

Зміст

Перелік умовних позначень	9
Вступ.....	10
1.1 Опис процесу каталітичного окислення метанолу.....	12
1.2 Технологічна схема процесу каталітичного окислення метанолу	13
1.3 Аналіз структури ХТС процесу каталітичного окислення метанолу	16
2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу каталітичного окислення метанолу	18
2.1 Теоретичні засади розрахунку матеріального балансу.....	18
2.2 Розрахунок ХТС каталітичного окислення метанолу з використанням програми ChemCad	19
3 Автоматизований розрахунок комбінованого реактора для процесу каталітичного окислення метанолу	32
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля	32
3.2 Теоретичні положення	33
3.3 Програмний модуль для моделювання процесу каталітичного окислення метанолу.....	36
4 Автоматизація технологічної схеми процесу каталітичного окислення метанолу	39
4.1 Аналіз технологічної схеми	39
4.2 Визначення параметрів автоматизації	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Контроль та регулювання температури	41
4.2.2 Контроль та регулювання витрати	42
4.2.3 Контроль та сигналізація тиску	43
4.2.4 Контроль та сигналізація концентрації.....	43

					ХА 3103 1490 001 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерний розрахунок процесу каталітичного окислення метанолу в комбінованому реакторі Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів		
Розроб.	Антропов									
Перевір.	Абрамова						7	123		
Реценз.						КПІ ім.Ігоря Сікорського ХТФ ХА-31				
Н. Контр.	Шахновський									
Затверд.										

5 Економіко – організаційні розрахунки	44
5.1 Визначення оптимального виду руху предметів праці.....	44
5.2 Середньорічні показники роботи підприємства та випуску продукції....	46
5.3 Кількість обладнання та працівників.....	47
5.4 Калькуляція і кошторис на вид продукції.....	49
5.5 Додаткове завдання	51
5.5.1 Розрахунок заробітної плати виконавця та викладачів.....	51
5.5.2 Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію ПК	53
5.5.3 Калькуляція і кошторис	54
5.5.4 Розрахунок вартості дипломного проекту.....	54
6 Охорона праці.....	57
6.1 Виявлення та аналіз ШНВФ в умовах виконання експериментальної частини науково-дослідної роботи. Заходи з охорони праці	57
6.1.1 Повітря робочої зони.....	57
6.1.2 Виробниче освітлення.....	59
6.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій	61
6.1.4 Електробезпека	64
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання	66
6.2. Пожежна безпека	69
Висновки	72
Список використаних джерел	73
Додатки.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток А	Error! Bookmark not defined.
Додаток Б.....	Error! Bookmark not defined.
Додаток В.....	Error! Bookmark not defined.

Перелік умовних позначень

МТБ – матеріальний баланс;

ХТС – хіміко-технологічна система;

ППРС – попередня послідовність розрахунку схеми;

ГДК – гранично допустима концентрація;

А – амортизація основних фондів;

ОбЗ – обігові засоби;

С – собівартість;

П – прибуток;

Ц – ціна;

ФОП – фонд оплати праці;

КНП – клас небезпечності підприємства;

НКК – низькокиплячий компонент;

ВКК – висококиплячий компонент;

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						9
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Вступ

Процес каталітичного окислення метанолу є в даний час основним способом промислового виробництва формальдегіду. Побічними продуктами реакції виступають мурашина кислота та окисли вуглецю.

Формальдегід – це хімічна речовина з формулою H_2CO , безбарвний, вогнебезпечний газ з різким запахом, який природнім шляхом утворюється у людей, тварин та рослин, зокрема при фотохімічному окисненні метану або метанолу, при атмосферному тиску і за відсутності каталізаторів[18]. Формальдегід розчинний у воді, спиртах та полярних розчинниках. Подразнює слизові оболонки, є токсичним. Вважається найпростішою речовиною із групи альдегідів.

В нашій країні широко застосовується поняття формалін, що містить у собі технічні модифікації формальдегіду – його водні та водно-маталеві розчини, нестабільні полімери – параформальдегід (параформ, триоксан), поліоксиметилен, гексаметилентеграмін (уротропін), який зазвичай розглядається як одна з форм формаліну. Завдяки сильній реакційній спроможності, доступності і відносній дешевизні формальдегід отримав дуже важливе значення в синтезі різних продуктів і поліпшенні властивостей деяких матеріалів, а також як дезінфікуючий, антибактеріальний і консервуючий засоби. Також, в свій час, це зробило його популярним консервантом для косметики.

Загальновизнаним є факт, що при використанні формаліну більше як 10 тис. тон на рік з економічної точки зору доцільно мати на місці споживання особисте виробництво формальдегіду.

У промисловості синтетичних смол і пластичних мас формальдегід і його модифікації використовуються:

- одержання смол і пластмас найбільшого значення набули реакції формальдегіду з карбамідом (сечовиною) і меламіном (триамінотріазином), в

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						10
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

результаті яких одержують так звані амідформальдегідні смоли;

-для отримання стабільного полімеру формальдегіду, простого поліефіру(поліацеталь), що випускається багатьма фірмами в декількох країнах;

-для отримання полівінілформалю і полівінілформальєталаю, що йдуть на виготовлення електроізоляційних емаль-лаків і клеїв (метальвін, вініфлекс);

- для підвищення адгезії до металів і водостійкості поамідів до них приєднується формальдегід обробкою параформи з отриманням метілолполіамідів;

- для додання міцності у мокрому стані і стійкості до киплячої води волокна венол (вінелон) додають формальдегід.

В промисловості каучуку і гуми: синтез ізопрена із формальдегіда і ізобутилена через диметилдиоксан і полімеризація його високоякісного стереорегулярного каучуку, близького по будові до натурального. Цей метод був вперше в світовій практиці розроблений і здійснений в промисловому масштабі в СРСР в 1964-65 роках; при обробленні каучукового латексу у виробництві сирової гуми для її модифікації і синтезу прискорювачів і антиоксидантів.

Також формальдегід використовується в таких промисловостях як: виробництво синтетичних органічних барвників і проміжних продуктів; у промисловості органічного синтезу; у металургійній промисловості; у виробництві нафти й нафтохімічній промисловості; у медицині; у текстильній і сільськогосподарській промисловості; у паперовій промисловості.

Метою дипломного проекту є дослідження процесу каталітичного окислення метанолу, а як наслідок - отримання формальдегіду, його основних технологічних параметрів, розрахунок матеріальних балансів, розробка програмного модуля для розрахунку комбінованого реактора, розробка функціональної схеми автоматизації виробництва, оцінка техніко-економічних показників та охорона праці.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		11

1 Характеристика технологічної схеми процесу каталітичного окислення метанолу

1.1 Опис процесу каталітичного окислення метанолу

Технологічний процес каталітичного окислення метанолу киснем повітря із застосуванням гетерогенного металевого каталізатора виконується у газовій фазі. Він протікає у зовнішньо дифузійній області, в адіабатичних умовах, з розігрівом реакційної суміші, без зміни температури каталізатора, у реакторах ідеального витіснення (безперервної дії).

З ціллю безперервності процесу, він може виконуватися:

- при нагнітанні повітря або газовій суміші в початкову фазу процесу і далі через весь технологічний процес («під тиском»);
- при відсмоктуванні цільових продуктів реакції, що не конденсуються в останньому апараті установки («під вакуумом»);
- при нагнітанні газової суміші у перший апарат і відсмоктуванні вихідного продукту з останнього апарату схеми (змішаний, комбінований метод). Цей метод зазвичай застосовується у випадку подальшого транспортування газів на котел-утилізатор чи спалювання у котельні.

Недоліками зазначеного процесу каталітичного окислення метанолу являється: велика вартість каталізатора, «проскок» парів вихідного спирту через контактний апарат і викликане цим забруднення цільового продукту та навколишнього простору. Це заставило вчених зайнятися пошуками інших каталітичних систем для каталітичного метилового спирту. Було запропоновано багато нових каталізаторів на основі окисно-перехідних металів. Найбільш ефективними виявилися змішані окисні залізо-молібденові контакти. Каталізатори цього типу вже використовувались в промисловості. Термін служби каталізатора 1 рік і більше [15].

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						12
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.2 Технологічна схема процесу каталітичного окислення метанолу

На рисунку 1.1 наведена технологічна схема виробництва формальдегіду з метилового спирту на срібному каталізаторі, термін служби якого становить 6-12 місяців. Потужність установки 22 тисячі тон водного 40%-вого формальдегіду в рік. Суміш, що містить 6,5% (об.) CH_3OH і 11% (об.) O_2 (в вигляді повітря) нагрівається в теплообміннику I та надходить в трубчасту частину реактора II, що заповнений каталізатором. У трубках метиловий спирт перетворюється практично без остачі, а тепло що виділяється знімають, пропускаючи через сорочку реактора холодоагентом. Частина нагрітого холодоагентом охолоджується в теплообміннику, що дозволяє підтримувати необхідну температуру холодоагентомна вході в міжтрубному просторі реактора. Потік газу на виході з трубчастої частини реактора проходить через адіабатичний шар каталізатора, де відбувається доокиснення непрореагувавшего спирту. У трубчастій частині реактора підтримується температура 360-370 °С, а в адіабатній 360-390 °С.

Газ після реактора охолоджується в теплообміннику з повітряним охолодженням III і котлі-утилізаторі IV і надходить у тарілчастий абсорбер V, працюючий в пінному режимі. У верхню частину абсорбера V подають воду, з нижньої відводять цільовий продукт. Гази, що відходять з абсорбера, ділять на дві частини в сепараторі VI: 25% скидають у атмосферу, а решту повертають в цикл. У застосовуваних умовах ступінь конверсії етилового спирту становить 99%, а селективність по формальдегіду 95%; вихід HCHO досягає 94%. Побічні продукти представлені невеликою кількістю мурав'їної кислоти і окислів вуглецю. Цільовий продукт вміщує 0,4% метилового спирту і не більше 0,040 грам мурашиної кислоти.

На срібних каталізаторах цілком задовільно протікає окисне дегідрування та дегідрування інших первинних спиртів в альдегіди, у тому числі дегідрування етилового спирту в ацетальдегід.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		13

Шляхом окислювального дегідрування ізопропілового спирту отримують ацетон, а з вторбутилового спирту метилетилкетон. Цей метод дотепер залишається основним у виробництві метилетилкетону.

Рисунок 1.1– Технологічна схема отримання каталітичного окислення метанолу:

I – теплообмінник; II – реактор; III – теплообмінник; IV – котел-утилізатор; V – абсорбер; VI – сепаратор; VII – змішувач

Для каталітичного окислення метанолу у присутності кисню (60-75% від стехіометрично необхідної кількості) в інтервалі 350-600 °С використовуються багатокомпонентні контакти, що мають компоненти як з дегідруючими, так і з окисними властивостями. Функції окислювача повинне виконувати срібло, функції дегідруючого компонента – оксиди магнію, алюмінію, берилію, титану, цирконію або церію. Найактивнішими виявилися ті каталітичні системи, що містять аргентум, магній і берилій; в їх присутності альдегіди і кетони виходили з відповідних спиртів ($C_1 - C_4, C_6$) з більшим реакційним ефектом, ніж на застосовуваних промислових каталізаторах в тих самих умовах.

З високою швидкістю і значною селективністю проходить на перехідних металах і їх оксидах дегідрування жирних і жирно-ароматичних амінів в нітрили карбонових кислот:

Металіамін при пропусненні на металевому аргентумі, з температурою до 400 °С, в сполучі з еквімольною кількістю кисню на 80% перетворюється в метакрилонітрил. Дегідрування бензиламінів на ванадій-титановому каталізаторі ефективніше проходить в присутності аміаку і повітря. Так, при 370 °С, часу на контакт 2,8 с і подачі 30 моль NH_3 і 2 моль O_2 на 2 моль бензиламіна при повній конверсії аміну вихід бензонітрилу досягає 89% (без кисню вихід нітрилу не перевищував 70%). З 2,6-діхлорбензиламіна на чисто нікелевих і залізонікелевих каталізаторах у присутності кисню при 330-350 °С отриманий 2,6-діхлорбензонітріл з виходом 54-57%, а застосування

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		14

паладієвого каталізатора дозволяє понизити оптимальну температуру до 350 °С і отримати вихідний продукт до 86% [15].

В таблиці 1.1 відображені дані, які необхідно задати у вхідних потоках схеми.

Таблиця 1.1 – Параметри вхідних потоків технологічної схеми

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		15

1.3 Аналіз структури ХТСпроцесу каталітичного окислення метанолу

Розглянуту схему каталітичного окислення метанолу можна представити у вигляді структурної схеми, зображеної на рисунку 1.2

Рисунок 1.2– Структурна схема каталітичного окислення метанолу

Матриця суміжності для наведеної схеми матиме вигляд:

Для визначення комплексів підносимо матрицю A до 7 – го ступеня (розрахунки виконано в середовищі MatLab).

Отримана матриця комплексів матиме вигляд :

З матриці D видно, що вся наша система являється одним комплексом. Визначаємо оптимальну множину розриваємих дужок (ОМРД). Формуємо список суміжності (таблиця 1.2), який складається лише з вершин комплексу K :

Таблиця 1.2– Список суміжності

Прадерево комплексу наведено на рисунку 1.3:

Рисунок 1.3 – Прадерево комплексу

Як видно з рисунку 1.3 схема містить два контури: 1-2-1 та 2-3-4-5-6-7-2. Розриваємо зв'язок 2 – 1, тобто рецикл. Отримана матриця контурів наведена в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Матриця контурів:

Так як параметричність всіх проміжних потоків ми вважаємо однаковими, то розриватимемо дугу з рециклом (рисунок 1.4).

Оскільки контур 2-3-4-5-6-7-2 залишається не розірваним, то треба обрати ще одну дугу для розриву: $ОМРД = \{(7-2), (2-1)\}$

Визначаємо попередню послідовність розрахунку схеми: $ППРС = [К]$

На схемі немає вершин, які не входять у контур.

Рисунок 1.4 – Дуги, що обрані для розриву

Отже, оптимальна послідовність розрахунку схеми: $ОПРС = (1, 2, 3, 4, 5, 16, 7)$ [13].

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		17

2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу каталітичного окислення метанолу

2.1 Теоретичні засади розрахунку матеріального балансу

Основною задачею функціонування технологічної системи є дотримання оптимального отримання цільового продукту необхідної якості при використанні виробничих ресурсів.

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів ставить задачу відшукування параметрів стану потоку в технологічній схемі: загальних витрат, витрат по компонентам, складу потоків, температур і ентальпій, встановлення спроможності на технічний розрахунок МТБ технологічної схеми, знаходження параметрів потоків технологічної схеми, встановлення та розрахунок витратних коефіцієнтів з компонентів, напівпродуктів, додаткових матеріалів та енергетичних витрат.

При проектуванні ХТС комп'ютерний розрахунок МТБ допомагає встановити кількісні характеристики роботи системи: матеріальні і теплові витрати, продуктивність окремих елементів системи, масові навантаження стічних вод і викидів небезпечних газів в атмосферу, масові витрати горючого газу і води, що йде на охолодження, кількості теплоти і енергії. Для основних розрахунків елементів ХТС – технологічного, конструкторського і техніко-економічного – МБТ і продуктивність апаратів схеми є вихідною інформацією.

Розрахунок МТБ представляють у табличному вигляді, декількома таблицями, що складаються із вхідного потоку (вихідна сировини, що дії у технологічного процесі або на його окремі стадії) і витрат (готова продукція, відходи виробництва, втрати на оборотні засоби) та таблиць теплового балансу, що містять зміну теплової енергії за елементами ХТС.

В основу розрахунків МБТ у табличному вигляді покладені закони зберігання маси та енергії. Ліву частину рівняння матеріального балансу

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						18
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

складає маса (масова витрата) усіх видів сировини і матеріалів, що поступають на перероблення $\sum G_{j,ВХ}$, а праву – маса продуктів, що покидають апарат $\sum G_{j,ВИХ}$, і виробничі втрати $\sum G_{ВТР}$:

де $G_{j,ВХ}$ – масова витрата j-го потоку, що надходить в апарат, кг/с; $G_{j,ВИХ}$ – масова витрата j-го потоку, що виходить за апарату, кг/с.

В даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання формальдегіду, визначення загальних та покомпонентних витрат, складів потоків [16].

2.2 Розрахунок ХТС каталітичного окислення метанолу з використанням програми ChemCad

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

Початкові дані до розрахунку матеріальних балансів наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Початкові дані до розрахунку матеріальних балансів

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів було виконано в спеціалізованому середовищі CHEMCAD6.3.1. Розроблена схема наведена на рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 – Технологічна схема каталітичного окислення метанолу у ChemCad

1 – реактор; 2 – сепаратор; 3 – теплообмінник; 4 – котел-утилізатор; 5, 8, 9, – міксер; 6,7 – розділювач.

При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообмінні апарати. В даному процесі беруть участь 4 апарати (одиниць обладнання) та додатково три змішувача і два розділювача наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік обладнання

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						19
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Моделювання нової технологічної схеми за допомогою ChemCad передбачає наступні етапи:

1. Створення нового файлу технологічної схеми;
2. Вибір технічних розмірностей;
3. Вибір компонентів потоків;
4. Вибір термодинамічних моделей;
5. Побудова технологічної схеми;
6. Завдання параметрів вхідних потоків;
7. Завдання специфікацій одиниць обладнання;
8. Налаштування математичних методів розрахунку рециркуляції;
9. Запуск програми моделювання;
10. Перегляд результатів моделювання на екрані;
11. Отримання твердої копії результатів моделювання.

Зазначені етапи не обов'язково виконувати в такій же послідовності, не обов'язково також проходити через всі етапи при побудові технологічної схеми, так як для деяких з них існує інформація за умовчанням; але ці етапи, принаймні, слід взяти до уваги при вирішенні кожного завдання.

Для формування інформації при технологічному процесі необхідно вибрати технічні розмірності. У програмі представлені готові профілі одиниць виміру для 4 систем: британської, метричної, СИ і модифікованої СИ. За замовчуванням стоїть британська система. Нам для зручності потрібно обрати СИ. Щоб обрати необхідний профіль, на панелі інструментів обираємо Format/EngineeringUnits (Формат/Одиниці виміру). На екрані з'являється вікно EngineeringUnitSelection (Вибір одиниць виміру), що зображене на рисунку 2.2. Для вибору ми оперуємо кнопками, розміщеними внизу вікна що з'явилося (рис. 2.2): English (Британська), Si (СИ), AltSi (Модифікована СИ), Metric (Метрична). Таким чином було обрано одиницю виміру СИ. Однак, це не єдиний спосіб обрати необхідні нам одиниці виміру. Ми також можемо змінювати кожен одиницю окремо, натиснувши на потрібну нам одиницю, ми

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		20

викликаємо впливаюче меню з якого і обираємо необхідну розмірність, приклад наведено на рисунку 2.2, ми змінюємо розмірність температури з Кельвіна (як встановлено за замовчуванням в системі СИ) на Цельсій.

Щоб почати роботу в середовищі ChemCadми мусимо задати компоненти, які приймають участь в процесі отримання формальдегіду. Для формування списку компонентів використовується команда ThermoPhysical/ComponentList (Термофізика/Список компонентів). Або ж потрібно відкрити вкладку Components, двічі натиснути лівою кнопкою миші на вкладці ComponentSelection. Після виконання команди на екран виводиться вікно ComponentSelection (Вибір компонента), яке представлено на рисунку 2.3. У тому випадку, якщо користувач не хоче враховувати вплив на рівновагу окремих компонентів суміші, він може вказати ці компоненти в списках області Select components to ignore (Вкажіть ігноровані компоненти).

Рисунок 2.2 – Вкладка Engineering Unit Selection (Вибір одиниць виміру)

Вибір, розміщення і маніпуляція піктограм апаратів виконується в режимі Mode: FlowSheet (Режим: Редагування технологічної схеми). При створенні нового завдання перехід в цей режим виконується автоматично.

Рисунок 2.3 – Вікно Select Components (Вибір компонента)

В правій частині робочого вікна розміщена панель Main Palette (Основна палітра) (рис. 2.4). На даній панелі розміщені вкладки, на кожній вкладці знаходяться піктограми різноманітних апаратів. Навівши курсор миші на піктограму будь-якого апарату ми будемо в змозі спостерігати підказку з назвою апарату, щоб нанести потрібний апарат на робоче поле натискаємо лівою кнопкою миші по піктограмі необхідного апарату на панелі MainPalette, далі натискаємо в будь-якому місці простору робочого поля і таким чином вставляємо на дане місце обраний апарат. Крім основної палітри, для ряду піктограм можна вивести SubPalletes (Додаткову палітру) з додатковими

варіантами піктограм апарату. Для цього нам необхідно активувати піктограму попередньо натиснувши на неї лівою клавішею миші, в нижньому куті активованої піктограми з'явиться трикутник чорного кольору, натиснувши на нього ми зможемо спостерігати всі додаткові варіанти піктограм даного апарату. У робочому вікні при розміщенні певного апарату спочатку виставляється піктограма Feed (Живлення), біля піктограми виставляється ідентифікаційний номер (ID) починаючи відлік з одиниці, зображується у колі. Тобто першому апарату буде присвоєно ID рівний 1, далі в послідовному розміщенні апаратів ID буде збільшуватися на одиницю. Якщо нам знадобиться видалити попередньо додані апарати і додати нові, то ідентифікаційний номер все одно продовжить збільшуватися в нумерації. Наприклад, якщо ми додали три апарати, потім видалили, а на їх місце додали один новий, то його нумерація почнеться з четвірки. Завершення розміщення зображень апаратів технологічної схеми закінчується виставленням піктограм Product (Продукт).

Рисунок 2.4 – Приклад активації піктограми реактора у вікні MainPalette

Побудуємо технологічну схему, що зображена на рисунку 2.1. По-перше, додамо два джерела живлення – Feed, та обидва продукти реакції – Product, дані піктограми відображують Входи та Виходи з технологічної схеми. Наступним кроком було розміщено реактор –StoichiometricReactor№1 (виконує головну роль – реалізує отримання формальдегіду за заданими компонентами і їх стехіометричними коефіцієнтами), теплообмінник– HeatExchanger №3 (для нагріву суміші, що поступає до реактору), котел-утилізатор – HeatExchanger №4 (охолоджує потік суміші, що відводиться з реактору). Далі додаємо міксер – Mixer№5 (для змішування вхідного потоку та потоку що йде з розділювача - Divider №6 (цей апарат в свою чергу ділить продукти реактору на два потоки з заданим співвідношенням).

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		22

Vip data threshold (Граничні значення параметра бінарних Взаємодії (ПБЗ)) корелюється тільки для моделі активності.

Рисунок 2.5 – Вікно Thermodynamics Suggestions (Термодинамічні рекомендації)


Є можливість самостійного вибору моделі розрахунку констант фазової рівноваги. Для цього використовується команда ThermoPhysical / K Values (Термофізика / Константа рівноваги) або кнопка  на панелі інструментів. На екран виводиться вікно K Value Options (див. рис. 2.6). У списку Global K Value Option за умовчанням встановлена модель SRK (Соаве-Редліха-Квонг). Інші послуги використовуються для завдання певних умов розрахунку рівноваги. Один з виборів Ethan / Ethylene, Propan / Propylene: (Етен / Етилен, Пропен / Пропелен :) дозволяє, при використанні моделей SRK або PengRobinson (Пенг-Робінсона), обрати Regular (Регулярні) або Special (Додаткові) ПБВ для сумішей етен / етилен, пропен / пропелен. Для сукупності сполук, наприклад, карбонових кислот, необхідно зазначити їх тенденцію димеризація і навіть полімеризація в газовій фазі. Опції Vapor Phase Association: (Асоціація в паровій фазі) дозволяють враховувати (чи не враховувати) цей ефект.

Рисунок 2.6 – Командне вікно Thermodynamic Settings (Термодинамічні налаштування)

Завдання параметрів вхідних потоків виконується в режимі Mode: Simulation. Для кожного вхідного потоку потрібно задати витрату по всім комп, включеним до списку компонентів, або задатися сумарною витратою компонентів і їх концентраціями. Якщо в схемі присутні рециклові (розриваємі) потоки, то схема розраховується ітераційно. У цьому випадку завдання початкових наближень параметрів розколення потоків не обов'язково, програма задає нульові значення. Однак вдалий підбір відмінних від нуля

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		24

початкових наближень може прискорити збіжність. Відкрити паспорт потоку для встановлення параметрів потоку можна наступними способами: двічі клацнути лівою клавішею миші на лінії потоку; використовувати команду контекстного меню EditUnitOpStreams (Редагування потоків одиниці обладнання) для визначення параметрів потоків обраного апарату.

Команда Select Streams (Вибір потоків) дозволяє задавати параметри для обраних потоків технологічної схеми. Після виклику команди виводиться вікно Select Streams для введення ID номерів потоків, які можна або ввести в поле з клавіатури, або вказати потік клацанням миші в схемі, його номер з'явиться у вікні. Після натискання кнопки ОК на екран виводиться вікно Edit Streams (Редагування потоків), в яке вводиться інформація для всіх обраних потоків. Введення даних про склад і параметри стану потоку виконується у відповідні поля. Дані можна редагувати і видаляти. Кнопка Flash (Випаровування) використовується для розрахунку рівноваги потоку із заданими параметрами складу і двома параметрами з трьох: температури, тиску і частки пари. Кнопка Comp List (Список компонентів) виводить на екран поточний список компонентів. Після того, як задано параметри потоку натискається кнопка ОК. Всі потоки задаються аналогічно.

Завдання параметрів устаткування виконується також в режимі Mode:Simulation. За аналогією з завданням параметрів потоку, відкрити вікно паспорта апарату для введення параметрів обладнання можна, використовуючи подвійне клацання лівою клавішею миші на одиниці устаткування, або команду контекстного меню EditUnitOpData (Редагування параметрів одиниці обладнання), а також відповідні команди меню Specifications (Специфікації).

Меню Specifications/UnitOps (Специфікації/Устаткування) містить команди для завдання специфікацій апаратів:

- Select UnitOps (Вибір обладнання) дозволяє вибрати окремі одиниці обладнання. Їх вибір виконується аналогічно вибору потоків;

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		25

- All UnitOps (Все обладнання) дозволяє вибрати всі одиниці обладнання;

- Copy UnitOps (Копіювання апарату) копіювати всі дані, пов'язані з одним апаратом, в інший апарат. Для цього треба у вікні CopyUnitOpParameters (Копіювання параметрів апарату) в поле CopUnit Op (Копійований апарат) і поле to ввести, відповідно, номери вихідного апарату і апарату, куди будуть копіюватися дані;

- Create New Sequence Group (Створити нову групу) дозволяє виділити кілька апаратів в окрему групу. Ім'я групі присвоюється автоматично. Надалі група може бути використана для отримання відомостей про включені до групи апарати, завдання специфікацій цим апаратам, перегляд їхніх паспортів, розрахунку апаратів групи;

- View / Edit Sequence Group (Перегляд / Редагування групи) перегляд вікон з паспортами апаратів, включених в групу;

- Remove Sequence Group (Видалити групу) видаляє інформацію про об'єднання апаратів в зазначену групу, але не видаляє апарати їх специфікації.

Вид вікна паспорта апарату визначається типом обладнання і використовуваними параметрами обладнання, які закладені в його модулях розрахунку. Вікно паспорта може містити одну і більше вкладок, також паспорт апарату може включати кілька послідовно відкритих вікон. Нижче розглядаються вікна введення параметрів для ряду.

Щоб змішати два потоки з частково різними компонентами було використано Міхер, як видно на рисунку 2.7 в паспорті даного обладнання нам необхідно задати лише тиск на виході з апарату.

Рисунок 2.7 – Паспорт обладнання міксера

ChemCad надає можливість для вирішення великої кількості завдань, пов'язаних з реакторами, починаючи з простих стехіометричних реакцій і кінчаючи множинними кінетичними реакціями.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		26

Модуль Stoichiometricreaction (REACT) моделює стехіометричний реактор при наявності набору стехіометричних коефіцієнтів, ключових компонентів і ступенів перетворення. Реактор може бути адіабатичним, ізотермічним або з підведенням/відведенням тепла. Вікно Stoichiometricreactor (REAC) модуля містить дві вкладки. На вкладці GeneralSpecifications (Загальні специфікації) (рисунок 2.8) представлені опції для завдання загальних технічних умов. В області SpecifyThermalMode: (Задати тепловий режим:) вибирається тепловий режим роботи реактора:

- Adiabatic (Адіабатичний) – адіабатичний;
- Isothermal (Ізотермічний) – ізотермічний;
- Heat Duty (Теплове навантаження) – із заданим тепловим навантаженням.

Нам потрібно обрати саме Isothermal (Ізотермічний) оскільки відома необхідна температура (400 °C) протікання реакції .

У списку Keycomponent (Ключовий компонент) встановлюємо ключові компоненти. Передбачається, що ключовий компонент є реагентом. Це обов'язковий для введення параметр. В реакції приймають участь наступні компоненти: Метанол, Оксиген, Вода і Формальдегід. Frac. Conversion (Ступінь перетворення) – ступінь перетворення ключового компонента (значення від 0 до 1), і в нашому випадку цей параметр має значення, що дорівнює 0,95.

Рисунок 2.8 – Введення необхідних параметрів в паспорт реактора

Стехіометричні коефіцієнти розставляємо відповідно до (2.4):

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						27
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Модуль розрахунку дільника Divider потрібен для розділення газової суміші. Необхідно встановити пропорцію розділення цих потоків таким чином, щоб їх сума складала одиницю (рисунок 2.9).

Рисунок 2.9 – Введення необхідних параметрів в паспорт розділювача

У ChemCad представлені модулі розрахунку теплообмінників Heatexchanger (HTXR) з одним або двома вхідними потоками. При одному вхідному потоці модуль служить як нагрівач або як охолоджувач.

Розглянемо наведення параметрів для одностороннього теплообмінника. В схемі присутні два теплообмінники, один виконує роль нагрівача до температури 400 °C (рисунок 2.10 – а), а інший – охолоджує до температури (рисунок 2.10 – б). Як можемо спостерігати на рисунку 2.10 для коректної роботи одностороннього теплообмінника достатньо задати лише один параметр – температуру на виході з нього.

Для розрахунку паро-рідинної рівноваги в CHEMCAD пропонується модуль флеш, який являє собою узагальнену модель випарника. Вікно введення параметрів MultipurposeFlash (FLAS) має дві вкладки.

Рисунок 2.10–Введення необхідних параметрів в паспорт теплообмінників:

а) – нагрівача; б) – охолоджувача

На вкладці Specifications (Специфікації) вибирається режим роботи модуля FlashMode (Режим випарника) (рис. 2.11):

- 0 UseinletTandP, calculateV/FandHeat (Використовувати вхідні температуру і тиск, розрахувати частку пари і теплове навантаження);
- 1 SpecifyV/FandP, calculateTandHeat (Задані частка пари і тиск, розрахувати температуру і теплове навантаження);

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

- 2 SpecifyTandP, calculateV/FandHeat (Задані температура і тиск, розрахувати частку пари і теплове навантаження);

Рисунок 2.11 – Вікно введення загальних параметрів моделі

- 3 Specify T and H, calculate V/F and P (Задані температура і теплове навантаження, розрахувати частку пари і тиск) - якщо не задана температура, то вона береться з вхідного потоку;
- 4 SpecifyV/FandT, calculatePandHeat (Задані частка пари і температура, розрахувати тиск і теплове навантаження) - якщо не задана температура, то вона береться з вхідного потоку;
- 5 SpecifyPandH, calculateV/FandT (Задані тиск і теплова навантаження, розрахувати частку пари і температуру) - якщо не задано тиск, то він береться з вхідного потоку;
- 6 SpecifyP, isentropicflash (Заданий тиск та ізоентропійне випаровування) – випаровування при ентропії вхідного потоку і заданому тиску. Якщо тиск не задано, він береться з вхідного потоку;
- 7 SpecifyT, isentropicflash (Задана температура та ізоентропійне випаровування) – випаровування при ентропії вхідного потоку і заданій температурі. Якщо температура не задана, вона береться з вхідного потоку;
- 8 SpecifyP, waterdewptT (H2O/HC) (Встановлено тиск, обчислити точку роси води) – якщо не задано тиск, то він береться з вхідного потоку;
- 9 Specify T, water dew pt T (H2O/HC) (Задана температура, обчислювати точку роси води) – якщо не задана температура, то вона береться з вхідного потоку.

Модуль може мати до трьох вихідних потоків:

1. Якщо вихідний потік один, то він має той же склад і витрату, що і вхідний, але термодинамічні характеристики залежать від режиму роботи FLASH;

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		29

2. Якщо вихідних потоків два, то перший - пар, другий - рідина. При включеній опції Immisible (без змішування) у вікні команди KValue, вільна вода буде включена в другій потік;
3. Якщо вихідних потоків три, то, при включеній опції Immisible (без змішування) у вікні команди KValue, вільна вода буде представляти третій потік, у другому потоці міститиметься невелика кількість розчиненої води, відповідно до моделі розчинність по API. Якщо вибрана опція Varog/Liquid/Liquid/Solid(Пар / Рідина / Рідина / Тверде), то перший потік - пар, другий - легка рідина, третій - важка рідина.

На вкладці Оцінка вартості (Оцінка вартості) задаються параметри, що характеризують конструктивні особливості апарату і дозволяють оцінити його вартість. Обрана нами модель відображена на рисунку 2.11 [16].

В результаті ми отримаємо матеріальний баланс процесу та детальний опис по всім потокам (додаток А).

При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообмінні апарати.

Таблиця 2.4 – Матеріальний баланс змішувача (поз. 5)

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс змішувача (поз. 9)

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс реактора (поз. 1)

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс дільника (поз. 6)

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс сепаратор (поз. 2)

Таблиця 2.9 – Матеріальний баланс дільник (поз. 7)

Таблиця 2.10 – Матеріальний баланс змішувач (поз. 8)

Зведемо загальний матеріальний баланс (таблиця 2.11).

Таблиця 2.11 – Загальний матеріальний баланс процесу

Зведемо таблицю загального енергетичного балансу (табл. 2.12):

Таблиця 2.12 – Загальний енергетичний баланс

Як видно зі зведених таблиць матеріального та енергетичного балансів, матеріальний та енергетичний баланси по входу та виходу компонентів співпадає, отже розрахунок виконано вірно.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		31

3 Автоматизований розрахунок комбінованого реактора для процесу каталітичного окислення метанолу

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити обчислювальний модуль призначений для комп'ютерного розрахунку комбінованого реактора каталітичного окислення метанолу. У комбінованому реакторі каталізатор розташований двома шарами. Перший за рухом газового потоку шар знаходиться в трубках трубчатої частини реактора. Через трубки здійснюється відвід тепла за допомогою зовнішнього теплоносія в міжтрубному просторі. Ця частина реактора моделюється як модель ідеального витіснення в ізотермічних умовах. Після трубчатої частини газова суміш надходить в адіабатичний шар каталізатора. При розрахунку параметрів адіабатичної частини реактора використовується модель ідеального витіснення в адіабатичних умовах.

Вихідними даними для розрахунку є:

1. Початкові концентрації метанолу (C_{m0}), формальдегіду (C_{f0}), оксигену (C_{k0}) та води (C_{v0}), моль/м³.
2. Початкова температура (T) в реакторі, °C.
3. Лінійна швидкість (u) реакційної суміші, м/с.
4. Середня теплоємність (C_p) реакційної суміші, кДж/(кг*К).
5. Середня густина (ρ) реакційної суміші, кг/м³.
6. Теплові ефекти реакцій (q_i, a_i, b_i), кДж/моль.

Результатами розрахунку є:

1. Довжина реактора (l), м
2. Розподіл концентрацій по довжині реактора (графічна залежність $C_{m,f,k,v}(l)$).
3. Зміна температури в адіабатичній частині по довжині реактора (графічна залежність $T(l)$).

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						32
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для розробки програмного модуля було обрано середовище VisualStudio2015C++.

3.2 Теоретичні положення

Математичне моделювання є одним з основних сучасних методів дослідження. Загалом під моделюванням розуміється процес дослідження реальної системи, який включає побудову моделі, її дослідження та перенесення одержаних результатів на досліджувану систему. Модель можна визначити як об'єкт, що в деяких відношеннях збігається з прототипом і є засобом опису, пояснення та/або прогнозування його поведінки. Під математичною моделлю реальної системи (процесу) розуміється сукупність співвідношень (формул, рівнянь, нерівностей, логічних умов, операторів тощо), які визначають характеристики станів системи залежно від її параметрів, зовнішніх умов (вхідних сигналів, впливів), початкових умов та часу [7].

Математичне моделювання включає три взаємопов'язаних етапи:

- 1) складання математичного опису об'єкта, що досліджується;
- 2) вибір методу вирішення системи рівнянь математичного опису і реалізації його в формі програми;
- 3) встановлення відповідності (адекватності) моделі об'єкту.

Комбінований реактор – це трубчастий реактор, доповнений адіабатичним шаром каталізатора. Наявність адіабатичної частини дозволяє завантажувати більше каталізатора і досягати більш високої продуктивності, що дає можливість доперетворення реагенту з метою отримання екологічно чистих технологій.

Комбінований реактор розраховується в два етапи. На першому етапі розраховується трубчаста частина комбінованого реактора. На другому етапі розраховується адіабатична частина комбінованого реактора[8].

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		33

В якості вхідних значень температури і концентрацій беруться значення температури і концентрації на виході з трубчастої частини комбінованого реактора. Діаметр адіабатичної частини реактора розраховується з умови (3.1):
Витрата в адіабатичному реакторі розраховується з умови (3.2):

Довжину шару в трубчастій частині необхідно вибирати так, щоб в реакційній суміші, що виходить з неї, залишилася така кількість непрореагованої речовини, перетворення якої в адіабатичному шарі не приводило б до нагрівання шару вище допустимої температури.

Відомо, що:

1. Вхідні температури і концентрації речовин в адіабатичній частині реактора рівні вихідним значенням трубчатого реактора.
2. Розрахунок трубчатого реактора виконується для однієї труби.
3. Загальна поверхня розрізу трубного середовища трубчатого реактора (442 трубки) дорівнює площі розрізу адіабатичного реактора.

Для розрахунку трубчастої частини реактора використовується модель ідеального витіснення. Для процесу окислення метанолу і формальдегіду, в якому протікають дві послідовні безповоротні реакції:

Оскільки на даний час більшість математичних моделей до різного роду процесів в хімічній технології вже являються сформованими, то нам немає потреби створювати власну математичну модель.

Рівняння матеріального балансу для реактора ідеального витіснення в загальному випадку має вигляд (3.4):

(3.4)

Ми маємо два кінетичних рівняння швидкості адсорбційних реакцій згідно з постулатами Ленгмюра [17] при співвідношенні кисню/метанолу ≥ 2 в реакційній суміші, котрі виведені окремо для кожної реакції ($W_{p-цїя1}$, $W_{p-цїя2}$), в дані рівняння входять концентрації всіх компонентів. Рівняння мають вигляд:

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						34
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Беручи до уваги інформацію, отриману з графіків зображених на малюнку 3.1, ми можемо зробити висновок, що комбінований реактор є більш ефективним, ніж трубчастий, оскільки в адіабатичній частини реактора реагенти можуть прореагувати до кінця, перетворившись повністю. Однак недоліком є те, що в конструктивному плані, необхідно додати ще 21% габаритів до трубчастого реактора.

3.3 Програмний модуль для моделювання процесу каталітичного окислення метанолу

Відповідно до математичної моделі було розроблено алгоритм обчислювального модуля. Програмний код обчислювального модуля розроблено в середовищі VisualStudioC++ 2015.

Структура обчислювального модуля включає наступні елементи:

1. Файл форми – Form1.frm;
2. Файл проекту – Project1.vbp.

Програмний код основних обчислювальних процедур наведено в додатку Б, повний лістинг програми на електронному носії.

Призначення основних елементів програмного модуля наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні елементи обчислювального модуля та їх призначення

Призначення процедур обчислювального модуля наведено в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Процедури обчислювального модуля і їх призначення

Створений обчислювальний модуль використовується для розрахунку та моделювання процесу каталітичного окислення метанолу при різних вхідних даних в комбінованому реакторі.

3.4 Інструкція користувачу програмного продукту

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		36

Графічний інтерфейс користувача, який відкривається при завантаженні програми наведено на рисунку 3.3

Рисунок 3.3 – Головне вікно програми

Як видно з рисунку 3.3 головне вікно містить поля для вводу вихідних даних, а саме:

- початкові концентрації метанолу (C_{m0}), формальдегіду (C_{f0}), оксисену (C_{k0}) та води (C_{v0}), моль/м³ ;
- початкова температура (Т) в реакторі, °С;
- лінійна швидкість (u) реакційної суміші, м/с;
- середня теплоємність (Ср) реакційної суміші, кДж/(кг*К);
- середня густина (ρ) реакційної суміші, кг/м³ ;
- теплові ефекти реакцій (q_i, a_i, b_i), кДж/моль.

Рисунок 3.4 – Отриманий результат розв'язку моделі ідеального витіснення для ізотермічної частини комбінованого реактора

Якщо ж хоч в одну комірку не буде введено вхідного значення, то програма видасть повідомлення про помилку (Рис. 3.6) та встановить показчик на місце де пропущено введення значень.

Рисунок 3.5 – Отриманий результат розв'язку моделі ідеального витіснення для адіабатичної частини комбінованого реактора

Рисунок 3.6 – Повідомлення про помилку

Також за необхідності ми маємо змогу отримати графіки залежності зміни концентрацій речовин, що приймають участь в реакції, по довжині реактору, та зміна температури по довжині реактора, для цього необхідно натиснути на клавішу: «». Графічне представлення отриманих результатів відображено на рис. 3.7 – 3.10. Отримані результати ми можемо вивести в середовище MSWord 2007 таким чином створивши «Звіт» за результатами роботи програми (рис.3.11). В звіт буде включено початкові данні, отримані

										Арк
										37
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ХА 3103 1490 001 ПЗ					

кінцеві концентрації речовин, а також побудовані графіки, для цього необхідно натиснути клавіш

Рисунок 3.7 – Графік залежності зміни концентрацій речовин від довжини реактора для ізотермічного режиму

Рисунок 3.8 – Графік залежності зміни концентрацій речовин від довжини реактора для адіабатичного режиму

Рисунок 3.9 – Графік залежності зміни температури від довжини реактора для адіабатичного режиму

L

Рисунок 3.10 – Звіт про роботу програми, виведений в середовище MSWord 2007

L

На рисунку 3.11 зображено панель інструментів «Файл» та «Довідка». При натисканні на «Файл», то з'являється меню, в якому присутні ті ж самі кнопки, що були описані до цього, вони виконуватимуть такі ж функції (рис.3.12). А натиснувши на «Довідка» ми зможемо спостерігати нову форму, в якій буде описано призначення даної програми (рис. 3.13).

Рисунок 3.11 – Контекстне меню піктограми «Файл»

Рисунок 3.12 – Меню «Довідка»

За результатами розробленого програмного модуля у середовищі програмування Visual Studio 2015 на мові C++ було виконано розрахунок комбінованого реактора для каталітичного окислення метанолу (код програми відображено в Додатку Б).

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		38

4 Автоматизація технологічної схеми процесу каталітичного окислення метанолу

4.1 Аналіз технологічної схеми

Автоматизація виробництва є одним з найважливіших напрямів науково-технічного прогресу. Сучасна виробнича автоматика дозволяє отримати значні переваги в порівнянні з неавтоматизованим виробництвом:

- збільшення продуктивності обладнання за рахунок точного дотримання правильного технологічного режиму;
- зменшення зносу обладнання і збільшення міжремонтних періодів за рахунок більшої рівномірності режимів роботи;
- поліпшення якості готової продукції;
- скорочення витрат сировини і матеріалів за рахунок зменшення витрат, скорочення витрат енергії і палива;
- можливість інтенсифікації процесів і застосування прогресивних технологій;
- можливість управління процесів при будь-якій швидкості їх протікання;
- раціональну компоновку обладнання, що дозволяє скоротити виробничі площі;
- скорочення кількості обслуговуючого персоналу і зростання продуктивності праці;
- поліпшення організації виробництва, зростання надійності та безпеки роботи підприємства.

Перераховані вище позитивні досягнення на виробництві залежать від машинно-апаратної схеми на виробництві, від особливостей технологічної схеми та запроектованої системи автоматизації для даної схеми.

Таким чином, найважливішим завданням автоматизації є саме визначення доцільної структури, яка задовольняла б вимогам виробництва і організації підприємства в цілому.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		39

4.2 Визначення параметрів автоматизації

Завдання автоматизації технологічного процесу каталітичного окислення метанолу складається в підборі необхідної машинно-апаратурної схеми для забезпечення заданого виходу продукту, а саме - формальдегіду. Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу формальдегіду необхідно регулювати і контролювати такі параметри: температура в трубопроводах подачі метанолу та непрореагировавшего формальдегіду в реактор, температуру суміші газів на виході з реактора, температуру в реакторі, теплообміннику, котлів-утилізаторів, також тиск в реакторі і змішувачі, витрата таких речовин і газів як метанол, метиловий спирт, повітря, пар, вода, газова суміш і формальдегід в трубопроводах.

Також є параметри, про значення яких необхідно сигналізувати. До таких параметрів на даному виробництві відносяться ті, які можуть викликати аварійну ситуацію, а саме метанол і формальдегід, які при взаємодії з повітрям стають вибухонебезпечними і негативно впливають на організм людини (запаморочення, отруєння).

На підставі аналізу технологічної схеми був визначений необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого був обраний параметри об'єкта автоматизації, що підлягають контролю і регулювання.

Згідно обраних параметрів регулювання, контролю, сигналізації були обрані місця для виміру параметра на технологічному об'єкті а номінальні значення параметрів, межі їх зміни (таблиця 4.1).

На основі даних, наведених у таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу отримання формальдегіду окисленням метанолу, яка включає в себе вісімконтурів регулювання і контролю, десять контурів контролю та чотири контури контролю та сигналізації.

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						40
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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 технологічних параметрів, що регулюються.

Спираючись на дані правила для автоматизації процесу отримання формальдегіду окисленням метанолу були обрані наступні прилади та засоби автоматизації (специфікація до даних приладів наведена в додатку В).

4.2.1 Контроль та регулювання температури

В якості вимірювальних приладів температури для контурів 1, 4, 10, 14 було обрано термоперетворювачі опору марки ТСПУ – 0289 з діапазоном вимірювання температури від $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, що призначені для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах, шляхом перетворення опору в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА.

Розглянемо контури контролю та регулювання більш детально:

1. отриманий сигнал з термоперетворювача опору(поз. 1а) сприймається електричним ПІД-регулятором типу МТМ 620 (поз. 1б), вхідний та вихідний сигнал 4-20 мА, клас точності 0,25, ПІД-регулятор видає контроль та регулюючий вплив на клапан електромагнітний типу МЕО-40/10-0,25-99К(поз. 1в) і змінює подачу перегрітої пари, якщо температура газової суміші не становить $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
2. з термоперетворювача опору (поз. 4а) надходить уніфікований сигнал на показуючий автоматичний прилад типу TL_100-2 з робочим діапазоном температур $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (поз. 4б), після чого відбувається контроль;
3. з термоперетворювача опору (поз. 1а, 8а, 10а, 14а) на ПІД-регулятор типу МТМ 620, вхідний та вихідний сигнал 4-20 мА, клас точності 0,25, (поз.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		41

1б, 8б, 10б, 14б) надходить уніфікований сигнал в діапазоні 4 – 20 мА, після чого ПД-регулятор видає регулюючий вплив на клапан електромагнітний типу МЕО-40/10-0,25-99К (поз. 1в, 9в, 11в, 15в) і змінює подачу перегрітої/охолодженої води, пари, повітря та води відповідно, якщо температура газової суміші не становить 30 °С, 350 °С, 150 °С, 150 °С також ПД-регулятор є контролюючим пристроєм;

4.2.2 Контроль та регулювання витрати

В якості вимірювальних приладів витрати для контурів 3, 5, 12, 17, 19, 20 інтелектуальний багато-параметричний датчик витрати типу SMV3000, а для контурів 27, 28 та 29 використовується звужуючий пристрій – діафрагма типу ДФК 10 – 25 А/Б, виготовлена зі сталі марки 12Х18Н10Т.

Розглянемо контури контролю та регулювання більш детально:

1. з інтелектуального багато-параметричного датчика витрати типу SMV3000(поз. 3а, 19а) надходить уніфікований сигнал до показуючого автоматичного приладу слідкуючого урівноваження типу РП-160-30, похибка реєстрації $\pm 1\%$, показань $\pm 0,5\%$; вихід: сигнал 4...20 мА(поз. 3б, 19б), після чого відбувається контроль витрати;
2. з поз. 5а, 12а, 17а, 20а надходить уніфікований сигнал до ПД-регулятора типу МТМ 620, вхідний та вихідний сигнал 4-20 мА, клас точності 0,25, поз. 5б, регулятор видає регулюючий вплив на клапан електричний виконавчий механізм типу МЕО-40/10-0,25-99К(поз. 6в, 12в, 17в, 20в), вх. сигнал: 4..20мА; вих. сигнал 3 фази 380 В, і змінює подачу перегрітої пари, якщо витрата пари не становить 2500, 2500, 500, 1000кг/год., також регулятор контролює витрату;
3. з діафрагми камерної; $P_y=10$ МПа; $D_y=25$ мм; сталь 12Х18Н10Т типу ДФК 10 - 25-А/Б(поз.27а), надходить надлишковий тиск(поз.27б), де розташований безшкальний мембранний дифманометр типу ДМ -3583 М, котрий видає уніфікований сигнал в діапазоні 4-20 мА, сигнал надходить до приладу слідкуючого урівноваження типу РП-160-30, після чого відбувається контроль витрати;

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		42

4. в контурах 28 та 29 відбувається аналогічний контроль та регулювання.

4.2.3 Контроль та сигналізація тиску

В якості вимірювальних приладів для контурів 7 та 16 використовуємо електроконтактний манометр типу МП – 50, робочий діапазон якого становить 0 – 2,5 МПа. На електроконтактні манометри (поз. 7а та 16а) поступає тиск, після чого манометри видають уніфікований сигнал в діапазоні 4-20 мА, котрий надходить до ламп НL1 та НL2 відповідно, типу ЛС – 47М, лампи починають загорятися, якщо тиск перевищує 0,16 МПа.

4.2.4 Контроль та сигналізація концентрації

Для контролю та сигналізації концентрації на виробництві встановлено комплекс автоматичного контролю загазованості типу А-4М, з діапазоном -50 – 75 °С. Установка діє наступним чином:

- в якості вимірювальних приладів для контурів 22 – 26 (поз. 22а, 23а, 24а, 25а, 26а) використовуємо датчики загазованості, котрі за допомогою насосів закачують повітря, після чого спалюють і вимірюють температуру згорання;
- з поз. 22а, 23а, 24а, 25а, 26а до позицій поз. 22б, 23б, 24б, 25б, 26б надходить уніфікований сигнал в діапазоні 4-20 мА, на цих позиціях розташовані показуючі автоматичні прилади слідкуючого урівноваження типу РП-160-30, котрі в свою чергу відображають значення замірної концентрації;
- для позицій 23б, 24б також реалізовано сигналізацію у випадку, якщо концентрація в повітрі перевищуватиме 20 мг/м³, уніфікований сигнал в діапазоні 4-20 мА передається на лампи НL3 та НL4 відповідно, типу ЛС-47М.

Розроблена схема автоматизації сприяє нормальному проведенню технологічного процесу в регламентованому режимі.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		43

5 Економіко – організаційні розрахунки

Даним проектом пропонується провести техніко-економічний розрахунок процесу виробництва формальдегіду, на основі чого зробити висновки щодо доцільності впровадження даного виробництва.

5.1 Визначення оптимального виду руху предметів праці

Предмет праці – сировина, матеріали, які підлягають обробці.

Предмети праці входять до складу оборотних засобів. Порядок проходження предметів праці через всі стадії виробничого процесу – називають видом руху предметів праці.

Виробничий процес – це період часу, необхідний для випуску готової продукції. Розрізняють такі види руху предметів праці:

- 1) послідовний;
- 2) паралельний;
- 3) змішаний;
- 4) синхронізований.

Виділимо необхідні операції, кожна з яких триває певний час, а цикл є безперервним. Розглянемо скільки тривають операції для виробництва 1 одиниці продукції. Для цього розглянемо технологічну схему (рис.5.1).

На вхід в технологічну схему надходить 1000 кг метанолу і 500 кг кисню. На виході ми отримуємо 917 кг готового продукту (формальдегіду). Весь процес займає час, що дорівнює 60 хв.

До неперервного процесу не включаємо операції, що є одноразовими:

1. Закупівля та транспорт сировини.
2. Вхідний контроль якості.
3. Перевірка і підготовка та налаштування обладнання.
4. Сортування продукції.
5. Підготовка сировини.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

6. Ремонт устаткування.

7. Загрузка транспорту готовою продукцією.[6]

Рисунок 5.1 – Технологічна схема:

1 – котел-утилізатор; 2 – реактор; 3,4 – котли-утилізатори; 5 – абсорбер; 6 – розділювач; 7 – міксер

Зведемо таблицю поопераційного проходження технологічного процесу на виробництві (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Операції проходження технологічного процесу

Оскільки після першої операції ми безперервно завантажуюмо установку вхідною речовиною, то ми обираємо паралельний вид руху предметів праці – використовується безпосередньо в безперервних процесах при масовому виробництві продукції. Продукція передається з попередньої на наступну операцію, не очікуючи закінчення обробки всієї партії.

Час зміни:

Тривалість виробничого циклу:

$Ч = 1$ особа;

Визначимо тривалість операцій для випуску двох одиниць продукції, опираючись на графік (Рис. 2):

де 20 хв. – тривалість найдовшої операції. 60 хв. – тривалість одного виробничого циклу. На випуск кожної наступної одиниці продукції буде затрачатися 20 хв., отже за зміну ми зможемо виготовити:

(5.1)

За зміну обслуговуються $n = 22$ одиничних цикли. На Рис.2. представлені два виробничих цикла.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		45

де $T_{\text{вц}} = 60$ хв – тривалість виробничого циклу; $m = 7$ – кількість операцій; $n = 22$ – кількість одиниць продукції, що можна випустити за одну зміну; t_i – тривалість i -ої операції.

Рисунок 5.2 – Паралельне ВРПП процесу отримання формальдегіду окисленням метанолу

Кількість одиниць продукції, котра виробляється за одну зміну – це 22 завантаження, що нас цілком влаштовує.

5.2 Середньорічні показники роботи підприємства та випуску продукції

Визначимо середню тривалість виробничого циклу на рік, хв.:

- Фактична тривалість виробничого циклу: $T_{\text{вц}} = 480$ хв.;
- Технологічна перерва складає 30 хв.;
- Річна тривалість роботи підприємства:

Підприємство працює 7 днів на тиждень. Кількість календарних днів у році $D_k=365$. Кількість робочих днів у році $D_p=350$, так як 15 днів відведено на заплановані роботи ТОРО. Кількість робочих змін – 3. Тривалість робочої зміни 8 годин.

- Режим роботи підприємства: цілодобово;
- Виробництво формальдегіду за один цикл: 917 кг.

Необхідно визначити середньорічну тривалість виробничого циклу по наступній формулі:

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		46

(5.2)

де 24 – кількість годин у добі; 24 – кількість годин роботи підприємства протягом доби; $T_{\text{вц}}$ – тривалість виробничого циклу для паралельного ВРПП.

Визначимо випуск проукції за добу:

(5.3)

де 917 кг – маса готового продукту (однієї одиниці продукції), що отримується за 1 год; 22 – кількість завантажень за зміну; 3 – кількість змін.

Визначимо випуск продукції за рік:

(5.4)

5.3 Кількість обладнання та працівників

Кількість обладнання (Табл. 5.2), .

Таблиця 5.2 – Апарати технологічного процесу

Кількість працівників будемо визначати співставивши отримані дані по ВРПП та створеної структури виробництва (табл. 5.3).

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		47

Таблиця 5.3 – Кількість працівників

Таким чином у нас кількість робітників за списком = 21, а явочна кількість = 12.

Ми маємо 7 приладів, однак, оскільки у нас робота приладів автоматизована, то нам необхідна всього одна людина, що буде слідкувати за роботою приладів. Побудуємо графік змінності роботи для працівників які не приймають участь і приймають участь у виробничому процесі, якщо режим роботи підприємства безперервний 7 діб на тиждень, умови праці нормальні, тривалість зміни 8 год.:

(5.5)

(5.6)

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		48

Таблиця 5.4 – Працівники, що працюють в одну зміну.

Охорона і прибиральник працюють з такими ж умовами як робітники, що слідкують за роботою приладів (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Графік змінності для робітників, що працюють в три зміни

Перша зміна працюватиме з 6:00 до 14:00, друга зміна – з 14:00 до 22:00, а третя з 22:00 до 6:00.

5.4 Калькуляція і кошторис на вид продукції

Калькуляція – документ, який дозволяє систематизувати витрати на виробництво одиниці продукції і визначити її собівартість.

- Будівля: 100 000 (грн.).
- Обладнання:
 - 1) котел-утилізатор – $3\ 100 * 2 = 6\ 200$ (грн.);
 - 2) реактор – 87 500 (грн.);

 - 3) теплообмінник – 1 630 (грн.);
 - 4) абсорбер – 70 000 (грн.);
 - 5) розділювач – 1 300 (грн.);
 - 6) міксер – 800 (грн.);
 - 7) $\Sigma = 167\ 430$ (грн.).
- Нематеріальні активи: 40 000 (грн.).
- Закупівля сировини: 416 520 000 (грн./рік) .
- Витрати на електроенергію, паливо: 380 000 (грн./рік).
- З/П:
 - 1) Директор – 15 000 (грн./міс.);

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						49
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- 2) Виконавчий директор – 10 000 (грн./міс.);
- 3) Секретар – 3 600 (грн./міс.);
- 4) Головний інженер – 8 000 (грн./міс.);
- 5) Інженер-механік, -конструктор, -енергетик, -ОВК – 6 000 (грн./міс.);
- 6) Завідуючий складом – 4 000 (грн./міс.);
- 7) Охорона – 3 600 (грн./міс.);
- 8) Прибиральник – 3 600 (грн./міс.);
- 9) Звичайний робітник – 5 000 (грн./міс.);
- 10)

До основних фондів даного підприємства належать:

- Приміщення;
- Обладнання;
- Сертифікат (30 000 грн., терміном на 1 рік);

Фонд оплати праці за рік:

(5.7)

Собівартість:

$$C = A + \text{ОбЗ} = 141493,45 + 418\,300\,800 = 418422293,45 \text{ (грн./рік)} \quad (5.8)$$

Амортизація:

(5.9)

де $\Phi_{\text{пп}}$ – повна початкова вартість; K – витрати на капітальний ремонт (5.9) за період експлуатації; P – витрати на ліквідацію ОФ після закінчення експлуатації; L – ліквідаційна вартість ОФ; $T_{\text{експ}}$ – період експлуатації.

(5.10)

(5.11)

Собівартість одного кілограму формальдегіду:

(5.12)

Запланована ринкова ціна одного кг формальдегіду: $\text{Ц} = 60 \text{ (грн./кг)}$

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						50
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Прибуток підприємства для одиниці продукції (1 кг):

)

Прибуток за рік:

Прибуток з урахуванням податку на прибуток (19%):

)

Ефективність підприємства:

де К – капіталовкладення на реалізацію:

Період повернення капіталовкладень:

Таблиця 5.6 – Економічні показники роботи підприємства

5.5 Додаткове завдання

Необхідно порахувати собівартість дипломного проекту.

5.5.1 Розрахунок заробітної плати виконавця та викладачів

Відомо, що на виконання дипломного проекту дається 90 днів, тобто 3 місяця. Визначимо З/П виконавця роботи в місяць. Виконавець дипломного проекту працює без вихідних, кожного дня затрачається в середньому 3 (год.). Станом на 01.01.2017 мінімальна заробітна. в місяць становить 3200 (грн.), або 19,34 (грн/год).

Порахуємо З/П виконавця за весь період:

(5.21)

Визначимо також З/П викладачів, що причасні до виконання дипломного проекту:

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		51

З/П доцента к.т.н. = 7000 (грн./міс.). Для початку визначимо скільки часу викладачі затрачають на консультивання по виконанню дипломного проекту:

- Матеріальний та тепловий баланс – 4 (год./міс.)
- Математична модель – 4 (год./міс.)
- Автоматизація – 4 (год./міс.)
- Плакати – 4 (год./міс.)
- Економіка – 4 (год./міс.)
- Охорона праці – 4 (год./міс.)
- Керівник по диплому – 12 (год./міс.)
- Зав. кафедри – за 3 місяці витрачає 30 хв.;
- Контроль і перевірка виконаної роботи – за 3 місяці витрачає 1 год.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		52

В середньому викладачі відпрацьовують в місяць приблизно 180 годин, за що отримують 7000 грн., якщо відштовхуватись від цього, то можна сказати, що за 1 годину праці викладачі отримують в середньому 40 гривень. Тоді порахуємо, скільки викладачам необхідно заплатити за витрачений час на консультування по дипломному проекту (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – З/П викладачів по частинам за які ті відповідають

Визначимо загальну заробітну плату виконавця і викладачів: (5.22)

Фонд оплати праці за період виконання роботи: (5.23)

5.5.2 Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію ПК

Оскільки всі необхідні програми і налаштування ПК на момент отримання завдання по дипломному проекту були встановлені, то ми не будемо включати цей аспект у витрати.

Таким чином нам залишається розрахувати витрати на електроенергію й основні матеріали, котрі були використані комп'ютером і самим виконавцем.

1) Витрати на ел.енергію складаються з :

- Витрат на силову ел.енергію;
- Витрат на ел.енергію, яка йде на освітлення.

Витрати на силову ел.енергію визначаються за формулою: (5.24)

де Ч – час роботи в годинах; C_e – вартість 1 кВт/год. в грн.; Р – сумарна
Витрати на ел.енергію, яка йде на освітлення визначається за формулою: (5.25)

де Ч – час роботи в годинах; C_e – вартість 1 кВт/год. в грн.; Р – сумарна потужність, яка йде на освітлення – 0,2 кВт/год.

Тепер визначаємо загальні витрати на ел. енергію:

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		53

2) Витрати на витратні матеріали (ОбЗ) беруться за фактом і становлять:

Таблиця 5.8 – Витратні матеріали

$M_p = 380$ (грн.)

У їх число входять дискети, катриджі і папір для друку.

3) Витрати на приміщення та комунальні послуги:

В місяць на приміщення витрачається 385 грн. Оскільки приміщення орендується 3 місяці, то в загальному виходить 1155 грн.

5.5.3 Калькуляція і кошторис

Собівартість продукту:

де $\Phi_{пп}$ – повна початкова вартість; K – витрати на капітальний ремонт за період експлуатації; P – витрати на ліквідацію ОФ після закінчення експлуатації; L – ліквідаційна вартість ОФ; $T_{експ}$ – період експлуатації.

Сумарна вартість ОФ:

(5.29)

Оборотні засоби в нашому випадку матимуть формулу:

5.5.4 Розрахунок вартості дипломного проекту

Ціна складається з декількох компонентів:

де C – собівартість дипломного проекту; Π – прибуток, який беремо в розмірі 40% від собівартості;

)

									Арк
									54
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ХА 3103 1490 001 ПЗ				

ПДВ – податок на додану вартість, який береться в розмірі 20% від суми собівартості і прибутку.

Зведемо таблицю техніко-економічних показників (табл. 5.9).

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		55

Таблиця 5.9 – Економічні показники дипломного проекту.

На основі сказаного вище та отриманих результатів табл. 5.6 та 5.9 можна зробити висновок, що впровадження даного виробництва є доцільним та економічно вигідним.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		56

6 Охорона праці

Технологічний об'єкт, що розглядається, процес каталітичного окислення метанолу, містить в обігу шкідливі, вибухонебезпечні речовини. Також в даному об'єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Технічні рішення в проекті прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки виробництва.

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

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

6.1.1 Повітря робочої зони

Роботи, що виконуються в цеху, за важкістю згідно з ДСН 3.3.6.042-99, відносяться до категорії Па. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні, наведені в таблиці 6.1. Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов і підтримки теплової рівноваги між тілом людини і навколишнім середовищем, в цеху проводиться ряд заходів:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт, виконання яких супроводжується надмірним теплоутворенням в організмі людини;
- дистанційне керування тепло-випромінюючими процесами і апаратами (гетерогенно каталітичне окислення метанолу в контактному апараті), що

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		57

виключає необхідність перебування працюючих в зоні інфрачервоного випромінювання;

- Рациональне розміщення і теплоізоляція обладнання, апаратів, комунікацій та інших джерел, що випромінюють на робочих місцях конвекційне і променисте тепло.

Тепло-випромінююче обладнання встановлено на відкритому майданчику. Теплоізоляція здійснена з таким розрахунком, щоб температура зовнішніх стінок тепло-випромінюючого обладнання не перевищувала 45 ° С;

Джерела інтенсивного волого-виділення забезпечені кришками;

Організація раціонального водно-сольового режиму з метою профілактики перегріву. Для цього до питної води додають невелику кількість (0,2 - 0,5%) кухонної солі і насичують її вуглекислим газом. Пиття підсоленої води призводить до більш швидкого відновленню водно-сольової рівноваги, втамовує спрагу, компенсує потовиділення і зменшує втрату маси; вуглекислий газ надає воді смак і покращує секрецію шлункового соку;

Забезпечення робочих раціональним спецодягом і спецвзуттям [4].

В таблиці 6.2 наведена коротка санітарна характеристика підприємства, що розглядається.

У зв'язку з використанням шкідливих і ядовитих речовин на виробництві формаліну, міри індивідуального захисту і аварійний запас прийнято у відповідності з діючими галузевими нормами відповідно з ДСН 3.3.6.042-99.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		58

У місцях роботи з кислотами і лугами встановлені аптечки з нейтралізуючими розчинами.

З метою захисту працюючих від впливу формаліну, метанолу, парів кислот і лугів виробничі приміщення забезпечені системою припливної та витяжної вентиляції.

У виробничих приміщеннях і на відкритих установках виробництва передбачені датчики сигналізації граничних концентрацій вуглеводнів типу СТМ-10.

Всі види ремонтних робіт і робіт з обслуговування обладнання виробляються в спецодезії, спецвзутті і в касці.

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06 роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду III.

Для освітлення виробничих, службових, побутових приміщень використовують природне світло штучне освітлення.

У денний час виробничі будівлі освітлюються природним світлом. Природне сонячне світло характеризується великою інтенсивністю, рівномірністю освітлення, відносно невисокою середньою яскравістю на одиницю площі, зміною освітленості протягом доби.

Основною величиною для розрахунку та нормування природного освітлення всередині приміщень прийнятий коефіцієнт e (%), природного освітлення (КПО), що представляє собою відношення природної освітленості всередині приміщення E_v (лк), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості E_n (лк), створюваної світлом повністю відкритого небосхилу:

$$(6.1)$$

Норми природного освітлення промислових будівель, зведені до нормування коефіцієнта природної освітленості (КПО) представлені в СНиП

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
						59
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

23 - 05 - 95. СНиП 23 - 05 - 95 встановлює необхідну величину КПО в залежності від точних робіт, виду освітлення та географічного розташування виробництва. У таблиці 6.3 наведені значення КПО.

Таблиця 6.3 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень

Розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів для приміщення. Розрахунок ведемо за формулою:

(6.2)

де, S_0 – сумарна площа світлових прорізів вікон ($3 \text{ м} * 2,5 \text{ м} = 7,5 \text{ м}^2$); $S_{п}$ – площа підлоги приміщення ($8 \text{ м} * 4 \text{ м} = 32 \text{ м}^2$); e_n – нормоване значення КПО (1,6); K_3 – коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,2 - 2,0$); η_0 – світлові характеристики вікна (23); τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання (0,4); r_1 – коефіцієнт, що враховує відображення світла при бічному і верхньому освітленні (1,6); КЗД – коефіцієнт, що враховує затемнення вікон, що стоять навпроти один одному, ($KЗД = 1 - 1,7$).

При бічному природному освітленні площа світлового прорізу дорівнює:

(6.3)

$S_0 = 25,2 \text{ м}^2$ площа 3 вікон, а одного вікна дорівнює $8,4 \text{ м}^2$.

Таким чином, площа світлових прорізів (вікна) відповідає допустимим нормам.

Штучне освітлення передбачається в приміщеннях, в яких недостатньо природного світла, або для освітлення приміщення в години доби, коли природна освітленість відсутня.

Штучне освітлення нормується в одиницях освітленості - люксах (Лк). Вибір освітленості проводиться у відповідності зі СНиП 23 - 05 - 95. Освітленості приміщень прийняті за діючими нормами штучного приміщення:

а) для освітлення виробничих відділень і відкритих майданчиків з встановленими на них апаратами не менше 30 люкс;

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		60

б) для освітлення приміщення КВП - 200 люкс (при люмінесцентному освітленні);

в) для освітлення побутових приміщень - 30 люкс.

Оскільки за санітарними нормами на ЦПУ освітленість повинна бути 200 Лк, то при цьому використовують люмінесцентні лампи типу ЛБУ. Вони створюють у виробничих приміщеннях штучне світло, що наближається до природного, більш економічні у порівнянні з іншими лампами і створюють освітлення більш сприятливе з гігієнічної точки зору.

Для освітлення під час роботи всередині апаратів передбачені світильники у вибухозахищеному виконанні. Підвісний світильник підвищеної надійності проти вибуху типу Ногл-80 з люмінесцентною лампою потужністю 80 Вт використовую для загального освітлення вибухонебезпечних зон класів В-Іа, В-Іг.

У разі відключення робочого освітлення в виробничих приміщеннях передбачено аварійне освітлення.

Проводка для освітлення виробничих пожежонебезпечних приміщень і відкритих майданчиків прийняті типу СХ, підвішені на трубних стійках (торшерах).

Для освітлення нормальних приміщень передбачаються світильники типу "Універсал", "Люцетта" і для освітлення приміщення КВП - люмінесцентні світильники.

Проводка до світильників у виробничих пожежонебезпечних приміщеннях передбачається проводом марки АПРТО в газових трубах і кабелем марки АВРГ.

Живильні кабелі, що йдуть від трансформаторної підстанції до розподільчих пунктів передбачаються марки АСБ зі свинцевою оболонкою зважаючи окислення ґрунту.

6.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		61

Деякі виробничі процеси супроводжуються значним шумом і вібраціями. Джерела інтенсивного шуму і вібрації є машини і механізми з неврівноваженими обертовими масами, в окремих кінематичних парах яких виникають тертя і зіткнення, а також технологічні установки і апарати, в яких рух газів і рідин відбувається з великими швидкостями і супроводжується пульсацією.

Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 у виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку 80 дБА. Згідно ДСН 3.3.6.039-99 допустимий рівень вібрації в приміщенні 1-го ступеня – 3 дБ, а для 2-ї ступені шкідливості – до 3,1 дБ, для 3-ї ступені шкідливості – більше 3,1 дБ. Дане виробництво належить до 2-го ступеня шкідливості по вібрації.

При постійному шумі на робочому місці нормується рівень звукового тиску (в дБ) октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 63, 125, 350, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		62

Найбільш гучним із приміщень, де розташоване обладнання виробництва формаліну, є приміщення повітродувне, де рівень звукового тиску у всіх частотах перевищує допустимі рівні для виробничих приміщень з постійним перебуванням людей. Для повітродувного відділення, де немає постійного робочого місця і перебування людини в зміну не перевищує одну годину, застосовуються індивідуальні засоби захисту: антифони, "беруші".

Згідно ДСН 3.3.6.039-99, рівень вібрації оцінюється за спектром віброшвидкості в діапазоні частот від 11 до 2800 Гц в октавних смугах частот з наступними середньгеометричними значеннями: 5; 16; 31; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000 Гц.

Встановлено гранично допустимі величини, що обмежують загальні вібрації: при частоті до 11 Гц – нормованим параметром є зміщення, при частоті від 11 до 355 Гц – віброшвидкість.

Для вимірювання вібрації на виробництві встановлені віброметри та шумовимірювачі з додатковим пристосуванням - підсилювачем, що встановлюється замість мікрофона.

Одним з основних організаційних заходів щодо боротьби з шумом і вібрацією є виключення з технологічного процесу віброакустично-активного обладнання.

Основними технічними заходами є:

- правильне проектування фундаменту під нагнітачем повітря з урахуванням динамічних навантажень;
- Наявність віброоснови у вентиляційних установках;
- Шумозаглушення на всмоктуванні і вихлопі вентиляційних систем.

З метою захисту обслуговуючого персоналу від шуму і вібрації будівлі і споруди виконані відповідно до санітарних норм, вентилятори встановлені на віброосновах і приєднані до повітропроводів через м'які вставки.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		63

Захист від шуму досягається якісним монтажем окремих вузлів машин, динамічної їх балансуванням і сучасним проведенням планово-попереджувальних ремонтів.

Для захисту від вібрації на виробництві використовують вібропоглинаючі і віброізолюючі матеріали і конструкції. Віброізоляція - це зниження рівня вібрації, що захищається, що досягається зменшенням передачі коливань від їх джерела.

6.1.4 Електробезпека

Регулярне спостереження за станом ізоляції електричних мереж - одна з основних заходів, що запобігають поразку людини електричним струмом. Контроль опору ізоляції може бути періодичним і безперервним. Опір ізоляції силових і освітлювальних електропроводів має бути не нижче 0,5 МОм.

У вибухонебезпечних зонах усіх класів з хімічно активними середовищами повинні застосовуватися проводи і кабелі з ПВХ ізоляцією, а також дроти з гумовою ізоляцією та кабелі з гумовою і паперовою ізоляцією в свинцевій або полівінілхлоридній оболонці.

Щоб забезпечити надійну роботу електрообладнання в хімічно активних середовищах, необхідно виключити можливість проникнення хімічно активних реагентів в оболонки електрообладнання і застосовувати спеціальні конструкційні матеріали та захисні покриття. Конструкція вступних пристроїв електрообладнання повинна забезпечувати захист струмоведучих частин, ізоляції та місць з'єднань від впливу хімічно активних середовищ, для яких він призначений.

Заряди статичної електрики можуть виникнути при зіткненні або терті твердих матеріалів, при роздрібненні або пересипанні однорідних і різнорідних непровідних матеріалів, при розбризкуванні діелектричних рідин, при транспортуванні сипучих речовин трубопроводами та ін.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		64

Продукти, що використовуються при виробництві формаліну мають об'ємний опір, що сприяє виникненню статичної електрики при їх транспортуванні, так як всі трубопроводи і апарати виготовлені з вуглецевої і легованої сталі.

Для попередження можливості накопичення розрядів статичної електрики на виробництві формаліну передбачені:

1. Заземлення обладнання, трубопроводів.
2. Швидкість транспортування трубопроводами метанолу, формаліну не повинна перевищувати 10 м / с.

Одним з надійних методів зниження потенціалів статичної електрики є заземлення всіх металевих частин обладнання, де можлива електризація. Заземлювати слід не тільки ті частини обладнання, які беруть участь в регенеруванні зарядів, але і всі інші ізольовані провідники, які можуть заряджати по індукції.

Устаткування слід вважати електростатично заземленим, якщо опір в будь-якій точці при найнесприятливіших умовах не перевищує 10⁶ Ом.

Захист будівель, споруд, обладнання, трубопроводів від прямих ударів блискавки на виробництві здійснюється шляхом приєднання корпусів окремих апаратів до заземлювального пристрою і установкою блискавко-приймачів. Захист апаратів і трубопроводів від статичної індукції і статичної електрики здійснюється приєднанням до контуру заземлення.

Система пристрою заземлення складається з внутрішнього і зовнішнього контурів.

Зовнішній контур виконаний з електродів, виготовлених зі сталевих вертикальних стрижнів довжиною 2,5 м і з'єднаних між собою смуговою сталлю (4x40) мм. Внутрішній контур заземлення виконаний зі смугової сталі (4x25) мм, (4x40) мм і приєднаний до зовнішнього. Всі з'єднання заземлювального пристрою виконані зварюванням.

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

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		65

де $R_l = 2...4$ кОм, опір тіла людини; $R_0 = 4$ Ом, опір нейтралі заземлення; $U\phi = 220$ В, фазова напруга, В.

Напруга дотику розраховується за формулою:

Всі електрообладнання, пускова апаратура, обладнання, трубопроводи, а так само всі металеві частини, що не перебувають під напругою, але які можуть виявитися під нею внаслідок порушення ізоляції, заземлені приєднанням до контуру.

Металеві вентиляційні короба і кожухи теплоізоляції трубопроводів також приєднані до внутрішнього контуру захисного заземлення.

Заземлення кабельних конструкцій здійснюється за допомогою будівельних металоконструкцій, на яких вони встановлені.

Колонні і ємнісні апарати заземлені в двох точках.

6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Технологічний процес визначається параметрами, при яких забезпечується нормальне його функціонування. Технологічними параметрами називаються вимірні величини, що визначають стан речовин, що утворюються в даному процесі. Найбільш важливим для визначення ступеня безпеки технологічного процесу є фізико-хімічні параметри: тиск, температура і концентрація речовин.

Особливо небезпечні стадії у виробництві формаліну є:

1. Приготування метанол-повітряної суміші – в випарнику, можливе утворення вибухонебезпечних сумішей.
2. Синтез формальдегіду – в контактному апараті, можливий вибух і термічні опіки.
3. Установка термічного знешкодження – процес знешкодження відхідних газів, для отримання гарячої води з температурою до 140°C , протікає із застосуванням в якості палива природного газу, здатного утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		66

З метою виключення виникнення вибухів, пожеж, отруєнь, опіків, травм при експлуатації виробництва повинні дотримуватися таких обов'язкових умов:

Ведення технологічного режиму здійснюють у суворій відповідності з вимогами і нормами технологічного регламенту. При цьому необхідно контролювати і витримувати в заданих межах наступні параметри:

- Витрата повітря в спірто-випарювачі. При зміні подачі повітря змінюється склад спірто-повітряної суміші, продуктивність агрегату. При надлишку повітря збільшуються побічні реакції з виділенням вуглекислого газу, крім того, може утворитися вибухонебезпечна концентрація метанолу. При недостатній кількості повітря збільшуються побічні реакції з утворенням метану. При значній нестачі повітря можливе виділення вільного вуглецю.
- Температуру в спірто-випарювачі. Зниження температури в випарнику на 1°C веде до підвищення температури в контактному апараті на 100°C, а підвищення температури в випарнику на 1°C веде до зниження температури в контактному апараті на 100°C.
- Зміна рівня в випарнику призведе до зміни інтенсивності випаровування метанолу.
- Температуру спірто-повітряної суміші після теплообмінника. Зниження температури веде до потрапляння крапель рідини на каталізатор, що веде до втрати його активності та уповільнення реакції освіти формальдегіду.
- Температуру в контактному апараті поз.Р1. Зміна температури в бік підвищення веде до утворення побічних реакцій.
- Температуру реакційних газів на виході з під контактного холодильника. Знижена температура сприяє полімеризації формальдегіду в трубках холодильника, підвищена - продовження побічних реакцій.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		67

- Температуру в кубі абсорбційної колони поз.К1. При високій температурі погіршується поглинання формальдегіду, при низькій - відбувається його полімеризація.
- Склад і температуру вихлопних газів. По складу абгазів визначається характер протікання реакції в контактному апараті, температура впливає на склад вихлопів.
- Температуру в стандартизаторів. Зниження температури викликає полімеризацію формальдегіду, підвищення - призводить до його втрат і забруднення атмосфери.

Щоб уникнути аварійних ситуацій в процесі отримання формальдегіду необхідно для наступних параметрів строго дотримуватися кордону критичних значень:

1. Зниження об'ємної частки метанолу в метаноло-повітряній суміші менш, ніж на 34,7%, веде до збіднення метанол-повітряної суміші і як наслідок, до вибуху. Тому, об'ємна частка метанолу в метанол-повітряної суміші повинна бути (45-50)%, а масова частка метанолу в рідкій фазі випарника поз.Е2а – не менше 20%.
2. Рівень у випарнику поз.Е2а підтримувати не нижче 30%.
3. Температуру метанолу-повітряної суміші в трубах поз.Х3 підтримувати (100-180) °С.
4. Температуру в контактному апараті підтримувати (550-600) ° С при "м'якому режимі" і (640-700) ° С при "жорсткому режимі".

6.2. Пожежна безпека

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

У таблиці 6.4 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю [6]. Для максимального обмеження кількості горючих речовин, які можуть надходити в навколишнє середовище при аварійній розгерметизації системи, виробництво формаліну розділене на блоки, кожен з яких повинен бути відключений від технологічної схеми запірною арматурою без небезпечних змін режиму, що призводять до розвитку аварії в суміжній апаратурі.

Оцінка вибухонебезпечності блоків виробництва формаліну проведена відповідно до "Загальних правил вибухобезпеки для вибухопожежо- і вибухонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв".

Розрахункова категорія вибухонебезпечності для всіх блоків III, а так як формалін – речовина II класу небезпеки, то для всіх блоків встановлюється II категорія вибухонебезпечності.

Пожежовибухонебезпечні властивості сировини, напівпродуктів, готової продукції і відходів виробництва представлені в таблиці 6.6.

Для забезпечення пожежної безпеки виробництво формаліну обладнується первинними протипожежними засобами згідно "Норм первинних засобів пожежогасіння для виробничих складських і житлових приміщень".

Пожежогасіння всередині приміщень здійснюється від пожежних кранів, обладнаних рукавами і стволами – розпилювачами.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		69

У приміщенні насосної передбачена автоматична система пожежогасіння, що блокується з відключенням вентиляції.

Для пожежогасіння зовнішньої установки передбачені лафетні установки і стояки – сухотруби.

На сходових клітках на вході в будівлю і у етажерки по периметру будівлі встановлені пожежні сповіщувачі.

Для виявлення подачі сигналу пожежної тривоги, локалізації та ліквідації можливої пожежі, в насосній і на зовнішній установці передбачена установка автоматичного пожежогасіння. Вогнегасна речовина - тонко розпорошена вода. Подача води на установку здійснюється по трубопроводах з розподільчого пункту по секціях.

Насосна формаліну (секції 4-13, 26-28) обслуговується дренчерною установкою, яка приводиться в дію автоматично або дистанційно (з ЦПУ), або вручну.

Таблиця 6.4 – Показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин та матеріалів

Закінчення таблиці 6.4

Зовнішня установка, обслуговується до 30 м – лафетними стволами, а колонні апарати вище 30 м – кільцями зрошення. Секції приводяться в дію дистанційно і вручну.

Вузлами управління є клапани типу КМ і вентиля з електромагнітним приводом.

Для зберігання необхідного запасу води передбачений резервуар ємністю 1000 м³.

До пожежі елементи установок знаходяться в стані контролю, трубопроводи до вузлів керування заповнені водою і знаходяться під тиском імпульсного пристрою, а від вузлів управління до секцій – "сухотруби".

Автоматичний пуск установки: при виникненні пожежі в секціях, спрацьовують електричні сигналізатори, і сигнали надходять на розтин

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		70

вентиля з електромагнітним приводом і включення насосів. При розтині вентиля спрацьовує вузол керування установкою, пропускаючи вогнегасну речовину по трубопроводах через зрошувачі на вогнище пожежі.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		71

Висновки

У дипломному проекті розглянуто процес каталітичного окислення метанолу. Вирішено наступні задачі:

1. Проаналізовано технологічні особливості виробничого процесу каталітичного окислення метанолу та було обрано реактор.
2. Розраховано матеріальний баланс схеми процесу каталітичного окислення метанолу.
3. Розглянуто кінетичну та математичну модель процесу каталітичного окислення метанолу в комбінованому реакторі.
4. Відповідно до технологічного завдання розроблено обчислювальний модуль для комп'ютерного моделювання процесу каталітичного окислення метанолу в комбінованому реакторі та встановлено основні параметри реактора.
5. Отримані графіки змін температури та концентрації по довжині реактора.
6. Розроблено схему автоматизації процесу каталітичного окислення метанолу в комбінованому реакторі, підібрані необхідні технічні засоби автоматизації.
7. Розраховано техніко-економічні показники.
8. Виявлено та проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, визначено шляхи їх усунення.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		72

Список використаних джерел

1. Охрана труда в химической промышленности [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Маринина. – М.: Химия, 1989. – 497 с.
2. Естественное и искусственное освещение [Текст]: НиП П-4-79 – М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
3. Жидецький В.Ц. практикум з охорони праці.[Текст] // Львів, Афіша, 2000 – 352с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства [Текст]/ Под ред. И. Г. Староверова: Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1978. – 509 с.
5. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей [Текст] // В 3т. – Л.: Химия. Т. 1.1976.-592с., Т.2 .1976. – 624с.,Т.3.1977.-608с.
6. Система стандартов безопасности труда. Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия. [Текст] // ГОСТ 12.4.121 – 83с.
7. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. [Текст] // СНиП 2.01.02 – 85 с.
8. Определение категорий помещений по взрывной и пожарной опасности. [Текст]: ОНТП 24 – 86 с.
9. Луговський В.І., Методи автоматизованих розрахунків хіміко-технологічних схем [Текст] // В.І. Луговський, В.М. Білоус, В.В. Брем – Одеса: Екологія, 2005– 232с.
10. Лапшенков Г.И., Автоматизация производственных процессов в химической промышленности [Текст] // Лапшенков, Л.М. Полоцкий. М.: Химия, 1988. – 287с.
11. Мельник, С.Р. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу [Текст] // С.Р. Мельник, Ю.Р. Мельник, З.Г. Піх – Львів: Львівська Політехніка, 2006. – 448 с.

					ХА 3103 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		73

12. Бугаєва, Л.М. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів [Текст] // Л.М. Бугаєва, Ю.О. Безносик, Г.О. Статюха – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 132 с.
13. Юкельсон, И.И. Технология основного органического синтеза [Текст] // И.И. Юкельсон – М.: Химия, 1969. – 848 с.
14. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту освітньо – кваліфікаційного рівня “бакалавр” за напрямом підготовки 0925 “Автоматизація та компютерно інтегровані технології” [Текст] // Г.О. Статюха та ін.; НТУУ «КПІ» – К.: ТВЦ “Політехніка”, 2007. – 55 с.
15. Накрохин Б. Г., Накрохин В. Б. / Технология производства формалина из метанола [Текст] // Накрохин Б. Г., Накрохин В. Б. – М.: Новосибирск – 1995 – №6. – С. 5 – 8.
16. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие /Казан. гос. технол. ун-т. Сост.: Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, 2008. – 160 с.
17. Бибин, В.Н. Кинетика окисления метанола воздухом на окисном железомобденовом катализаторе [Текст] / В.Н. Бибин, Б.И. Попов // Кинетика и катализ, 1969, том X, выпуск 6. – с. 1326 – 1335.
18. Формальдегид [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Формальдегид>.

						Арк
						74
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ХА 3103 1490 001 ПЗ	