

ВСТУП

Актуальність теми полягає в отриманні етилбензолу, що є важливим прекурсором у нафтохімічному синтезі. 99% етилбензолу, що виробляється у світі, використовується для синтезу стирену (фенілетилену), котрий, у свою чергу, є сировиною для полістирену. Невелика кількість етилбензолу використовується як розчинник та антидетонатор.

Етилбензол — 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.

Майже увесь промислово отримуваний етилбензол синтезується шляхом алкілування бензолу етиленом. Протягом кількох десятиліть як каталізатор реакції застосовували кислоти Льюїса, наприклад, розчинений хлорид алюмінію:

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

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна схема процесу гомогенного алкілювання бензолу

1.1 Опис основної хімічної реакції

Основною реакцією алкілювання бензолу етиленом, що протікає в реакторі алкілювання на цеолітні катализаторі, є реакція між бензолом і етиленом з утворенням етилбензолу:

Крім основної реакції в реакторі алкілювання протікають побічні реакції, як за участю основної сировини, так і за участю домішок, що містяться в сировині. Етилбензол алкілюючи з утворенням діетилбензолів:

В результаті деструкції алкільних груп при алкілюванні утворюються ксилоли:

Необхідний для цього водень утворюється за рахунок реакції дегідроконденсації ароматичних сполук, в результаті яких виходять смолообразні речовини, збіднені воднем (реакції коксоутворення) [1].

1.2 Опис технологічної схеми процесу алкілювання бензолу

Технологічна схема процесу алкілювання бензолу передбачає послідовне виконання таких стадій:

- 1) Змішування етилену та бензолу з речовинами, що повертаються з рециклу;
- 2) Нагрівання даного розчину до температури 200°C;
- 3) Власне процес алкілювання;
- 4) Відфільтровування етилбензолу від домішок за допомогою випарної колони.

На рисунку 1.1 наведена технологічна схема процесу алкілювання бензолу.

Рисунок 1.1 – Схема процесу алкілювання бензолу:

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 - алкілатор; 2 - переалкілатор; 3 - сепаратор; 4 - конденсатор; 5 -
ХОЛОДИЛЬНИК

В алкілатор 1 подають етилен, бензол і невелику кількість каталітичного комплексу, знімаючи тепло, що виділяється, киплячим водним конденсатом і генеруючи технологічну пару (при звичайній технології це тепло не утилізується). Отриманий алкілат надходить у переалкілатор 2, куди подають поліалкілбензоли (ПАБ) зі стадії розділення; вони дають із бензолом додаткову кількість цільового продукту. Алкілат з апарату 2 дроселюють до атмосферного тиску, причому енергію, що виділяється, утилізують для випаровування частини бензолу, який конденсують і повертають на алкілування. Рідкий алкілат із сепаратора 3 охолоджують і скеровують на нейтралізацію та подальше розділення.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розрахунок матеріальних балансів процесу алкілування бензолу

2.1 Виконання структурного аналізу ХТС

Спершу складемо таблицю відповідності потоків та апаратів для того, щоб на основі технологічної схеми (рис. 1.1) сформувану структурну схему потоків та апаратів. З технологічної схеми можна виділити структурну схему (рис.2.1), яка складається з чотирьох апаратів, які впливають саме на основну частину алкілування бензолу, а саме:

1 – алкілатор; 2 – переалкілатор; 3 – сепаратор; 4 – конденсатор;
5 – холодильник;

Таблиця 2.1 – Формалізація задачі ХТС

Рисунок 2.1 – Структурна схема процесу алкілування бензолу

Виконаємо послідовно всі етапи структурного аналізу цієї схеми.

1. Сформуємо матрицю суміжності А.

Цей етап виконаємо із використанням програмного пакету MathaLab

2. Застосуємо алгоритм покриття для визначення комплексів схеми. За алгоритмом маємо звести матрицю суміжності А послідовно в степені 2, 3, 4, 5 та логічної їх помножити. В результаті отримаємо матрицю шляхів С. В Matlab ця дія виглядає так:

3. Для отримання матриці D, що вказує на наявні комплекси необхідно виконати в Matlab дію:

4. З матриці D випливає, що в схемі буде один комплекс $K=(1,2,3,4)$.

Далі може бути сформована послідовність розрахунку з комплексів й поодиноких вершин:

$$\text{ППРС} = [1 \ 2 \ 3 \ 4]$$

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

5. На цьому кроці для комплексу отримаємо контури та множини оптимально розвиваючих дужок ОРМД.

Спершу побудуємо прадерево комплексу K1. Для цього використаємо список суміжності:

Таблиця 2.2 – Список суміжності для K1

6. Будуємо прадерево комплексу

Рисунок 2.2 – Прадерево комплексу

З прадерева отримано один контур

I. 1 – 2 – 3 – 4 – 1

Таблиця 2.3 – Матриця контурів K1

Максимальні степені входження дужок рівні $f = 1$ при рівних параметричностях, а це означає, що контури не мають спільних дужок й будь-яка дужка може бути розірваною. Але, розриваємо контур з рециклом 4 – 1. Тому отримана ОРМД = $\{(4,1)\}$

Рисунок 2.3 – Структурна схема процесу з розірваним зв'язком.

Таким чином, розірвавши отримані дуги, отримаємо послідовність розрахунку схеми:

ОПРС = (1, 2, 3, 4, 5)

2.2 Розрахунок матеріального балансу у середовищі ChemCAD

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

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

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів було виконано в спеціалізованому середовищі Chemcad 6.3.1. Розроблена схема наведена на рисунку 2.3. При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообмінні апарати. Результати розрахунку матеріального балансу схеми наведено в таблицях 2.5 – 2.9.

В зв'язку з відсутністю алкілатору в бібліотеці апаратів Chemcad схему було дещо видозмінено, а саме: алкілатор та переалкілатор було замінено реактором, в якому протікає дві реакції:

В зв'язку з відсутністю алкілатору перед переалкілатором, вхідні речовини необхідно нагріти до температури 200°C. У зв'язку з цим зникла необхідність конденсатора та холодильника після сепаратору.

Рисунок 2.4 – Схема процесу алкілування бензолу в CHEMCAD 6.3.1

Для створення схеми зображеної на рис. 2.4 схему, було обрано з бібліотеки відповідні апарати, які найбільш точно відображають характер реальних апаратів і найкраще підходять для технології, що реалізує ХТС.

Список використаних блоків та матеріальних потоків, що проходять між ними наведені в таблиці 2.4

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 2.4 – Список використаних блоків та матеріальних потоків

Опис блоків бібліотеки моделей:

- Mixer – змішувач. Змішує кілька потоків в один.
- Multipurpose Flash - багатоцільовий розділювач. Використовується для сепарації компонентів.
- Simple heat exchanger – теплообмінний апарат. Застосовується для теплообмінних процесів.
- Equilibrium Reactor – рівноважний реактор. Призначений для розрахунку глобальної термодинамічної рівноваги в системі одночасно з матеріальним і тепловим балансами [2].

Таблиця 2.5 – Специфікація апаратів

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс змішувача.

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс рівноважного реактору.

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс сепаратору.

Таблиця 2.9 – Загальний матеріальний баланс

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу алкілування бензолу у спеціалізованому середовищі ChemCad v. 6.3.1 розрахований вірно. Результати розрахунків приведені у додатку А.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3 Розробка обчислювального модуля для розрахунку реактора алкілування бензолу

Розробити обчислювальний модуль для повірного розрахунку процесу алкілування бензолу.

В якості основного апарату – алкілятора – прийнято вертикальний циліндричний апарат з сферичними днищами, виконаний з вуглецевої сталі.

Надмірна теплота відводиться за рахунок випаровування частини бензолу при температурі 200°C, тобто процес ведуть при кипінні реакційної суміші [3].

Число апаратів для забезпечення заданої продуктивності (997 кг/год):

$$n = 997[80*(15-1)] = 0,89$$

Таким чином, необхідно встановити один апарат.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити обчислювальний модуль для повірного розрахунку, комп'ютерного моделювання процесу алкілування бензолу.

В якості моделі для розрахунку концентрації в часі та по висоті апарату було використано модель ідеального витіснення, запропонованою в статті [4].

Для цього необхідно задати вхідні параметри, такі як витрата речовини на виході, розраховані в матеріальному балансі, а також висота і діаметр реактору, використовуючи розміри алкілятора, що наведені вище.

Далі проведемо розрахунок основних необхідних параметрів для подальшого повірного розрахунку.

Площа поперечного перерізу потоку реакційної суміші:

$$S = \frac{\pi * d^2}{4}$$

де, d – діаметр алкілятора.

Об'ємний видаток реакційної суміші в м³/с:

$$v = \frac{Vv}{3600}$$

де, Vv – об'ємна витрата речовини на виході з алкілятора.

Лінійна швидкість реакційної суміші:

$$u = \frac{v}{S}$$

Об'єм реактора:

$$V = S * L$$

де, L – висота алкілятора.

Час перебування реакційної суміші в апараті:

$$\tau = \frac{V * 10}{v}$$

Розрахунки проводяться за двома реакціями:

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Використовуючи рівняння Арреніуса необхідно знайти константи швидкості для кожної реакції за формулою:

$$k = e^{-E/R \cdot T}$$

де E – енергія активації, R – універсальна газова стала, T – температура проведення реакції [5].

Енергія активації визначається за формулою:

$$E = \Delta H + R \cdot T$$

де ΔH – ентальпія активації, що береться для даного рівняння при температурі T [6].

Математична модель реактора ідеального втіснення (РІВ) в загальному вигляді записується:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -u \cdot \frac{\partial C_i}{\partial l} + w_{ri}$$

Так як реактор, що розглядається, працює в неперервному режимі, доцільно розглянути усталений режим, в якому:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = 0$$

Для цього проведемо наступну заміну: замість швидкості реакції підставимо швидкість, з якою змінюється концентрація речовини I:

$$w_r = w_{rA}$$

Для зручності розв'язання математичної моделі перейдемо до часу перебування реакційної суміші в реакторі. Тоді матмодель у загальному вигляді запишеться як:

$$\frac{dC_i}{dt} = w_{ri}$$

Запишемо стехіометричні рівняння процесу, що розглядається:

Для зручності опису кінетики хімічних реакцій, що мають місце в процесі алкілювання бензолу, введемо наступні позначення:

-етилен: А;

-бензол: В;

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-етилбензол: С (цільовий продукт);

-диетилбензол: D (побічний продукт);

Запишемо рівняння кінетики для цієї реакції:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_C \\ \frac{dC_B}{dt} = -k_1 C_A C_B \\ \frac{dC_C}{dt} = k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_C \\ \frac{dC_D}{dt} = k_2 C_A C_C \end{array} \right.$$

Остаточний вигляд математичної моделі після підстановки рівнянь хімічної кінетики:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dC_A}{dl} = \frac{-k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_C}{u} \\ \frac{dC_B}{dl} = \frac{-k_1 C_A C_B}{u} \\ \frac{dC_C}{dl} = \frac{k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_C}{u} \\ \frac{dC_D}{dl} = \frac{k_2 C_A C_C}{u} \end{array} \right.$$

Початкові умови:

$$C_A(0) = 45 \text{ кмоль/м}^3$$

$$C_B(0) = 10 \text{ кмоль/м}^3$$

$$C_C(0) = 0 \text{ кмоль/м}^3$$

$$C_D(0) = 0 \text{ кмоль/м}^3$$

Для розв'язування диференціальних рівнянь використаємо метод Ейлера.

Для зручності реалізації методу Ейлера, запишемо праві частини рівнянь математичної моделі заданого РІВ:

$$f_{C_A}(C_A, C_B, C_C) = -k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_C$$

$$f_{C_B}(C_A, C_B) = -k_1 C_A C_B$$

$$f_{C_C}(C_A, C_B, C_C) = k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_C$$

$$f_{C_D}(C_A, C_C) = k_2 C_A C_C$$

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Для розрахунку обирається сто ітерацій, тоді крок інтегрування буде становити:

$$dt = \frac{\tau}{100}$$

Реалізуємо метод Ейлера в матричному вигляді:

$$\begin{pmatrix} t_i \\ C_{a_i} \\ C_{b_i} \\ C_{c_i} \\ C_{d_i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_{i-1} + \Delta t \\ C_{a_{i-1}} + fCa(C_{a_{i-1}}, C_{b_{i-1}}, C_{c_{i-1}}) \cdot \Delta t \\ C_{b_{i-1}} + fCb(C_{a_{i-1}}, C_{b_{i-1}}) \cdot \Delta t \\ C_{c_{i-1}} + fCc(C_{a_{i-1}}, C_{b_{i-1}}, C_{c_{i-1}}) \cdot \Delta t \\ C_{d_{i-1}} + fCd(C_{a_{i-1}}, C_{c_{i-1}}) \cdot \Delta t \end{pmatrix}$$

На кожній ітерації відбувається перевірка ступеню перетворення за формулою:

$$X_i = \frac{C_A(0) - C_{Ai}}{C_A(0)} * 100\%$$

Для процесу алкілування безхолу ступінь перетворення за першою реакцією становить 0.9, а за другою 0.09. При виконанні цієї умови можна зробити висновок, що апарат, що моделюється, обрано вірно, його розміри забезпечують оптимальний режим проходження процесу.

Отримані результати - розподіл концентрацій компонентів в часі та по довжні апарату, а також зміна ступеня перетворення етилбензолу в часі.

3.2 Розробка програмного модулю

Для обчислювального модулю було складено алгоритм і згідно даному алгоритму за допомогою мови програмування javascript було реалізовано повірочний розрахунок, плючами якого є можливість інтегрувати його в якості веб-сервісу.

В результаті ми отримали приклад сайту, для повірочного розрахунку процесу алкілування бензолу.

Програмний код реалізації повірочного розрахунку процесу алкілування бензолу наведено в додатку В.

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Для початку необхідно ввести дані про об'ємну витрату речовини на виході, температуру перебігу реакції, висоту та діаметр алкілатору, а також початкові концентрації етанолу та бензолу.

Рисунок 3.1 – Форма введення значень для розрахунку

В результаті обчислень за формулами вказаними вище сервіс видає результат чи підходить алкілатор з заданими розмірами для процесу алкілування при даних параметрах та вимогах до витрати продукту реакції:

Рисунок 3.2 – Вікно результату повірного розрахунку

Також було отримано графіки залежності концентрації речовин від часу та від висоти реактору:

Рисунок 3.3 – Графік залежність концентрації речовин від висоти перетікання реакції

Рисунок 3.4 – Графік залежність ступеня перетворення від висоти

Виконавши моделювання в MathCAD 15 (Додаток Б) та за допомогою програмного модулю, написаного власноруч, можна визначити чи відповідає алкілатор з заданими висотою та діаметром технічним умовам процесу алкілування бензолу.

4 Автоматизація технологічної схеми процесу алкілування бензолу

Автоматизація виробництва — вищий рівень розвитку машинної техніки, коли регулювання й управління виробничими процесами здійснюються без участі людини, а лише під її контролем. Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва привів до появи якісно нової системи технологічних машин з керуючими засобами, що базуються на застосуванні електронних обчислювальних машин, програмованих логічних контролерів, інтелектуальних засобів вимірювання і контролю, інформаційно об'єднаних

									ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
										20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

промисловими мережами. Автоматизація виробництва — один з головних напрямів науково-технічного прогресу.

Схеми автоматизації технологічних процесів є основними технічними документами, які визначають структуру і масштаб автоматизації промислових об'єктів, початковими даними для проектування систем управління.

Схеми автоматизації включають технологічну схему, що містить основні технологічні апарати і машини, зображену в спрощеному варіанті і розташовану у верхній частині листа, і засоби автоматизації, що входять до складу систем контролю, регулювання, які наносять на схему за допомогою умовних графічних позначень і ліній зв'язку [7].

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Завдання технологічного процесу виробництва полягає в синтезі цільового продукту – етилбензолу та підтриманні заданої продуктивності виробництва. Враховуючи фактор наявності в протіканні побічних реакцій в процесі алкілування бензолу, які впливають на кількість та якість цільового продукту, етилбензолу, важливим є контроль витрати вхідних речовин, а також тиску та температури в реакторах та сепараторах. В зв'язку з безперервним процесом, порушення будь-якого з етапів якого може нести за собою безповоротні втрати в якості речовини, є просто необхідним контроль та регулювання не лише бензолу, а й інших речовин, таких як етилен та поліалкілбензолу. Також варто контролювати кількість допоміжних речовин, каталізатору та води. Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу етилбензолу та протікання процесу за технічним регламентом необхідно регулювати наступні параметри: витрату бензолу, каталізатору та етилену на вході до алкілатору, витрату ПАБ на вході до переалкілатору, витрату етилбензолу в сепаратор та витрату бензолу в рециклі.

Контролюються температура та тиск в алкілаторі, температура в переалкілаторі та тиск в сепараторі. Також враховуються проміжні витрати речовин в трубопроводах.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливим є температура залишку бензолу при поверненні в алкілатор після конденсатору, а також температура етилбензолу після холодильника.

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого обрано параметри об'єкту автоматизації, що підлягають контролю та регулюванню.

Відповідно до обраних параметрів регулювання, контролю, сигналізації були вибрані місця для заміру параметру на технологічному об'єкті та номінальні значення параметрів, межі їх зміни. Всі дані занесемо до таблиці 4.1.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю процесу алкілування бензолу

На основі даних, наведених в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу алкілування бензолу включає в себе одинадцять регулюючих контурів та сім контурів контролю та реєстрації (в тому числі два контури контролю та сигналізації).

При виборі приладів та засобів автоматизації слід дотримуватись наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються [8].

Тому для автоматизації процесу алкілування бензолу були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників [9-13]. Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Д.

4.2 Опис системи автоматизації

Контроль та регулювання температури

Підтримання температури в алкілаторі, переалкілаторі та сепараторі є одним з найважливіших факторів впливу на продуктивність керованого процесу. В якості вимірювальних приладів температури з необхідною точністю було обрано термометр опору марки ТСП-1187 (поз. 4а, 8а, 10а, 14а, 16а) з діапазоном вимірювання температури від -200°C – 500°C , що призначені для вимірювання температури у рідких та газоподібних з малою похибкою, шляхом перетворення опору в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з термоперетворювача передається на показуючий ПІД - регулятор марки ТРМ10 (поз. 4б, 8б, 10б, 14б, 16б), який відображає

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

вимірювану температуру і в контурі регулювання видає регулюючий вплив на виконавчий механізм. Регулювання в контурі 4 виконаний за допомогою регулювання води на вході в алкілатор, в контурі 14 витратою бензолу, а в контурі 16 витратою холодагенту на вході в холодильник за допомогою виконавчих механізмів марки МЭО-40 (поз. 4г, 14г, 16г).

Контроль та регулювання витрат

Для контролю та регулювання витрати використовується електричний ротаметр марки КФФ-1 (поз. 1а, 2а, 3а, 6а, 7а, 9а, 12а, 13а, 15а, 17а) з температурою вимірюваного середовища від -30 до 120 °С, прилад містить вбудований первинний перетворювач у вих. сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з витратоміру передається на показуючий ПД – регулятор марки ТРМ10 (поз. 1б, 2б, 3б, 6б, 7б, 9б, 12б, 13б, 15б, 17б), який здійснює контроль витрати.

Контроль тиску

Регулювання тиску є другим визначальним параметром для підтримання продуктивності цільового процесу. Для вимірювання тиску в контурах 5 та 11 використано перетворювач тиску з електричною сигналізацією марки 628-07 (поз. 5а, 11а) який може використовуватися у вибухонебезпечних і агресивних середовищах для вимірювання тиску від 0 до 20 МПА в рідких і газоподібних середовищах, вихідний сигнал манометру 0 – 20 мА, ступінь захисту - IP40. Для сигналізації верхньої межі тиску використовуються індикаторні лампи марки УПС 1 (поз. НЛ1, НЛ2).

Контроль рівня

Для контролю та регулювання рівня в контурі 18 використовується промисловий рівнемір марки ЕС 1300 (поз. 18а) з температурою вимірюваного середовища 10 – 80°С, точністю 0.3 та максимальною висотою ємності до 100м прилад містить вбудований первинний перетворювач у вих. сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з рівнеміру передається на показуючий ПД – регулятор марки ТРМ10 (поз. 18в), який відображає вимірюваний рівень. Для

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигналізації верхньої та нижньої межі рівня використовуються індикаторні лампи марки УПС 1 (поз. HL3, HL4).

Розроблена схема дозволить проводити технологічний процес алкілування бензолу згідно технологічного регламенту.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Економіко-технічні розрахунки

5.1 Схема організації цеху алкілування бензолу

Актуальність теми полягає в отриманні етилбензолу, що є важливим прекурсором у нафтохімічному синтезі. 99% етилбензолу, що виробляється у світі, використовується для синтезу стиролу (фенілетилену), котрий, у свою чергу, є сировиною для полістиролу. Невелика кількість етилбензолу використовується як розчинник та антидетонатор.

Серед великої кількості процесів нафто-хімічного синтезу виробництво етилбензолу за об'ємом продукції займає одне з провідних місць. Загальні світові потужності за випуску етилбензолу складає 45 млн. т/рік і щорічно зростає на 4-5%. Високі темпи росту виробництва етилбензолу викликані зростаючою потребою в полімерах, що виробляються на його основі, зокрема, полістиролу, сополімерів акрилонітрил-бутадеїн-стиролу і стирол-акрилонітрила, ненасичених полієфірів і стиролбутадієнового каучука [14].

Проект передбачає виробництво, з потужністю достатньою для створення 997,979 кг етилбензолу чотири години.

Організаційна структура повинна повністю забезпечити потреби цеху в обслуговуванні. Таким чином на підприємстві повинні працювати:

Рисунок 5.1 – Організаційна структура підприємства

5.2 Технологічна підготовка виробництва

Виробничі процеси підприємства поділяються на основні, допоміжні, підсобні та бічні наведені у таблиці 5.1 [15].

Таблиця 5.1 – Класифікація виробничих процесів цеху

Даний процес виробництва етилбензолу має безперервний режим роботи. За один цикл отримується 997,972 кг етилбензолу.

Тривалість виробничого процесу складає 4 години і складається із 4 операцій таблиця 5.2, оскільки виробництво безперервне працює 4 зміни по 6 годин без перерв.

Таблиця 5.2 – Тривалість операцій виробничого процесу

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Адміністративно-керуючий персонал: інженер(1), технолог(1), бухгалтер(1).

Отже, явочна кількість адміністративно-управлінського персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$$

Явочна кількість робочого персоналу:

$$Ч_{\text{яв}} = 1 + 1 + 2 + 1 + 1 = 6$$

Графік змін на підприємстві: 1-а зміна: 6.00-12.00; 2-а зміна: 12.00 - 18.00; 3-я зміна: 18.00- 00.00; 4-а зміна: 00.00- 6.00.

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

Таблиця 5.3 – Графік змінності робочого персоналу

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

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

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

Тривалість роботи підприємства на рік:

$$T_{\text{підпр.}}^{\text{рік}} = 365 * 24 = 8760 \text{ год/рік}$$

Кількість бригад:

$$K_{\text{пер.}} = \frac{T_{\text{підпр.}}^{\text{рік}}}{T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}}} = \frac{8760}{1752} = 5$$

Розраховуємо чисельність персоналу за списком:

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв}} * K_{\text{перерах.}} = 30$$

Графік змінності адміністративно-управлінського персоналу: одна зміна 09:00 – 17:00 год.

Таблиця 5.4 – Графік змінності адміністративного персоналу

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{\text{прац. факт}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{T_{\text{зм.об.}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вихідн.}}) \cdot T_{\text{зміни}} = \frac{365 - 11}{7} \cdot (7 - 2) \cdot 8$$
$$= 2022 \text{ год/рік.}$$

Чисельність за списком для адміністративного персоналу 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, проміжний.

Вхідний контроль – перевірка якості продукції, що надходить на підприємство, як сировини. На даному підприємстві це визначення якості вихідної сировини. Цей контроль проводиться начальником зміни. Вони зобов'язані вести журнал вхідного контролю.

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

Заключний контроль – це оцінка якості готової продукції (етилбензолу). Основна мета цього контролю – виявлення браку. Заключний контроль проводить технолог. Результати заключного контролю заносять до журналу заключного контролю, згідно якого оформляється паспорт на продукцію [18].

5.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

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

- Заробітна плата;
- Затрати на сировину та електроенергію;

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

- Опалення [19];

Заробітна плата працівників цеху наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Заробітна плата працівників підприємства

Отже, сумарна З/П за місяць складає 315500, а за рік складатиме 3786000 гривень.

$$\text{ФОП} = 3786000 * 1,22 = 4618920 \text{ грн/рік}$$

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 – Розрахунок вартості сировини для виробництва

Розрахуємо витрати електроенергії.

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

$$C_{\text{ел}} = \sum (T_{\text{рег}} \cdot T) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}}$$

де $T_{\text{рег}}$ – тарифна ставка за регульованим тарифом: $T_{\text{рег}} = 2,69$ грн./((кВт год.)-денний період, $T_{\text{рег}} = 1,5$ грн./((кВт год.) – в нічний період.

$P_{\text{обл}}^{\text{річ}}$ – річна потужність обладнання, 8000 кВт год. (сумарна по всьому технологічному обладнанню):

$$C_{\text{ел}} = (2,69 \cdot 4380) \cdot 8000 + (1,5 \cdot 4380) \cdot 8000 = 146817600 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 1800 м²; тарифна ставка на опалення: 32,97 грн./м² міс, температурний коефіцієнт (при температурі в середині цеху 18°C та середній температурі зовнішнього повітря -8°C) 0,77; Сезон опалення: 6 місяців.

$$C_{\text{опал.}} = 1800 \cdot 0,77 \cdot 32,97 \cdot 6 = 274178,52 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Амортизаційні відрахування здійснюються за прийнятими методами і нормами.

Вартість оборотних засобів таким чином становить:

$$O_{\text{бз}} = 1014666679 + 4618920 + 146817600 + 274178,52 = 1166377377,52 \text{ грн/рік}$$

Основні фонди – це засоби праці, які багаторазово використовуються у виробництві, не змінюють свою форму тривалий час, а їх вартість враховується у вартість готової продукції.

До основних фондів належать:

- Будівлі і споруди
- Машини і обладнання
- Транспорт
- Виробничий інвентар

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Нематеріальні активи [19]

Основні фонди зведені в таблицю 5.7, в якій амортизація розрахована за формулою:

$$A = \frac{\Phi_{пп} + K + P - Л}{T_{експ}}$$

де А – амортизація, грн/рік; Фпп – повна початкова вартість, грн; К – витрати на капітальні ремонти, грн; Р – витрати на поточні ремонти, грн; Л – ліквідаційна вартість, грн; Тексп – плановий період експлуатації, років.

Таблиця 5.7 – Основні фонди

5.6 Розрахунок техніко-економічних показників

Амортизація – 108306 грн/рік;

Оборотні засоби – 1166377377,52 грн/рік;

Основні фонди – 18018000 грн/рік;

Всі показники були зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 – Основні економічні показники

Вартість розробки програми визначається ринковим методом і сама розробка виконується через аутсорсинг та становить 85000 грн.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Охорона Праці

Як впливає з технологічної частини проекту в проєктованому виробництві обертаються шкідливі пожежонебезпечні речовини і матеріали, використовується механічна, теплова, електрична енергії та температура в апаратах. Всі проєктні рішення прийнято з урахуванням вимог охорони праці [20].

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

Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів на проєктованому об'єкті. Заходи з охорони праці

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(ІІ б).

У таблиці 6.1 наведені прийняті проєктом гігієнічні норми метеорологічних умов у приміщенні цеху, що проєктується.

Таблиця 6.1 – Санітарні оптимальні норми параметрів мікроклімату
Температура внутрішніх поверхонь робочої зони не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин. Допустима температура:

$$t_{\text{поверх}} = t_{\text{навк.сер.}} + 2^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{поверх}} = 22 + 2 = 24^{\circ}\text{C}$$

де $t_{\text{навк.сер.}}$ – 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 – Санітарні норми

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

За способом організації повітрообміну передбачена загальнообмінна, місцева й комбінована вентиляція. Передбачається схема вентиляції згори до низу. У приміщенні цеху передбачена загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція та місцева припливно-витяжна вентиляція. Додатково передбачені витяжні шафи.

Тепловиділення у виробничих приміщеннях нейтралізують шляхом теплової ізоляції частин апаратів. Для захисту рук від опіків при ремонтах, а також при огляді обладнання робітники користуються спеціальними рукавицями, надлокотниками.

При порушенні технологічної роботи цеху, можливі протікання безнолу, а також етилену. Проводяться попередні і періодичні (один раз на рік) медогляди.

Проектом передбачено проводити наступні заходи. Проведення два рази на місяць контролю вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин і параметрів. Використання термографів для безперервного контролю температури. Визначення відносної вологості повітря за допомогою стаціонарного, а також аспіраційного психрометра М-34. Встановлення чашечних анемометрів для спостереження за швидкістю руху повітря у приміщенні цеху [21].

Виробниче освітлення

За ДБН В. 2.5-28-06 роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду Vг. Проектом передбачено три види освітлення: природне, штучне і суміщене освітлення.

Система природного освітлення – комбіноване освітлення.

Штучне освітлення представлено системою загального рівномірного освітлення і здійснюється в цеху за допомогою газорозрядних ламп низького тиску (люмінесцентні типу ЛБ-40). Світильники - пиловологонепроникні ЛПО-01 [21].

Проектом передбачена робота аварійного, евакуаційного, ремонтного і охоронного освітлення, яке представлено люмінесцентними лампами.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

У виробничих і побутових приміщеннях прийнята система загального рівномірного освітлення. Для оцінки освітленості у виробничих приміщеннях передбачено фотоелектричний люксметр Ю-116. Норми параметрів освітлення, згідно ДБН В. 2.5-28-06 приведені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Норми виробничого освітлення

Виробничий шум і вібрація

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується є вентилятори. Джерелами шумів на виробництві є алкілатор та холодильник. 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: алкілатори, преалкілатори, сепаратори, конденсатори, холодильники, трубопроводи. Найбільш шумне місце – це холодильник, рівень звуку досягає 45 дБА, що відповідає нормі)

Службами відділу охорони праці періодично проводяться виміри виробничого шуму, вібрації на робочих місцях, котрі вимірюються за допомогою приладів ВШВ-2, ВШВ-2п вимірниками шуму і вібрації, а також універсальним віброакустичним комплектом фірм RFT (ГДР) і «Бюль і Кеер».

Передбачено істотне ослаблення шуму якісним монтажем окремих вузлів машин і своєчасним проведенням планового запобіжного ремонту.

Для зниження шуму на шляху його розповсюдження передбачається облицювання частини внутрішніх поверхонь звукопоглинальними матеріалами (пінопласт).

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.

Передбачено істотне ослаблення шуму якісним монтажем окремих вузлів машин і своєчасним проведенням планового запобіжного ремонту.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно 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 резиноюв подошвою.

Електробезпека

Цех, який проектується, відноситься до класу приміщень з особливою небезпекою, оскільки присутні дві умови особливої небезпеки:

- Наявність струмопровідної підлоги (металева та бетонна);
- Можливість одночасного дотику людини до неструмопровідних частин електроустановки і металоконструкцій, що мають контакт із землею;
- Обладнання в цеху живиться від трифазної чотирьохпровідної мережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю.

Ураження електричним струмом можливе у результаті впливу дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою та через електричну дугу [22].

Найбільш часто відбувається однофазний дотик людини до мережі змінного струму. Розрахунок сили струму, який проходить через тіло людини, розраховується за формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0}, \text{mA} \quad (6.1)$$

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}}, \text{В} \quad (6.2)$$

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де $R_{л}$ – опір людини (2 – 4 кОм); $R_0 = 4$ – опір заземлення нейтралі джерела струму, Ом; $I_{л}$ – електричний струм, який проходить через людину; $U_{\phi} = 220$ В – фазна напруга.

Згідно з ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустимі значення становлять:

$I_{л} = 6$ мА і $U_{д} = 36$ В змінного струмі в аварійному режимі при $\tau > 1$ с та $I_{л} = 0.3$ мА і $U_{д} = 2$ В при нормальному режимі при $\tau \leq 10$ хв/добу. $R_{л} = 3000$ Ом, $R_0 = 4$ Ом. Тоді згідно з рівняннями 6.1 – 6.2:

$$220 \cdot 10^3 \quad (6.3)$$

$$I_{л} = \frac{220 \cdot 10^3}{3000 + 4} = 73.23, \text{ мА}$$

$$U_{д} = 73.23 \cdot 3 = 219.72, \text{ В} \quad (6.4)$$

Отже, розраховані значення $I_{л}$ і $U_{д}$ значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог ПУЕ в цеху можливі електротравми з тяжкими наслідками.

На проектуваному підприємстві з метою збереження здоров'я персоналу всі струмоведучі частини обладнання, до яких можливий дотик персоналу, ізолювані (опір ізоляції електропроводів вище 0.5 МОм).

Як захист від ураження електрикою розраховано занулення.

Перевіряємо умови забезпечення вимикальної здатності занулення:

$$I_{к.з} \geq 3 \cdot I_{пн.вст}^н \quad (6.5)$$

Визначаємо номінальний струм електродвигуна:

$$I_{ел.дв}^н = \frac{1000 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_{н} \cdot \cos\alpha} = \frac{1000 \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.9} = 17.1 \text{ А} \quad (6.6)$$

де P – номінальна потужність двигуна, кВт; $U_{н}$ – номінальна напруга, В; $\cos\alpha$ – коефіцієнт потужності.

Значення зовнішнього індуктивного опору петлі фаза-нуль для розрахунку береться 0,6 Ом/км.

Визначаємо пусковий струм двигуна:

$$I_{ел.дв}^{пус} = 7.5 \cdot I_{н} = 7.5 \cdot 17.1 = 128.2 \text{ А} \quad (6.7)$$

									ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Розрахуємо номінальний струм плавкої вставки:

$$I_{\text{пус}} = 128.1 \quad (6.8)$$

$$I_{\text{ПЛ.ВС}}^{\text{н}} = \frac{I_{\text{пус}}}{\alpha} = \frac{128.1}{2} = 64.1 \text{ А}$$

де α – коефіцієнт режиму роботи електродвигуна; $\alpha = 2 - 3$ нечастими пусками двигуна.

Визначаємо очікуване значення $I_{\text{к.з}}$ за формулою 6.5:

$$I_{\text{к.з}} \geq 3 \cdot 64.1 = 192.3 \text{ А} \quad (6.9)$$

Вибираємо стандартне значення перетину нульового дроту 4×10 мм і розрахуємо густину струму δ :

$$\delta = \frac{I_{\text{к.з}}}{S} = \frac{192.3}{4 \cdot 40} = 1.6 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \quad (6.10)$$

За табличними даними знаходимо активні і індуктивні опори сталевих провідників. Для цього задаємось перетином і завдовжки нульового $l_{\text{н}}$ і фазового $l_{\text{ф}}$ сталевих провідників:

$$l_{\text{н}} = 50 \text{ м; перетин } 4 \times 40 \text{ мм; } S = 160 \text{ мм}^2;$$

$$l_{\text{ф}} = 100 \text{ м; перетин } \Phi = 8 \text{ мм; } S = 50.27 \text{ мм}^2$$

Перетин нульового провідника і його матеріал вибирається при умові, що повна провідність нульового провідника була не менше ніж половина повної провідності фазового дроту:

$$\frac{1}{R_{\text{н}} + X_{\text{н}}} \geq \frac{1}{2(R_{\text{ф}} + X_{\text{ф}})} \quad (6.11)$$

Активний опір фазового і активного опору нульового дроту вибирається залежно від площі перетину і густини струму:

$$R_{\text{ф}} = r \cdot l_{\text{ф}} = 6.4 \cdot 0.1 = 0.64 \text{ Ом} \quad (6.12)$$

$$R_{\text{н}} = r \cdot l_{\text{н}} = 1.81 \cdot 0.05 = 0.09 \text{ Ом} \quad (6.13)$$

Визначаємо внутрішні індуктивні опори фазового і індуктивного провідників $X_{\text{ф}}$ і $X_{\text{н}}$:

$$X_{\text{ф}} = X_{\text{в}} \cdot l_{\text{ф}} = 6.4 \cdot 0.1 = 0.64 \text{ Ом} \quad (6.12)$$

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$X_H = X_w \cdot l_H = 1.81 \cdot 0.05 = 0.09 \text{ Ом} \quad (6.13)$$

де X_w – індуктивний опір провідника, Ом; l – довжина провідника, км.

Зовнішній індуктивний опір петлі фаза-нуль $X_1 = 0.6 \text{ Ом/км}$.

Загальна довжина петлі фаза-нуль $1.5 \cdot 100 = 150 \text{ м} = 0.15 \text{ км}$, тоді

$X_1 =$

$$0.6 \cdot 0.15 = 0.09 \text{ Ом}.$$

Розрахуємо опір петлі фаза-нуль по залежності 6.14:

$$Z_T = \sqrt{(R_\phi + R_H)^2 + (X_\phi + X_H + X_1)^2} = \quad (6.14)$$

$$= \sqrt{(0.064 + 0.009)^2 + (0.38 + 0.054 + 0.09)^2} = 0.778 \text{ Ом},$$

де Z_T – опір трансформатора, Ом.

Виконуємо перевірку умови надійного спрацьовування захисту:

$$I_{к.з} \geq 3 \cdot I_{пн.вст}^H \geq 462 \geq 3 \cdot 64.1 \text{ А}; \quad (6.15)$$

$$462 > 192.3.$$

Висновок: струм $I_{к.з}$ більше ніж в 3 рази перевищує величину струму плавкової вставки, тому при замиканні на корпус плавка вставка перегорить впродовж 5-7 секунд. Завдяки цьому відбудеться відключення пошкодженої фази.

За значенням номінального I вибираємо плавку вставку серії ПН - 100 з номінальним $I = 80 \text{ А}$ при напрузі мережа 380 В [22].

Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

В проектуваному виробництві використовується різноманітне обладнання: транспортні засоби (електрокари), змішувачі, трубопроводи та реактори, які з точки зору техніки безпеки створюють небезпеку.

Для уникнення травм робітників транспортні шляхи, призначені для цехового транспорту і проходи на території підприємства проектуються таким чином, щоб транспорт було видно заздалегідь; або ж використовують звукові сигнали. Конструкцією колони синтезу передбачено зручність і безпеку її

										Арк.
										39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ					

обслуговування і ремонту, монтажу та демонтажу механізми, вузлів і оснащення.

Частини компресорів, що нагріваються до температури понад 25 ° С, теплоізольовані або закриті кожухом.

Причиною травматизму, смерті може бути падіння важких частин оснащення, тому операції знімання та установки форм максимально механізовані.

Певну небезпеку складає протікання аміаку з трубопроводів, при цьому виникає ризик удушенню, втрати свідомості, смерті.

Трубопроводи, які використовуються для протікання процесу різних стадій алкілування бензолу, регулярно перевіряють на зношування та герметичність [22].

Пожежна безпека

На виробництві, що проектується, можливими джерелами пожежі є перенавантаження електроустаткування, нагріті стінки обладнання, іскри електрообладнання та тертя деталей машин, виникнення електричної дуги при обриві ланцюгів високої напруги, перегріву електроустаткування, а також прямий удар блискавки в будівлю.

За захистом від блискавки виробнича будівля відноситься до III категорії. Будівлі захищаються від прямих ударів блискавки блискавковідводами (стержневі, вкриті ізоляцією). Для захисту від занесення високих потенціалів блискавки по трубопроводам – заземленням їх, перед входом до будівлі.

У якості захисту від дії статичної електрики використане заземлення. Для захисту електрообладнання від загорання застосовуються пристрої захисного вимкнення (реле типу ЕЛ-1, ЕЛ-12.), передбачена ізоляція електропроводки (гетинакс, текстоліт).

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

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- у виробничому корпусі передбачено 6 виходів, що забезпечують евакуацію людей при пожежах;
- через кожні 5.0 – 7.5 м по ланцюгу зовнішнього водопроводу встановлені гідранти;
- передбачений внутрішній протипожежний трубопровід;
- улаштування протипожежних перепон у будівлях, системах вентиляції, опалювальних та кабельних комунікаціях;
- вода береться з водопровідної мережі даного підприємства;
- 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. Показники пожежо- та вибухонебезпечності наведено у таблиці 6.4 [20].

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.4 – Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин

Висновки до розділу

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. Всі наведені рекомендації необхідно взяти до уваги при проектуванні виробничого процесу з алкілування бензолу.

					ДП ХА 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В ході виконання даного дипломного проекту було досліджено схему процесу алкілування бензолу. Було проведене моделювання процесу в програмі – симуляторі Chemcad 6.3.1, в ході якого було пораховано матеріальні баланси вхідних та вихідних речовин, які зійшлись, що свідчить про те, що модель працює правильно. За даним симулюванням було виявлено, що при кількості речовин на вході, що були дані в завданні, на виході процесу буде отримано 997.9 кг вихідного продукту (етилбензолу).

Також була розроблена математична модель для реактору ідеального витіснення, що відповідає алкілятору. Згідно цієї моделі було виконано повірочний розрахунок шляхом знаходження ступеня перетворення реакції в програмі Mathcad 15, а також написаною програмою за допомогою мови програмування javascript. В результаті повірочного розрахунку було підтверджено правильність вибору конструктивних розмірів реактору.

Після цього було побудовано схему автоматизації процесу алкілування бензолу. В результаті було обрано одинадцять регулюючих контурів та сім контурів контролю та реєстрації (в тому числі два контури контролю та реєстрації).

В ході розрахунку економіко – технічних характеристик було розраховано ціну річного випуску, собівартість, капіталовкладення та прибуток за рік від даного виробництва, а також було розраховано економічний ефект, в порівнянні з базовими значеннями.

В розділі охорони праці 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 4121 1490 001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		