль – перевірка якості вхідної сировини. Для даного підприємства це визначення концентрації бензолу та пропілену на вході, бензолу, що повертається з рецику, чистоту та гранулярність каталізатора та поліалкілбензолів що додаються до каталізатора.

Цей контроль проводиться лаборантом, присутнім під час поточної зміни. Він зобов'язаний вести журнал вхідного контролю, а результати повинні перевірятися технологом підприємства.

Проміжний контроль – це перевірка технологічної дисципліни при виконанні технологічного процесу. Виконується лаборантом, який веде журнал проміжного контролю. Далі дані перевіряються технологом.

Заключний контроль – це оцінка якості готової продукції (ізопропілбензену). Цей контроль проводиться з метою виявлення браку. Заключний контроль проводить технолог підприємства. Результати заключного контролю заносять до журналу заключного контролю, згідно якого оформляється паспорт на продукцію.

					ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка підприємства

Оборотні засоби – матеріальні цінності і грошові засоби, які у розпорядженні підприємства, використовуються в процесі виготовлення продукції і повертаються підприємством в ході продажу. До оборотних засобів відносять:

- Заробітна плата;
- Затрати на сировину та електроенергію;
- Опалення приміщення.

Заробітна плата працівників цеху наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Заробітна плата працівників підприємства

Отже, сумарна З/П за місяць складає 298 000, а за рік складатиме 3 576 000 гривень.

$$\text{ФОП} = 3\,570\,000 \cdot 1,22 = 4\,356\,200 \text{ грн/рік}$$

Затрати на сировину зручно привести у вигляді таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Розрахунок вартості сировини для виробництва ізопропілбензену

Розрахуємо витрати електроенергії.

Період роботи підприємства за рік $T = 8760$ год.

$$C_{\text{ел}} = \sum_{i=1}^n [(T_{\text{рег}} \cdot T) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}}] ,$$

де $T_{\text{рег}}$ – тарифна ставка за регульованим тарифом: $T_{\text{рег}} = 2,69$ грн./(кВт год.)-денний період, $T_{\text{рег}} = 1,08$ грн./(кВт год.) – в нічний період.

$P_{\text{річ об}}$ – річна потужність обладнання, 21 000 кВт год. (сумарна по всьому технологічному обладнанню):

$$C_{\text{ел}} = (2,69 \cdot 4380) \cdot 21000 + (1,08 \cdot 4380) \cdot 21000 = 346\,764\,600 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 2050 м²; тарифна ставка на опалення: 32,97 грн./м² міс; Сезон опалення: 6 місяців

$$C_{\text{опал.}} = 2050 \cdot 32,97 \cdot 6 = 405\,531 \text{ грн/рік}$$

Амортизаційні відрахування здійснюються за прийнятими методами і нормами.

Таблиця 5.7 - Розрахунок вартості ОФ підприємства

Таблиця 5.7 - Техніко-економічні показники підприємства

З отриманих результатів можна зробити висновок, що підприємство є вигідним, оскільки має термін повернення капіталовкладень 3,82 років.

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6 Охорона праці

Технологічний об'єкт, що розглядається – процес виробництва ізопропілбензолу. Під час виробництва використовуються вибухонебезпечні та шкідливі речовини, електро- та теплоенергія. Всі проектні рішення прийнято з урахуванням вимог охорони праці. На підставі аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів було розроблено заходи щодо нормалізації умов праці на робочих місцях та пожежної безпеки.

6.1 Виявлення та аналіз НШВФ в умовах виконання експериментальної частини науково-дослідної роботи. Заходи з охорони праці

6.1.1. Повітря робочої зони

Роботи, що виконуються в цеху за важкістю відносять до категорії Па [1].

В таблиці 5.1 наведено санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, що проводяться в цеху.

Таблиця 5.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Вологість повітря, %	
		Опт.	Допуст.	Опт.	Допуст.
Холодний	Па	18-20	15-24	40-60	75
Теплий		21-23	17-29	65	0,3

З метою забезпечення чистоти робочої зони і нормативних рівнів параметрів мікроклімату були передбачені наступні заходи та засоби: механізація і автоматизація тяжких і працемістких робіт; раціональне розміщення устаткування; дистанційне управління апаратами і процесами; теплоізоляція елементів, що випромінюють на робочих місцях тепло.

В таблиці 5.2 наведено коротку санітарну характеристику підприємства, а саме цеху алкілування бензолу.

Таблиця 5.2 - Санітарна характеристика виробництва

Назва виробничої дільниці Цех алкілування бензолу

Шкідливі речовини, що виділяються Пропан

Група шкідливої речовин, характеристика шкідливого впливу Речовини помірно небезпечні. Загальнотоксична речовина. Викликає подразнення нервової системи, шкірних покривів, органів травлення.

ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони, мг/м³ 300

Клас небезпечності шкідливої речовини IV

Засоби індивідуального захисту Фільтруючий протигаз марки БКФ або марки А; комплект спецодягу з прогумованої тканини; окуляри захисні.

Засоби доікарняної допомоги Винести на свіже повітря; відновити прохідність дихальних шляхів, промивання шлунку, викликати швидко медичну допомогу.

Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Автоматичний стаціонарний сигналізатор і газоаналізатор

Клас виробництва згідно СН 245-711

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

6.1.2. Виробниче освітлення

Згідно з ДБН В.2.5-28-06 роботи в цеху за зоровими умовами відповідають VIII-б розряду.

У приміщенні цеху передбачено штучне, суміщене, локалізоване та природне освітлення.

Природне освітлення представляє собою комбіновану систему верхнього та бокового освітлення. Штучне освітлення реалізоване за допомогою світильників, розміщених у верхній зоні приміщення (загальне освітлення).

В таблиці 5.3 наведено санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Таблиця 5.3 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості

В розробленому проекті за функціональним призначенням системи освітлення можна поділити на: робочу, ремонтну, евакуаційну, охоронну та аварійну. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

У вибухонебезпечних зонах проектом передбачене використання пілозахисних люмінесцентних світильників. Для виміру й контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксметри Ю-117 з частотою замірів 1 раз на рік та позачергово після кожного ремонту освітлювальних установок.

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУТП. Площа цього приміщення становить 15 м². В цьому приміщенні розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК, складає 200 лк за освітленості тієї ж поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО=1%, що не відповідає нормативному КПО.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 15м², ширина А якої складає 3м, довжина В – 5м, висота - 3м.

Скористаємося методом використання світлового потоку [3]. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 300 Лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=15м²);

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z = 1,1);

K - коефіцієнт запасу, в нашому випадку K = 1,5);

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

η - коефіцієнт використання світлового потоку, що характеризується коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{ст.}$) і стелі ($\rho_{стелі}$), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{ст.} = 50\%$ і $\rho_{стелі} = 50\%$.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

де h_p – розрахункова висота підвісу ($h_p = h_1 - h_2$, $h_p = 1$ м).

Знаючи індекс приміщення I знаходимо значення $\eta = 0,57$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ-40, світловий потік яких складає $F = 3120$ Лм. Необхідну кількість ламп у світильниках розрахуємо за формулою:

де N – кількість ламп, що визначається; F - світловий потік; F_l - світловий потік лампи.

В приміщенні використовуються світильники типу НОДЛ. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 2 світильники із 2 працюючими лампами в кожному.

Схема розташування світильників в операторській зображена на рисунку 5.1.

Рисунок 5.1 – Схема розташування світильників в приміщенні

6.1.3. Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: електродвигуни, вентилятори. Джерелами шумів на виробництві є реактор, ректифікаційні колони, насоси.

У виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку становить 80 дБА. Фактичне значення рівня звуку в цеху складає 74 дБА, що відповідає вимогам. Допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 дБ, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 дБ, для 3-ї ступені шкідливості - більше 3,1 дБ. Дане виробництво належить до 2-го ступеня шкідливості по вібрації.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені наступні звукоізоляційні заходи і засоби: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум. Для зниження рівня вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин.

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму, згідно з [6], передбачено м'які протишумові вкладки. Для захисту рук від дії вібрацій застосовують рукавиці з спеціальними віброзахисними вставками.

Для захисту від вібрацій що передаються через ноги передбачено взуття товстою гумовою підошвою. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач шуму та вібрації марки ВШВ-003.

6.1.4. Електробезпека

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ				

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Для змінного струму із частотою 50 Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі $I_{л} = 6 \text{ мА}$, $U_{дот} = 36 \text{ В}$; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{л} = 0,3 \text{ мА}$, $U_{дот} = 2 \text{ В}$.

Згідно з [8] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

,мА;

де $R_{л} = 2 \dots 4 \text{ кОм}$, опір тіла людини;

$R_0 = 4 \text{ Ом}$, опір нейтралі заземлення;

$U_{ф} = 220 \text{ В}$, фазова напруга, В.

$I_{л} = A$

Напруга дотику розраховується за формулою:

$U_{д} = I_{л} \cdot R_{л} \cdot 10^3 = 0,05 \cdot 4000 = 220 \text{ В}$.

Таблиця 5.5 – Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом

Ділянка Категорія приміщення по електробезпеці.

Виробничий цех Особливо небезпечне приміщення

Побутові приміщення Приміщення без підвищеної небезпеки

Для забезпечення електробезпеки передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення, захисне відключення, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, огорожувальні пристрої, блокування, попереджувальна сигналізація, попереджувальні плакати. Також використовується подвійна ізоляція.

У виробничих приміщеннях передбачена періодична перевірка вибраних типів проводів, освітлювальної арматури, пускачів електродвигунів та іншого електроустаткування.

Для забезпечення індивідуального захисту використовують діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження, захисні окуляри.

6.1.5. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Виробництво алкілування відноситься до вибухонебезпечних виробництв, тому що процес відбувається при високих температурах і великих тисках, високих електричних напругах в високовольтних насосах, при можливій наявності горючих та токсичних нафтопродуктів та їх парів.

На основі аналізу схеми виробництва було визначено, що основними джерелами екологічної небезпеки є ректифікаційні колони, оскільки вони працюють під високим тиском та при великій температурі.

Виробництво має вихідні трубопроводи: трубопровід пропану, трубопровід діізопропілбензолу та трубопровід ізопропілбензолу (кумолу).

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

Пропан є вибухонебезпечним, область займання 2,1 – 9,5% об. за нормальних умов, температура самозаймання 466 °С. Пропан транспортується на подальшу переробку та очистку. Пропан слід транспортувати залізничним, автомобільним та водним транспортом відповідно до правил перевезення небезпечних вантажів та правил експлуатації ємкостей працюючих під надлишковим тиском [16].

Ізопропілбензол вважається небезпечним завдяки своїм властивостям: температура спалаху 34 °С; температура самозаймання 424 °С; область займання 0,9 – 6,5 % об. При роботі з ізопропілбензолом необхідно виконувати правила захисту від статичної електрики. Ізопропілбензол є продуктом даного виробництва. Зберігають його в сталевих резервуарах під шаром азоту, та транспортують в рідкому вигляді, в металевих цистернах, залізничним транспортом. Заповнюють цистерни з розрахунком об'ємного розширення продукту в результаті перепаду температур [14].

6.2 Пожежна безпека

На виробництві, що проектується, можливими джерелами пожежі є перенавантаження електроустаткування, нагріті стінки обладнання, іскри електрообладнання та від тертя деталей машин, виникнення електричної дуги при обриві ланцюгів високої напруги, перегріву електроустаткування.

Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижньовими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

У таблиці 5.6. наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю [9,10]. При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, між будинками передбачені протипожежні розриви 10 м, протипожежний водопровід, пожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, вогнегасники типу ВВ, ВХП; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу.

Для підігрівачів передбачено застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Всі електроустановки оснащені плавкими запобіжниками від струмів короткого замикання.

Встановлюється охоронно - пожежна сигналізація автоматичного типу. Перед початком роботи трубопроводи будуть продуватись повітрям з перевіркою результатів продувки. Для захисту електроустаткування від загоряння використовують регулярне технічне обслуговування, фарбування електроустаткування негорючими матеріалами.

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ					

ВИСНОВКИ

В даному бакалаврському проекті був розглянутий процес алкілуванням бензену пропиленом, і як наслідок отримання ізопропілбензену. Під час роботи було розглянуто та вирішено наступні задачі:

Проведено аналіз структури ХТС, в результаті якого було визначено оптимальна послідовність розрахунку схеми.

За допомогою програми ChemCad 6.3.1 виконано комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів схеми.

Відповідно до технічного завдання розроблено обчислювальний модуль для проектного розрахунку основних конструктивних параметрів трубчастого реактора алкілування, було знайдено довжину реактора (11,8 м). Виходячи з аналізу основних технологічних параметрів виробництва, була розроблена схема автоматизації, та підібрані необхідні комплекти приладів.

Визначено основні джерела екологічної небезпеки виробництва та методи запобігання викиду шкідливих речовин.

Проведено економічне обґрунтування створення обчислювального модуля, та визначено, що розробка обчислювального модуля є економічно вигідною.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Колесников, И. М. Алкилирование бензена пропиленом в присутствии алюмосиликатных катализаторов [Текст] / И. М. Колесников, Е. П. Бабин. – К.: Вища школа, 1980. – 224 с.

Андреас, Ф. Химия и технология пропилена [Текст] / Ф. Андреас, К. Греббе. – Л.: «Химия», 1973. – 368 с.

Теддер, Дж. Промышленная органическая химия [Текст] / Дж. Теддер, А. Нехватал, А. Джубб. – М.: 1977. – 704 с.

Бугаєва, Л. М. Аналіз та синтез хіміко–технологічних систем [Текст] / Л. М. Бугаєва, Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха. – К.: Політехніка, 2006. – 128 с.

Кузнецова, И. М. ОХТ Материальный баланс химико-технологического процесса [Текст] / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампида, Н. Н. Батыршин. – М.: Логос, 2007. – 264 с.

Холоднов В.А. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов / В.А. Холоднов, В.П. Дьяконов, Е.Н. Иванова, Л.С. Кирьянова. – СПб.: АНО НПО “Профессионал”, 2003. – 480 с.

Оборудование КИПиА - датчики давления, уровнемеры, манометры, расходомеры, газоанализаторы, теплосчетчики, датчики уровня, преобразователи давления [Електронний ресурс] / НПО "РИЗУР" // Каталог обладнання контрольно-вимірювальних приладів та автоматизації. – 2007. – Режим доступу до каталогу: <http://rizur.ru/>.

Датчики влажности, терморегуляторы, термомпары. КИПиА от производителя [Електронний ресурс] / НВК «Рэлсиб» // Каталог обладнання контрольно-вимірювальних приладів та автоматизації. – 2007. – Режим доступу до каталогу: <http://www.relsib.com/>.

									ДП ХА 4123 1490 001 ПЗ	Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

