ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 8

ВСТУП 9

1 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ГОМОГЕННОГО АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ 10

1.1 Опис реакцій гомогенного алкілування бензену 10

1.2 Технологічний опис процесу алкілування бензену 11

2 РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛЬНИХ БАЛАНСІВ ПРОЦЕСУ АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ 12

2.1 Налаштування середовища ChemCad 12

2.2 Розрахунок матеріального балансу у середовищі ChemCAD 13

3 РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕАКТОРА 18

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля 18

3.2 Розробка кінетичної моделі процесу алкілування бензолу етиленом. 19

3.3 Розрахунок розробленої моделі ідеального змішування алкілуваня бензолу етиленом 20

3.4 Програмний модуль для розрахунку кінетичної моделі ідеального змішування 22

3.5 Вибір оптимальних технічних параметрів реактора 24

4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ ЕТИЛЕНОМ 26

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми 27
4.2 Опис системи автоматизації 29
5 ЕКОНОМІКО – ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕННОГО АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ 53
6 ОХОРОНА ПРАЦІ 62
6.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів на проєктованому об’єкті. Заходи з охорони праці 62
6.1.1 Повітря робочої зони 62
6.1.3 Виробничий шум і вібрація 66
6.1.4 Електробезпека 67
6.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання 68
6.2 Пожежна безпека 69
ВИСНОВКИ 71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 72
Додаток А 75
Додаток Б ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
Додаток В ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
Додаток Г ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
Додаток Д ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

P – тиск;

T – температура;

V – об’єм;

А – амортизація основних фондів;

ВМ – виконавчий мехінизм

ЕВ – етилбензен;

МТБ – матеріальний баланс;

ФОП – фонд оплати праці;

П – прибуток;

С – собівартість;

ОФ – основні фонди;

ОбЗ – оборотні засоби;

Ц – ціна;

ФОП – фонд оплати праці;

КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

ВСТУП

Метою дипломного проєкту є моделювання та автоматизація процесу отримання етилбензену алкілюванням бензену етиленом, розрахунок матеріальних балансів технологічної схеми, розробка моделі реактору синтезу, розробка програмного модуля для розрахунку моделі, проведення аналізу технологічної схеми, розроблення схеми для автоматичного регулювання колони синтезу. Аналіз економічних та екологічних показників. Розробка заходів із охорони праці, під час виробництва.

Етилбензен є важливим прекурсором у для нафтохімічному синтезі. 99% етилбензену, що виробляється у світі, використовується для синтезу стирену (фенілетилену), котрий, у свою чергу, є сировиною для полістирену. Невелика кількість етилбензену використовується як розчинник та антидетонатор. Також алкілування бензолу етиленом широко використовується в для нафтохімічній промисловості, як розчиннике фарби, і у фармацевтичній промисловості [1].

Етилбензен (також 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 для нагадує гас [1].

Через широке використання етилбензену, актуальною є тема контролю за виробництвом та спрощення виготовлення. Важливим аспектом підбору засобів автоматизації є умови в процесі – високий тиск та температура, які повинні бути підтримані для максимальної якості цільового продукту

1 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ГОМОГЕННОГО АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ

1.1 Опис реакцій гомогенного алкілування бензену

Алкілування бензену етиленом та трансалкілування діетилбензенів здійснюється таким чином.

При температурі 110 – 135 °С та тиску 0.5 – 3.0 атм, у присутності каталізатора $AlCl_3$ [2].

Алкілування здійснюється за допомогою активації олефінового каталізатора, після чого відбувається реакція активованого комплексу з алкілбензолом та бензолом.

Всю схему можна розділити на 4 стадії:

1. Реакція C_2H_4 з HCl, в результаті якої отримуємо речовину(хлористий етил), яка розкладається на іони.

2. Формування карбонування

   Формування поляризованого комплекса між алкілгалогенідом та галогенідами алюмінію.

3. На лімітуючій стадії відбувається електрофільна атака бензолу та карбонітів, під час якої формується проміжний σ-комплекс, який має високу енергетичну цінність:

4. Останнім етапом є відведення водню, формування продукту і відновлення каталізатора:

1.2 Технологічний опис процесу алкілування бензену

Алкілування бензену етиленом, відбувається в присутності каталізатора $AlCl_3$, у рідкому вигляді, реакція відбувається при температурі 250 – 425 °С, при тиску 0.1 – 2.5 МПа, мольне відношення етилен:бензен 1:(1-5), об`ємна швидкість подачі бензену 0.5 – 3.5 год$^{-1}$

Технологічна схема гомогенного алкілування бензену передбачає наступні стадії:

1. У реакторі алкілування змішується бензен та етилен, з речовинами, які повернулися з рециклу.
2. Перед поданням у реактор розчин нагрівається до температури 200 °С, при тиску 2.5 МПа
3. Процес алкілування, та переалкілування, в алкілатора, та переалкілаторі, для збільшення ступеня перетворення вихідного продукту
4. Сепарування розчину для розділення з домішками
5. Рецикл побічних речовин
6. Промивка та розділення цільового продукту

Рисунок 1.1 – Схема процесу алкілування бензену:
1 – алкілатор; 2 – переалкілатор; 3 – сепаратор; 4 – кондсесатор;
5 – холодильник

У алкілатор 1 подають етилен, бензол і невелика кількість каталітичного комплексу, знімаючи виділяється тепло киплячим водним конденсатом і генеруючи технологічний пар (при звичайній технології це тепло не утилізується). Отриманий алкілат надходить в переалкілатор 2, куди подають поліалкілбензоли (ПАБ) зі стадії поділу; вони дають з бензолом додаткову

кількість цільового продукту. Алкілат з апарату 2 дроселють до атмосферного тиску, причому, виділену енергію корисно утилізують для випаровування частини бензолу, який конденсують і повертають на алкілування. Рідкий алкілат з сепаратора охолоджують і направляють на нейтралізацію і подальше розділення

2 РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛЬНИХ БАЛАНСІВ ПРОЦЕСУ АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ

2.1 Налаштування середовища ChemCad

Перед початком роботи в системі ChemCad необхідно встановити налаштування відповідно до своїх потреб.

1) Змінимо розмірності програми:

У вкладці Engineering Units обираємо розмірності в системі одиниць СІ (рис. 2.1).

Рисунок 2.1 – Вікно вибору розмірності одиниць

2) Додамо необхідні для моделювання речовини.

Для того шоб отримати список представлених у програмі речовин: обираємо пункт меню Thermophysical де необхідно натиснути Select Components.

Знаходимо речовини необхідні для моделювання процесу (рис. 2.2): бензен, етилен, етилбензен, діетилбензен, толуен та етан.

3) Обираємо знайдені речовини, використані на схемі.

Хімічні апарати також представлені в програмі (рис 3.3), їх можна використати моделювання процесу.

Рисунок 2.2 – Вибір компонентів

Рисунок 2.3 – Бібліотека апаратів у ChemCad

4) Вхідні і вихідні потоки

Останнім кроком при побудові технологічної схеми є виставлення та задання вхідних та вихідних потоків. Прийнято вважати, що при побудові технологічної схеми у її лівій частині вверху до розміщення апаратів необхідно задати вхідні потоки, які зображено піктограмою Feed (вхідний). Після додавання вхідного потоку поруч з піктограмою автоматично з'являється її ID. Останнім кроком є додавання вихідного потоку на схему, цільового продукта, Product в бібліотекі апаратів

2.2 Розрахунок матеріального балансу у середовищі ChemCAD

У даному розділі описано розрахунок матеріальних балансів за допомогю програми-симулятора ChemCad, визначення витрат, загальних та по кожному потоку окремо

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів реалізовано в середовищі Chemcad 7.1.5. Схему процесу зображено на рисунку 2.4. Матеріальний баланс наведено в таблицях 2.3 – 2.6.

Через відсутність в базі програми необхідних апаратів, а саме алкілатора та переалкілатора, було замінено ці компоненти еквівалентним рівноважним

реактором (Equilibrium Reactor), в якому протікає дві реакції даного процесу лдя приведені нижче [8]:

Вхідні речовини, що надходять в реактор необхідно нагріти до температури 200°С та додати тиск до 2,5 МПа.

Рисунок 2.4 –Схема процесу алкілування бензену в CHEMCAD 7.1.5

Для симуляції процесу (рис 2.4), було обрано підібрано апарати, які найбільш точно описують технологічну схему, і задовільняють її. Було обрано змішувач, теплообмінник, рівноважний реактор та сепаратор.

Компоненти, використані при створенні схеми, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Список використаних блоків та матеріальних потоків

Опис апаратів бібліотеки моделей [4]:

1) Mixer– змішувач. Поєднує потоки.
2) Multipurpose Flash – багатоцільовий розділювач. Розділяє декілька компонентів
3) Heat exchanger – теплообмінний апарат. Використовується теплообміну між гарячими та холодними потоками.
4) Equilibrium Reactor – рівноважний реактор. Призначений розрахунку глобальної термодинамічної рівноваги в системі одночасно з матеріальним і тепловим балансами. Таблиця 2.2 – Специфікація апаратів

Параметри, які задавалися в змішувачі зображені на рисунку 2.5.

В даному апараті виконується змішування трьох потоків: двох вхідних, таких як бензен та етилен та потоку, що повертається на рецикл через не подстатній ступінь перетворення вхідних речовин в цільовий продукт потоків та визначається їх тиск 2,5 МПа перед подачею до наступного апарату, що забезпечить даній моделі правильну роботи схеми згідно із заданою технологією.

Рисунок 2.5 –Параметри змішувача

Параметри задані в налаштуваннх теплообмінника показані на рисунку 2.6. В даному теплообмінному апараті було задано температуру вхідного потоку в рівноважний реактор 200°С, забезпечення правильності протікання процесу згідно технології та максимального ступеня перетворення цільового продукту.

Рисунок 3.6 –Параметри теплообмінника

Обраний реактор є ріноважним (Equilibrium Reactor) в якому на першому вікні, що з’явиться потрібно задати кількість хімічних реакцій, які будуть протікати в цьому реакторі, обрати модель реактора (загальний рівноважний, а також задати фазу в якій буде проходити реакція, в даному випадку це рідка фаза з перемішуванням.

Далі необхідно обрати ізотермічний режим роботи реактора, та задати робочу температуру реактора (200°С)

Так, як паралельних реакцій не йде, виставляємо це значення рівним нулю. Після чого вкажемо, рідку фазу протікання реакції, та задаємо стехіометричні коефіцієнти для компонентів реакцій.

Параметри, які задавалися в реакторі зображені на рисунку 2.7а-в.

Рисунок 2.7а –Параметри реактора

Рисунок 2.7б –Параметри першого рівння реактора

Рисунок 2.7в – Параметри другого рівння реактора

Натупним апаратом на схемі являється сепаратор, якій буде розділяти вхідний потік компонентів на два потоки: повернення до змішувача (для збільшення ступеня перетворення кінцевого продукту) та відділення цільового потоку, який піде на вихід з модельованої технологічної схеми на наступні етапи виробництва або на сберігання в певний резервуар.

Вказуємо режим роботи, значення температури і тискі в середині апарату. Цей процес проходить при температурі 45°С та тиску 0,15 МПа.

Параметри, які задавалися в сепараторі зображені на рисунку 2.8.

Рисунок 2.8 – Параметри сепаратора

В таблицях 2.3 – 2.6 наведені матеріальні балансі масообмінних апаратів схеми та загальний матеріальний баланс цієї схеми.

Таблиця 2.3 – Матеріальний баланс змішувача

Перший потік – бензол, другий – етилен. Рецикл - речовина, яка повертається назад, для збільщення ступеня перетворення, до алкілатора, та проходження ще одного циклу

Таблиця 2.4 – Матеріальний баланс рівноважного реактору.

На таблиці 2.4 наведено матеріальний баланс на вході та на виході з реактора.

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс сепаратору.

Матеріальний баланс сепаратора показано у таблицу 2.5, перший стовбчик – сума двух потоків, шостий – повернення до алкілатору, для збільшення ступеня перетворення, сьомий – вихід цільового компонента

Таблиця 2.6 – Загальний матеріальний баланс

В таблиці 2.6 наведеній загальнийматеріальній баланс по входам та виходам зі схеми.

На основі данних розрахунків можна зробити висновок, що сума вхідних та сума вихідних потоків одинакові, отже матеріальний баланс процесу алкілування бензену розраховано вірно. Результати розрахунків наведені у додатку А.

3 РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕАКТОРА

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити програмний модуль для розрахунку концентрацій, та в залежності від них підібрати оптимальні параметри реактору.

Вихідними даними для розрахунку є:

Значення констант швидкостей реакцій алкілування

Температура в реакторі: 200 ^{o}C

Тиск в реакторі: 2.5 МПа

Діаметр реактора: 1.6 м

Середній час перебування в реакторі: 120 с

Швидкість потоку: 0.5 $\frac{\text{кмоль}}{\text{с}}$

Концентрація бензолу: 2.04 $\frac{\text{м}}{\text{кмоль}\cdot\text{с}}$

Концентрація етилену: 1.2 $\frac{\text{м}}{\text{кмоль}\cdot\text{с}}$

Оскільки даний метод підбору оптимальних параметрів реактора є аналітичним, то для розрахунку треба скласти декілька можливих варіантів висоти реактора, та порівняти, при яких с них цільова реакція будет проходити найкращим чином.

3.2 Розробка кінетичної моделі процесу алкілування бензолу етиленом

Вираз для швидкостей кожної реакції, протікаючої в процесі алкілування бензола етилентом, записані в наступному вигляді (Таблиця 3.1)

Таблиця 3.1 – Вирази для швидкостей процесу

де W_n – швидкість, n-ї реакції, моль/(м^3·с), C_i –концентрація і-го компонента, кмоль/м^3, k – константа швидкості, яка знаходится по рівнянню Арреніуса:

$$k = k_0 \exp(-\frac{Ea}{RT})$$

де k_0 – предекспотенційний множник, м^3· кмоль$^{-1}$ · с$^{-1}$, Ea – енергія активації, Дж/моль, R – універсальна газова стала, Дж/(моль·К), T – температура, К.

Розроблена кінетична модель реактора ідеального змішування на основі закона діючих масс представлена у наступному вигляді

$$\frac{dCA}{dt} = \frac{U(C_A - C_{A0})}{V} - k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_B^2 - k_3 C_A C_D - 2k_5 C_A^2 C_B$$

$$\frac{dCB}{dt} = \frac{U(C_B - C_{B0})}{V} - k_1 C_A C_B - k_2 C_A C_B^2 - k_5 C_A^2 C_B - 2k_6 C_B^2 C_T$$

$$\frac{dCC}{dt} = \frac{U(C_C - C_{C0})}{V} + k_1 C_A C_B + 2k_3 C_A C_D + k_4 C_T C_C + k_6 C_B^2 C_T$$

$$\frac{dCD}{dt} = \frac{U(C_D - C_{D0})}{V} + k_2 C_A C_B^2 - k_3 C_A C_D + k_4 C_T C_C$$

$$\frac{dCT}{dt} = \frac{U(C_T - C_{T0})}{V} + 2k_5 C_A^2 C_B - k_4 C_T C_C$$

$$\frac{dCM}{dt} = \frac{U(C_M - C_{M0})}{V} + k_6 C_B^2 C_T$$

де C_6H_6 – A, C_2H_4 - B, C_6H_5-C_2H_5 – C, C_6H_5-$(C_2H_5)_2$ – D, C_6H_5-CH_3 – T, CH_2=CH-CH_3 – M.

Значення констант швидкості реакцій алкілування, при T=200 ^oC та P=2,5 МПа (Таблиця 3.2)

Таблиця 3.2 – Значення констант швидкостей

3.3 Розрахунок розробленої моделі ідеального змішування алкілуваня бензолу етиленом

В результаті розрахунку моделі ми маємо отримати графік зміни концентрацій від часу

Для розрахунку моделі було обрано середовище MathCad 14, через зручність роботи з даними, та через наявність вбудованної функції Rkadapt, яка дозволяє швидко розрахувати систему дифференційних рівнянь.

Для початку на основі раніше описаних даних (таблиця 3.2, 3.1), та початкових даних, запишемо в середовищі (рис. 3.1)

Рисунок 3.1 Початкові умови моделі

Після чого запишемо розроблену кінетичну модель ідеального змішування процесу алкілування бензену етиленом. Для цього створюємо матрицу,кількість рядків якої дорівнює кількості рівнянь нашої системи. Та підставимо початкові умови в модель (рис. 3.2).

Рисунок 3.2 Модель ідеального змішування процесу алкілування бензену етиленом

Після запишу моделі в формат зрозумілий, для середовища розрахунку використаємо вбудовану в MathCad функці. Rkadapt (рис. 3.3). Це функція, яка використовує універсальний метод Ейлера, хоча даний метод не завжди є найбільш швидкодіючим, зате майже завжди приводить до шукаємого результата. Функція приймає такі параметри: вектор початкових умови розмірності n, граничні точки інтервала, на якому шукається рішення, кількість точек, в яких шукається наближене рішення та функція, яка повертає значення у вигляді вектора з n, елементів який містить перші похідні.

$$P := \mathrm{Rkadapt}(XO, 0, 100, 500, D)$$

Рисунок 3.3 Застосування функції Rkadapt

На виході з функції ми маємо вектор розрахованих залежностей зміни концентрації від часу, для кожного елементу, який бере участь в реакції (рис 3.4).

Рисунок 3.4 – Залежність зміни концентрації від часу

Так як, ми отримали залежність концентрації від часу, можем відобразити її у вигляді графіку (рис. 3.5)

Рисунок 3.5 – Графік зміни концентрації від часу

Проаналізувавши графік зміни концентрації (рис. 3.5), можна зробити висновок, що модель розрахована правильно, оскільки концентрація цільового продукту збільшується, а всі інші спадают. Отже модель розрахована правильно.

3.4 Програмний модуль для розрахунку кінетичної моделі ідеального змішування

Програмний м одуль для розрахунку кінетичної моделі було створено за допомогою мови C# із застосуванням графічних елементів. Використано середовище Microsoft Visual Studio 19

Програма реалізовує рішення системи дифференціональних рівнянь методом Ейлера, та виведення графіка зміни концентрації від часу

Також програмний модуль передбачає виведення данних у вигляді таблиці, в якій містяться числові дані.

Головне вікно програмного модуля розробленого продукту представлене на рисунку 3.6.

На даному вікні користувач може ввести необхідні для розрахунку дані.

Після чого натиснути кнопку «Розрахувати» відкриється вікно для виводу даних у вигляді таблиці яка зображена на рисунку 3.7.

Рисунок 3.6 – Головне вікно програмного модулю

В головному вікні користувач може ввести необхідні для розрахунку дані: ліву та праву межі, кількість відрізків, радіус реактора (R), висоту реактора (h), в метрах.

Після вводу даних потрібних для розрахунку, або після їх зміни, необхідно натиснути кнопку “Ок”, у головному меню, після чого в правій частині програми з’явиться вікно з згенерованими, виходячи з вихідних даних рівняннями (рис 3.7). В даному вікні користувач може змінити початкові концентрації елементів, або в разі необхідності корегувати згенеровано рівняння

Рисунок 3.7 – Головне вікно програмного модуля із згенерованими рівняннями

Після вводу початкових концентрацій, користувач повинен натиснути кнопку “Розрахунок”, після чого відкриється вікно “Результати” (рис 3.8). У цьому вікні відображається рішення дифференціальної системи рівнянь, у вигляді таблиці.

Для графічного відображення результатів розрахунку користувачу необхідно перейти до вкладки “Графік” (рис. 3.9), де буде відображено графік зміни концентрацій кожної речовини, яка приймає участь у реакції, залежно від часу перебування у реакторі. Графік автоматично відбирає зручний, для користувача масштаб.

Рисунок 3.8 – Вікно результатів розрахунку

Рисунок 3.9 – Графічне відображення залежності концентрацій речовин від часу перебування в реакторі

Також у програмі міститься вкладка “Про програму”, в якій вказано тему дипломної роботи та автора програми (рис 3.9).

Рисунок 3.9 – Інформаційне вікно програми

Отже, проаналзувавши дані, які отримані з розрахунку MathCad 14 та створенного програмного модуля, було отримано ідентичні результати, що свідчить про правильність розрахунків, у створенному програному модулі.

3.5 Вибір оптимальних технічних параметрів реактора

Після створення програмного додатку, необхідно визначити оптимальні параметри реактора, при яких реакція буде проходити найшвидше, та з найбільшим виходом цільового компоненту.

Для цього візьмемо декілька пар розмірів реактора (висота, радіус), так як радіус 0.8 являється найбільш стандартним, для даного типу реактора, то було почато з цього радіуса (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 Набір параметрів реактора

Після чого, дані пари параметрів було введено, як дані, до розробленого програмного модуля, де було отримано наступні результати (рис 3.10, 3.11, 3.12, 3.13)

Рисунок 3.10 – Перша пара параметрів реактору

Рисунок 3.10 – Друга пара параметрів реактору

Рисунок 3.11 – Третя пара параметрів реактору

Рисунок 3.12 – Четверта пара параметрів реактору

Рисунок 3.13 – П`ята пара параметрів реактору

Проаналізувавши отримані дані залежності концентрацій від часу, можемо зробити виновки, що найбільш оптимальними є наступні параметри реактора: висота – 15 м, радіус – 2 м. При цих параметрах реакція проходить найбіль швидко, та з максимальним виходом, також можна вибрати аналогічний по об’єму реактор.

Блок-схема програмного модулю та код наведені в додатках В – Г відповідно.

4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ ЕТИЛЕНОМ

Технологічний процес в промисловості нерозривно зв’язаний з її автоматизацією технологічних процесів. Автоматизація ефективно застосовується на сучасному етапі розвитку людства з метою досягнення зростання показників ресурсозбереження, поліпшення екології навколишнього середовища якості та надійності продукції. В зв'язку з бурхливим розвитком мікропроцесорної техніки і персонально електронно-обчислювальних машин, функціональні можливості яких дають змогу використовувати найдосконаліші методи в рамках сучасних складних систем управління. Мікропроцесорні пристрої та електронно-обчислювальних машини, пов’язані між собою обчислювальними та керуючими мережами з використанням загальних баз даних, дозволяють впроваджувати комп’ютерні технології у нетрадиційній сфері діяльності підприємства, що проявляється в інтеграції виробничих процесів та управління ними [12].

В безперервних технологічних процесах матеріальний потік та інформація, що його відображає, безперервні. Матеріальний потік, який проходить через технологічне обладнання і зазнає там в кожну мить часу зміни своїх властивостей, є неперервним. До безперервних відносять виробництва, у яких вимагається регулювати витрату, тиск, температуру, напругу, переміщення рухомих елементів та інші величини в усьому діапазоні їх змін. Це різноманітні хімічні реактори, процеси приготування харчових продуктів, металургія, системи постачання теплом, водою та електроенергією. У безперервних виробництвах зайнято мало людей, тому за рахунок автоматизації можна знизити витрати матеріалів та енергії або усталити технологічний процес, усунувши його залежність від суб'єктивних чинників. Для керування таким виробництвом, вимагається узгодження динамічних характеристик об'єкту керування і системи автоматичного регулювання в усьому інтервалі зміни регульованих величин [12].

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Основне завдання – підтримка необхідних технологічних параметрів.

Аналіз технологічної схеми показав, що метою процесу є отримання етилбензену заданої якості. Основними апаратами є реактор(алкілатор) та переалкілатор, в яких необхідно підтримувати такі параметри:

- витрату бензену;
- витрату етилену;
- витрату каталізатору на вході до реактору;
- витрату поліалкілбензолів;
- витрату гріючого масла для підтримання заданої температури в реакторі.

Допоміжно необхідно контролювати проміжні потоки, та потік на виході, параметри в алкілаторі (температуру, тиск), в сепараторі (температуру, тиск), рівень в конденсаторі.

Проаналізувавши дану схему було встановлено необхідний рівень автоматизації. Було вибрано параметри, які підлягають автоматизації.

Згідно з вибраними параметрами регулювання, контролю, сигналізації були вибрані місця для заміру параметру кожного параметру на технологічному об’єкті та номінальні значення параметрів, межі їх зміни (таблиця 4.1).

Схема автоматизації зображена на рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю процесу алкілування бензену

Продовження таблиці 4.1

Продовження таблиці 4.1

В результаті було розроблено схему автоматизації, яка складається з 7 контурів регулювання, та 12 контурів контролю (витрата, тиск, рівень, температура) (рис. 4.1).

При виборі приладів та засобів автоматизації слід дотримуватись наступних правил [12]:

- 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.

Тому для автоматизації процесу алкілування бензену були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників [13-18].

Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Д.

4.2 Опис системи автоматизації

Контроль та регулювання температури

Найбільш важливим фактором, який впливає на продуктивність керування процесу та отримання цільового продукту є підтримка заданої температури в апаратах. В даній схемі необхідно підтримувати температуру в алкілаторі, переалкілаторі, сепараторі, холодильнику.

Вибір обладнання було виконано за допомогою каталога [26].

Для вимірювання температури (алкілатора, переалкілатора, сепаратора, конденсатора та холодильника) з необхідною точністю було обрано термометр опору марки ТСМ- 1187 (поз. 12-1, 13-1, 15-1, 18-1, 19-1), який використовується для вимірювання температури у рідких та газоподібних речовинах з малою похибкою, перетворюючи опір у сигнал виду 4 – 20 мА, діапазон вимірюваної температури складає від -50ºС до 200ºС. Отриманий сигнал з термоперетворювача передається ПІД-регулятор марки ТРМ10 (поз. 12-2, 13-2, 15-2, 18-2, 19-2), який показує виміряну температуру та передає регулюючий вплив, у контурі регулювання, на ВМ та на вимірювач 2ТРМ0 (поз. 13-2, 18-2), який показує значення температури.

ВМ марки МЭО-40, регулюється витрата води на вході у реактор алкілування та в 15 контурі регулює витрату хладоагенту на вході в холодильник, необхідна температура в якому - 45 °С (поз. 12-3, 15-3, 19-3).

Контроль та регулювання витрат

Для контролю та регулювання витрати в контурах l, 2, 3, 10 використовується ротаметр витратомір марки Н250 М40 (поз. l-l, 2-l, 3-l, 4-1, 5-l, 6-l, 7-l, 8-l, 9-l, 10-l), діаметр умовного проходу 15 – 200 мм, температура вимірюваного середовища від -196 до 400 °С, прилад включає в себе вбудований первинний перетворювач у вихідний сигнал 4 – 20 мА.

Рисунок 4.1 – Схема автоматизації

На регулятор ТРМ10 (поз. l-2, 2-2, 3-2, 10-2), приходить сигнал, з витратоміру, він відображає значення витрати, і надсилає регулюючий вплив на ВМ марки МЭО-40 (поз. l-3, 2-3, 3-3, 10-3).

Контури 4, 5, 6, 7, 8, 9 виконують функцію контролю проміжних витрат, на вимірювач 2ТРМ0 приходить сигнал, з витратоміру на трубопроводі(поз. 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2, 9-2).

Контроль та регулювання тиску

Значення тиску, також є дуже важливим параметром для підтримання якості виходу. Для контролю тиску в контурах ll, l4 та l7 використано вимірювальний перетворювач тиску марки РС-28 (поз. ll-l, l4-l, l7-l), який використовується для вимірювання тиску від 0 до 4 МПА в рідких і газоподібних середовищах, вихідний сигнал манометру 0 – 20 мА. Цифровий манометр передає сигнал на ПІД-регулятор ТРМ10, який використаний для сигналізації (поз. ll-2, l4-2, l7-2). Для сигналізації верхньої межі тиску використовуються індикаторні лампи марки ЛС 47-2 (поз. HLl, HL2, HL5).

Контроль та регулювання рівня

Для контролю та сигналізації рівня в контурі 16 використовується промисловий рівнемір марки OPTIFLEX 1300 (поз. 16-l), температура вимірюваного середовища -50 – 300°С, точність 0.3 і максимальна висота ємності до 35м. Прилад включає в себе вбудований первинний перетворювач в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з рівнеміру передається на показуючий ПІД – регулятор марки ТРМ10 (поз. 16-2), який відображає вимірюваний рівень та виконує функцію сигналізації. Для сигналізації верхньої та нижньої межі рівня використовуються індикаторні лампи марки ЛС 47-2 (поз. HL3, HL4).

Розроблена схема дозволить вести технологічний процес алкілування бензену за технологічними нормами. А також схема монтажу термометру опору в трубопровід наведено в додатку Е.

5 ЕКОНОМІКО – ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕННОГО АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗЕНУ

КВЕД – 20.59.

За розрахунками за один цикл (*Змішування реагентів, нагрівання розчину, процес алкілування, Розділення етилбензену та домішок*), який триває 4 години повинні отримати 957,145 кг етилбензену.

Проаналізувавши ринок України, було визначено, що для задоволення потреби інших виробництв та інших споживачів необхідно виготовляти 2000 тон етилбензену за рік. Було підібрано обладнання та визначено необхідну кількість сировини. Потужність також було збільшено на 96 тон, на випадок збільшення попиту.

Так як один цикл виробництва триває 4 години, для того щоб за зміну 8 годин встигнути закінчити 2 цикли, було обрано безперервне виробництво в 3 зміни по 8 годин, без перерв, так як виробничий процес складається з 4 операцій і триває 4 години.

Послідовний рух предметів праці – це ВРПП, під час якого обробка сировини проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію. Тому для даного виробництва доцільно використати послідовний ВРПП [19].

Виробництво етилбензену включає виконання наступних операцій:

1. *Змішування реагентів (70 хв.)*
2. *Нагрівання розчину до температури 200 ^oC (20 хв.)*
3. *Процес алкілування (130 хв.)*
4. *Розділення етилбензену та домішок (20 хв.)*

Розрахуємо тривалість виробничого одиничного завантаження:

$$\text{Т}_{\text{ВЦ}} = \sum_{i=1}^{n} t_i = 70 + 20 + 120 + 20 = 240\ хв = 4\ год$$

За одну робочу зміну кількість завантажень *В* становить:

$$B = \frac{T_{роб.дня}}{T_{ВЦ}} = \frac{8}{4} = 2$$

Тобто маємо повних 2 цикла за зміну 8 год.

Отже, за одну зміну підприємство виробляє 1914,29 кг готової продукції, за добу – 5742,87 кг, за рік – 2096,147 тонн.

Виробничий цикл для процесу отримання етилбензену зображений на рисунку 5.1

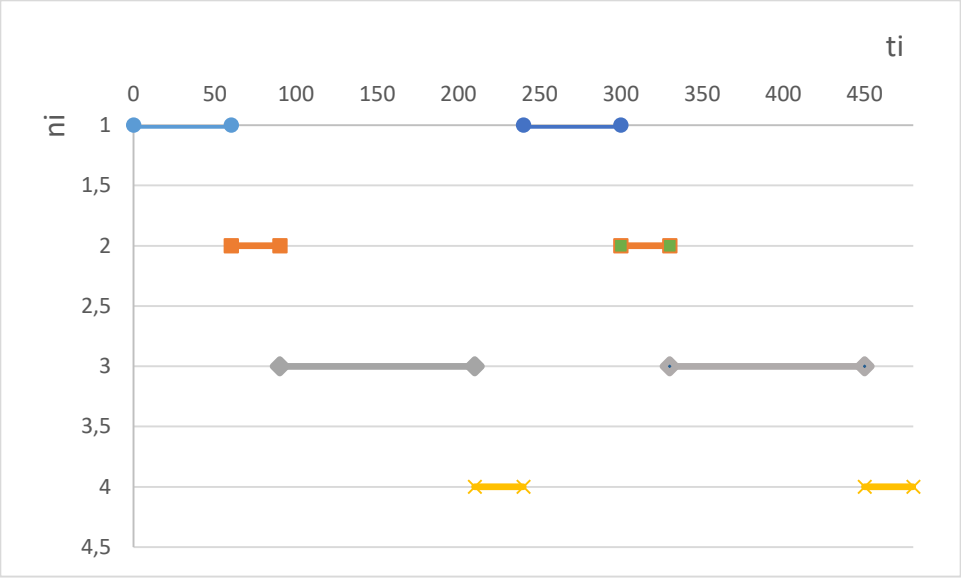

Рисунок 5.1 – Виробничий цикл послідовного типу

Для обраного ВРПП та для виконання повного обсягу робіт, з дотриманням всіх вимог, необхідними працівниками на одній зміні є: начальник зміни, 3 хіміки-апаратники та слюсар-механік. На підставі цього приймаємо Чяв = 5 осіб. Перелік осіб, необхідних для роботи наведено в таблиці 5.1. Так як виробництво не шкодить здоров'ю людини, отримуємо 3 зміни по 8 годин, безперевне, виробчничий процес складається із 4 операцій, які в сумі тривають 4 години

Таблиця 5.1 – Перелік песоналу

Графік змінності підприємтсва: 1-а зміни: 7.30-15.30; 2-а зміна: 15.30 - 23.30; 3-я зміна: 23.30- 7.30.

Для забезпечення безперервної роботи виробництва необхідно 4 бригади. Складемо графік змінності (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 – Графік змінності основних виробничих працівників

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

$$\text{Т}_{\text{факт.}}^{\text{роб.}} = \frac{365}{\text{Т}_{\text{зм.об.}}}(\text{Т}_{\text{зм.об.}} - \text{Т}_{\text{вих.}}) * \text{Т}_{\text{змін}} = \frac{365}{16}(16-4) * 8 = 2190 \text{ год}$$

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

Розраховуємо чисельність персоналу за списком:

$$T_{\text{рік}}^{\text{прац}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}{}^{*} - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1)$$

$$= 2016 \text{ годин};$$

$$\text{Кперерах.} = \frac{\text{Т}_{\text{факт.}}^{\text{роб.}}}{T_{\text{рік}}^{\text{прац}}} = \frac{8760}{2190} = 4$$

$$\text{Чсп} = \text{Чяв} * \text{Кперерах} + 6 = 26$$

$$\text{Т}_{\text{перепрац}} = 2190 - 2016 = 174 \ \frac{\text{год}}{\text{рік}}.$$

Таблиця 5.3 – Графік змінності робітників, від яких не залежить виробничий процес

Фактична тривалість роботи керуючого персоналу на рік розраховуємо за формулою :

$$T_{\text{вир.факт}}^{\text{н.у.}} = \frac{365-11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) = 2016 \text{ годин}.$$

$$Т_{перепрац} = 2016 - 2016 = 0\ \frac{год}{рік}.$$

Перепрацювання кожного з працівників, що працюють позмінно складає 174 год/рік, працівників, які працюють в одну зміну – 0 год/рік, що враховано при нарахуванні заробітної плати.

Розрахуємо фонд оплати праці:

$$ФОП = 12 \cdot ЗП * 1{,}22 = 12 \cdot 224000 * 1{,}22 = 3\ 279\ 360 \frac{грн}{рік}$$

Відрахування на соціальні заходи здійснюються за встановленим законодавством ставками від витрат на оплату праці і складає 22%.

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 [20].

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 [20].

Проміжний контроль – це перевірка технологічної дисципліни при виконанні технологічного процесу. Виконується начальником зміни, який веде журнал проміжного контролю [20]. Здійснюється на кожній зміні, кожну годину.

Заключний контроль – це оцінка якості готової продукції (етилбензолу). Основна мета цього контролю – виявлення браку. Заключний контроль проводить начальник зміни, після завершення циклу виробництва. Результати заключного контролю заносять до журналу заключного контролю, згідно якого оформляється паспорт на продукцію [20].

Затрати на сировину зручно привести у вигляді таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості сировини для виробництва етилбензену.

Річні затрати на сировину та реагенти: $З_c = 1\,522\,844\,130$ $грн./рік$

Розрахуємо витрати електроенергії.

Період роботи підприємства за рік Т = 8760 год.

$$З_{\frac{e}{e}} = \sum (Т_{рег} \cdot T) \cdot P_{обл}^{річ},$$

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

$Р^{річ}_{об}$ – річна потужність обладнання, 8200 кВт год. (сумарна по всьому технологічному обладнанню).

Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік. Річні витрати на електроенергію:

$$З_{\frac{e}{e}} = (2{,}69 \cdot 4380) \cdot 8200 + (1{,}5 \cdot 4380) \cdot 8200 = 151\,488\,040\ \frac{грн}{рік}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 1540 м^2; тарифна ставка на опалення: 40 грн./м^2 міс; Сезон опалення: 6 місяців

$$З_{опал.} = 1540 \cdot 40 \cdot 6 = 369\,600 \frac{грн}{рік}$$

Вартість оборотних засобів таким чином становить:

$$ОбЗ = 1522844130 + 3\,279\,360 + 151488040 + 369600$$
$$= 1\,677\,980\,530 \text{ грн/рік}$$

Амортизаційні відрахування. Здійснюються за прийнятими методами і нормами.

$$A = \frac{Ф_{пп} + К + Р - Л}{Т_{експ}}$$

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 5.5 – Основні фонди

Основні фонди – 12 179 000 грн/рік;

Амортизація – 638 800 грн/рік;

Сумарні цехові витрати наведено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Сумарні затрати цеху виробництва етилбензену

Отже, собівартість продукції складає:

$$C = 1\,522\,844\,130 + 151\,488\,040 + 369\,600 + 3\,279\,360 + 638\,800$$
$$= 1\,678\,619\,930 \text{ грн./рік}$$

Ціна реалізації кінцевої продукції, розрахуємо ціну річного випуску продукції:

$$\text{В}_{рік}^{грн} = \text{Ц} \cdot B_{рік} = 1\,000 \cdot 2096{,}147 = 2\,094\,147\,000 \text{ грн/рік}$$

Собівартість одного кг продукції:

$$C = \frac{C_p}{\text{В}_{рік}} = \frac{1\,678\,619\,930}{2\,096\,147} = 801{,}57 \text{ грн./кг}$$

Визначаємо прибуток підприємства:

$$\text{П} = \text{В}_{рік}^{грн} - C = 2\,094\,147\,000 - 1\,678\,619\,930 = 417\,527\,070 \text{ грн/рік}$$

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{\text{П}}{C} \cdot 100\% = \frac{417\,527\,070}{1\,678\,619\,930} * 100 = 24{,}69\%$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = O\text{Ф} + O\text{бЗ} = 12\,179\,000 + 1\,677\,980\,530 = 1\,690\,159\,530 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{\text{П}}{\text{К}} = \frac{417\,527\,070}{1\,690\,159\,530} = 0.247 \text{грн/грн}$$

Період повернення капіталовкладень:

$$\text{Т}_{пов.} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0{,}247} = 4{,}04\ роки = 1478 \text{ днів.}$$

Фондовіддача основних засобів виробництва:

$$\text{ФВ} = \frac{\text{В}_{рік}^{грн}}{O\text{Ф}} = \frac{2\,094\,147\,000}{12\,179\,000} = 171{,}94 \text{ грн/грн}$$

Фондоємність:

$$ФЄ = \frac{1}{ФВ} = \frac{1}{171,94} = 0.0058\ грн/грн$$

Зведемо всі розраховані в розділі 5.2 показники до таблиці 5.7

Таблиця 5.7 – Основні техніко – економічні показники підприємства з виробництва етилбензену

За знайденими техніко-економічними показниками можна зробити висновок, що дане підприємство є прибутковим.

Розрахуємо калькуляцію для автоматизованого виробництва:

За рахунок автоматизації виробництва кількість апаратників на зміни зменшилося з трьох людей до двох, які можуть контролювати процес. До вартості обладнання додано ціну на прилади автоматизації: 150000 грн. Також після автоматизації схеми за рахунок точнішого контролю технологічного процесу збільшена якість вихідного продукту, що дозволить підвищити ціну даного продукту при реалізації на 1% і складе 1010 грн/кг.

Таблиця 5.8 – Персонал підприємства після автоматизації

ФОП = 196000*12*1,22 = 2 869 440 грн

Основні фонди – 12 329 000 грн/рік;

Амортизація – 668 800 грн/рік;

Отже, собівартість продукції складає:

$$C = 1\ 522\ 844\ 130 + 151\ 488\ 040 + 369\ 600 + 2\ 869\ 440\ + 668\ 800$$
$$= 1\ 678\ 240\ 010\ грн./рік$$

Ціна реалізації кінцевої продукції, розрахуємо ціну річного випуску продукції:

$$В_{рік}^{грн} = Ц \cdot B_{рік} = 1010 \cdot 2096{,}147 = 2\ 117\ 108\ 470 \text{ грн/рік}$$

Собівартість одного кг продукції:

$$C = \frac{C_p}{В_{рік}} = \frac{1\ 678\ 240\ 010}{2096147} = 800{,}63 \text{ грн./кг}$$

Визначаємо прибуток підприємства:

$$П = В_{рік}^{грн} - C = 2\ 117\ 108\ 470 - 1\ 678\ 240\ 010 = 438\ 868\ 460 \text{ грн/рік}$$

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{П}{C} \cdot 100\% = \frac{438\ 868\ 460}{1\ 678\ 240\ 010} * 100 = 26{,}15\%$$

Капіталовкладення:

$$К = ОФ + ОбЗ = 12\ 329\ 000\ + 1\ 677\ 571\ 210 = 1\ 689\ 900\ 210 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{П}{К} = \frac{438\ 868\ 460}{1\ 689\ 900\ 210} = 0.259 \text{ грн/грн}$$

Період повернення капіталовкладень:

$$Т_{пов.} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0{,}259} = 3{,}86\ роки = 1409 \text{ днів.}$$

Фондовіддача основних засобів виробництва:

$$ФВ = \frac{В_{рік}^{грн}}{ОФ} = \frac{2\ 117\ 108\ 470}{12\ 329\ 000} = 171{,}71 \text{ грн/грн}$$

Фондоємність:

$$ФЄ = \frac{1}{ФВ} = \frac{1}{171{,}71} = 0.0058 \text{ грн/грн}$$

Зведемо всі розраховані показники після автоматизації виробництва до таблиці 5.9

Таблиця 5.9 – Основні техніко - економічні показники автоматизованого підприємства з виробництва етилбензену

За знайденими техніко-економічними показниками можна зробити висновок, що підприємство після автоматизації є більш прибутковим, тобто автоматизація даного виробництва має сенс.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Судячи з технологічної схеми проєкту у виробництві приступні шкідливі, пожежонебезпечні речовини і матеріали, використовується механічна, теплова, електрична енергії та температура в апаратах.Всі проєктні рішення прийнято з урахуванням вимог охорони праці [21].

У цьому розділі було виявлено та проаналізовано всі можливі небезпечні фактори, та розроблено заходи по їх припиненню

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

6.1.1 Повітря робочої зони

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

У таблиці 6.1 показані прийняті проєктом гігієнічні норми параметрів мікроклімату в приміщенні цеху, що проєктується, а в таблиці 6.2 – допустимі норми.

Таблиця 6.1 – Оптимальні значення норм мікроклімату цеху

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

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

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

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

Таблиця 6.2 – Допустимі значення норм мікроклімату цеху

У таблиці 6.3 наведена коротка санітарна характеристика цеху у відповідності до ГОСТ 12.1.005.88.

Таблиця 6.3 – Санітарна норма цеху

Продовження таблиці 6.3

Проєктом передбачено, шо є два види вентиляції: природна та механічна

Природна вентиляція має неорганізований характер. Механічна система є припливно-витяжного типу. Передбачається схема вентиляції «згори до низу». У приміщенні цеху передбачена загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція та місцева припливно-витяжна вентиляція. Також присутні витяжні шафи.

При порушенні технологічної роботи цеху, можливі викиди безнолу, а також етилену. На проєкті передбачені попередні і періодичні (один раз на рік) медогляди персоналу. Проєктом передбачено проводити наступні заходи [22]:

- 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.

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, розряд зорових робіт у робочому приміщенні відділення –VIII. Норми освітлення для даного розряду наведено у таблиці 6.4.

Система природного освітлення – комбінована.

Проєктом передбачене використання суміщеного освітлення. Природне освітлення є бічним одностороннім, забезпечується за допомогою вікон. Штучне освітлення є комбінованим, до загального освітлення додаються світильники. 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 [22].

У разі аварійного освітлення, мінімальна освітленість складає 5 % від нормованої, але не менше 2 лк. Передбачається освітлення на стінах основних проходів, над аварійними виходами та над сходами не менше 0,5 лк, на відкритих майданчиках – не менше 0,2 лк. Для оцінки освітленості у виробничих приміщеннях передбачено фотоелектричний люксметр Ю-116 [23].

Окрім виробничого цеху, на виробництві також присутній цех операторів АСУТП, схема якого показана на рисунку 6.1. Площа цього приміщення становить 18 м^2. В цьому приміщенні розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

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

Таблиця 6.4 – Норми штучного та природного освітлення робочого приміщення

Рисунок 6.1 – Схема операторної кімнати виробництва

Розрахунок штучного освітлення виконаємо для приміщення площею 15м^2, ширина А якої складає 3м, довжина В – 5м, висота - 3м. Скористаємося методом використання світлового потоку . Для визначення потрібної кількості

світильників, що повинні забезпечити задовільний рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою [22]:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \qquad (6.1)$$

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

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

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=15м^2);

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);

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:

$$I = \frac{S}{h_p(A+B)} = \frac{15}{1(5+3)} = 1{,}875 \qquad (6.2)$$

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

Знаючи індекс приміщення I знаходимо значення η = 0,57.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

$$F = \frac{300 \cdot 1{,}5 \cdot 15 \cdot 1{,}1}{0{,}57} = 13026 \ Лм \qquad (6.3)$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ-40, світловий потік, яких складає F = 3120 Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках:

$$N = \frac{F}{Fл} = \frac{13026}{3120} \approx 4 \qquad (6.4)$$

де N – кількість ламп, що визначається;

F - світловий потік;

Fл - світловий потік лампи.

Схема розташування світильників в операторській (приміщення на рисунку 6.1) зображена на рисунку 6.2.

Рисунок 6.2 – Схема розташування світильників в приміщенні

В приміщенні застосовуються світильники типу НОДЛ. Кожен світильник складається з двом ламп.

6.1.3 Виробничий шум і вібрація

Вентилятори на виробництві є джерелом вібрації.

Виробничий шум йде від апаратів, таких як: холодильник, переалкілатор, алкілатор. Для зниження рівня шуму на робочому місці для оператора, дані апарати закриті кожухом, який виконано зі звукоізолюючого метеріалу.

Виходячи з положень ДСН.3.3.6.0.37-99, допустимий рівень шуму для цехових приміщень складає 60 дБА. На проєктованому виробництві як обладнання використовуються: алкілатори, преалкілатори, сепаратори, конденсатори, холодильники, трубопроводи. Фактичне значення рівня шуму складає 45 дБА, що задовольняє нормі [22].

Службою охорони праці періодично проводяться виміри виробничого шуму, вібрації на робочих місцях, які вимірюються за допомогою приладів ВШВ-2, ВШВ-2п вимірниками шуму і вібрації, а також універсальним віброакустичним комплектом фірм RFT (ГДР) [22].

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

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої:

- перегородки;
- екрани;

- об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум.

Для зниження рівня вібрації на виробництві, під вібруюче устаткування встановлені амортизатори у вигляді сталевих пружин [22].

6.1.4 Електробезпека

Заводське електроустаткування живиться від трифазної чотирьохпровідної електромережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Для змінного струму з частотою 50 Гц гранично допустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини при роботі електричного обладнання [23].

- в нормальному режимі: $I_Л = 6$ мА, $U_{дот} = 36$ В;
- в аварійному режимі: $I_Л = 0{,}3$ мА, $U_{дот} = 2$ В.

Порівнюємо розрахункове значення з гранично допустимим, згідно ГОСТ 12.1.038-92:

$$I_Л = \frac{U_ф \cdot 10^3}{R_Л + R_0}, \text{мА}, \quad (6.5)$$

де $R_Л$ – опір тіла людини, Ом; $R_Л = 2000$ Ом;

R_0 – опір нейтралі заземлення, Ом; $R_0 = 4$ Ом;

$U_ф$ – фазова напруга, В.

$$U_д = I_Л \cdot R_Л, \text{В} \quad (6.6)$$

$$I_Л = \frac{220 \cdot 10^3}{2000+4} = 110 \text{ мА}; \quad (6.7)$$

$$U_д = 0{,}11 \cdot 2000 = 220 \text{ В}. \quad (6.8)$$

З порівняння розрахованих та допустимих значень величини, можна помітити, що при порушенні правил улаштування електроустановок можливе травмування працюючого персоналу з важкими наслідками. До приміщень з підвищеною електронебезпекою відносяться виробничі приміщення цеху, у зв’язку з наявністю залізобетонних конструкцій та струмопровідних підлог.

Травмонебезпечними є: проводка, лампи, трубопроводи, установки

Ураження працівників електричним струмом може виникнути в результаті контакту з відкритими струмоведучими частинами, до струмопровідних не струмоведучих елементів устаткування, що опинились під напругою в результаті несправної ізоляції, а також ураження кроковою напругою чи через електродугу [22].

Як захист від прямого дотику, застосовуються оболонки та огорожі, тобто струмоведучі частини вміщені в оболонки або розташовані за огорожами для уникнення контакту з людиною. Також передбачено використання подвійної ізоляції. З подвійною ізоляцією виготовляється розетки, переносні світильники, вимикачі та електровимірювальні прилади [22].

Передбачено електроблокування, що дозволяє при відкритті дверей огороджень, дверей корпусів та кожухів і при знятті кришок вимикати напругу.

Технічні засоби забезпечення електробезпеки, що передбачені проєктом: захисний поділ мереж, заземлення.

Для забезпечення захисту від статичної електрики, передбачено – заземлення металевих та електропровідних частин устаткування цеху.

Будинки захищені стрижньовими блискавковідводами для запобігання прямих ударів блискавки та нанесення шкоди приміщенню і персоналу [22].

6.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

В даному проєкті використовується обладнання яке може спричинити травми людині

Для створення безпечних умов праці, а також для зменшення вірогідності аварійних ситуацій передбачені наступні заходи [23]:

- для мінімізації травм робітників транспортні шляхи, призначені для цехового транспорту і проходи на території підприємства проєктуються таким чином, щоб транспорт було видно заздалегідь або ж використовують звукові сигнали;

- конструкцією колони синтезу передбачено зручність і безпеку її обслуговування і ремонту, монтажу та демонтажу механізмі, вузлів і оснащення;
- частини компресорів, що нагріваються до температури понад 25°С, теплоізольовані або закриті кожухами;
- причиною травматизму, смерті може стати падіння частин оснащення, тому операції знімання та установки обладнання максимально механізовані;
- трубопроводи, що використовуються для протікання процесу різних стадій алкілування бензену, регулярно перевіряють на герметичність та цілісність.

6.2 Пожежна безпека

На виробництві, що проєктується, 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 [24].

При проєктуванні 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 [24].

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 [25].

Також в цеху встановлені місця для куріння, порядок проведенння ремонтів та оглядів електроустановок, технологічного та вентиляційного обладнання. На поверхах вивішено плани евакуації людей. Евакуаційні виходи, двері та пожежні драбини у справному стані та мають вільний доступ [25].

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті було виконано комп’ютерне моделювання та автоматизація процесу алкілування бензену.

- Проаналізовано технологічну схему та процес алкілування бензену.
- Змодельовано процес в програмі-симуляторі Chemcad 7.1.5. та досліджено матеріальний баланс.
- Виконано розрахунок математичної моделі процесу в MathCad 14.
- Розроблено відповідно до технічного завдання обчислювальний модуль для розрахунку оптимальних параметрів реактора. Розроблено за допомогою середовище MS Visual Studio
- Розроблено схему автоматизації процесу алкілування бензену, яка містить 7 контурів регулювання та 12 контурів контролю. Підібрано необхідне обладнання відповідно до технологічної схеми
- Розраховано техніко-економічні показники виробничого процесу отримання етилбензену, за якими визначено, що дане виробництво є прибутковим, також було розраховано економічний ефект від запровадження автоматизації.
- Проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, визначено шляхи їх усунення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Етилбензен. Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Етилбензен. (дата звернення 12.05.2020)
2. Thermodynamic Analysis of Benzene Alkylateon with Ethylene URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876619615000868. (дата звернення 12.05.2019).
3. Способ алкилирования бензола этиленом и катализатор для его осуществления URL: https://www.freepatent.ru/patents/241368 . (дата звернення 12.05.2020).
4. Способи добування етилбензолу URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/ranskij_organ_himiya_ekolog/3.2.4.html. (дата звернення 12.05.2020).
5. Liquid phase alkylation of benzene with ethylene URL: https://www.slideshare.net/lethanhphuong9/liquid-phase-alkylation-of-benzene-withethylene. (дата звернення 12.05.2020).
6. Бугаєва Л. М., Бойко Т. В., Безносик Ю. О. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів: підручник. Київ, Інтерсервіс, 2017. – 254 с.
7. Денисюк М. Ю., Мацібура О. П., Черняк А. Ю., Бугаєва Л. М., Безносик Ю. О. Сучасні програми - симулятори для моделювання та розрахунку хіміко-технологічних систем. Сборник публикаций Научно-информационного центра «Знание» по материалам международной научно - практической конференции: «Развитие науки в XXI веке » – 2 Часть: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – Д. : научно-информационный центр «Знание», 2015. - г. Харьков 2015 – с. 65-69.
8. Способ алкилирования бензола этиленом URL: https//findpatent.ru/patent/226/2261854.html. (дата звернення 12.05.2020).

9. CHEMCAD 7 User Guide URL: https://www.cemsttions.com/content/docuents/CHEMCAD7User_Guide.pdf. (дата звернення 14.04.2020).

10.Остапенко Ю. О. Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів керування: Підручник для студентів ВНЗ напрямку підготовки 050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”– К.: Задруга, 1999. – 424 с.: Іл. – Бібліогр. в кінці розділі.

11. Теорія автоматичного керування: метод. вказівки і завд. до викон. домашньої контр. роб. та самостійної роботи для студ. напр. підг. 6.050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” [Текст]. За ред. С.Г. Бондаренко, О.В. Сангінова, Київ, 2013 – 102 с.

12. Автоматизація виробництва Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wikiАвтоматизація_виробництва. (дата звернення 13.05.2020).

13. ОВЕН URL: https://www.owen.ru/product/trm10. (дата звернення 20.05.2020).

14.Види руху предметів праці. URL: http://um.co.ua/10/10-8/10-83816.html (дата звернення 17.05.2020).

15. Організація контролю якості продукції на підприємстві URL: http://pidruchniki.com/15890315/ekonomika/organizatsiya_kontrolyu_yakosti_produktsiyi. (дата звернення 17.05.2019).

16. Основи охорони праці [Текст]. Підручник, 2-е видання, доповнене та перероблене./ За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського - К.: Основа. 2006. - 448 с.

17. Орленко, А. Т. Методичні вказівки щодо загальних вимог з охорони праці до технологічних процесів і обладнання при переробці пластмас у вироби [Текст] : навч. посіб. для студ. ВНЗ / А. Т. Орленко, І. О. Фоменко, Ю. О. Полукаров, Н. А. Праховнік. – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 30 с.

18. Законодавство про охорону праці URL: https://refdb.ru/look/1076513-pall.html.

19. Рябов И. В. Пожарная безопасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности [Текст]. - М.: Химия,1970. - 336 с.
20. Саущев В. С. Пожарная безопасность хранения химических веществ [Текст]. –М.:Стройиздат,1982.-128 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Розрахунок матеріального балансу ChemCad 7.1.5