

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ПРОЕКТУВАННЯ ХТС ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

**Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання для
студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. ОПП
«Хімічні технології палива та вогнетривів»,
ОПП «Переробка нафти та газу»
(магістерський рівень)**

Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,
затвердженим Вченою радою ІПБТ УДУНТ
Протокол № 1 від 24.01.2022

ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛОГ ДРУКОВАНОГО ВИДАННЯ

Дніпро 2022

УДК 662.74 (658.26)

Проектування ХТС та прогнозування якості продукції : робоча програма, методичні вказівки для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. ОПП «Хімічні технології палива та вогнетривів», ОПП «Переробка нафти та газу» / уклад. Є. І. Малий. – Дніпро : Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022. – 21 с.

Наведені робоча програма; загальні методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни «Проектування ХТС та прогнозування якості продукції»; розрахунки прикладів по відповідним розділам; індивідуальні завдання; додатковий матеріал зроблено у вигляді таблиць.

Укладач Є. І. Малий, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний за випуск Є. І. Малий, д-р техн. наук, проф.

Рецензент А. Г. Старовойт, д-р техн. наук, проф.

Підписано до друку 30.09.2022. Формат 60×84 1/16. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. 1,23. Умов. друк. арк. 1,21. Замовлення № 56

Український державний університет науки і технологій
49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2

Редакційно-видавничий відділ УДУНТ

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	4
1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ «Проектування ХТС та прогнозування якості продукції».....	6
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «Проектування ХТС та прогнозування якості продукції».....	7
3 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	9
4 ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	16
5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ.....	17
ЛІТЕРАТУРА.....	21

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Навчальна дисципліна «Проектування ХТС та прогнозування якості продукції» є професійна – фахової підготовки.

Мета вивчення дисципліни – отримання знань необхідних для технологічного проектування та прогнозу якості продукції в хімічному виробництві.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен мати наступні, **компетентності:**

- здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкційні апарати в хімічній інженерії;
- здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічними процесами хімічних виробництв;
- здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії;
- здатність враховувати комерційний та економічний контекст при проектуванні хімічних виробництв;
- здатність оформлювати технічну документацію, згідно з чинними вимогами.

результати навчання:

- розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризику;
- розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування при проектуванні хімічних виробництв;
- використовувати сучасну обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв;
- розуміння хімічної інженерії як складника сучасних наук і техніки, її місця у розвитку інженерії, української держави та загальносвітової культури.

Критерії успішності – отримання позитивної оцінки при написанні контрольної роботи та курсової роботи.

Засоби діагностики успішності навчання – комплект завдань у тестовій формі та завдань для написання курсової роботи.

Зв'язок з іншими дисциплінами – Дисципліна є завершальною при підготовці магістрів за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія за ОПШ «Хімічні технології палива та вогнетривів», ОПШ «Переробка нафти та газу».

Набуті знання і вміння використовуються при виконанні кваліфікаційної роботи.

Письмове контрольне завдання виконується студентом самостійно, відповідно з отриманим індивідуальним варіантом та відправляється до інституту в строки визначені навчальним графіком. Правильно оформлене контрольне завдання повинно вміщувати: номер варіанта (встановлюється викладачем); умови та рішення задач, що включають рівняння хімічних реакцій та всі математичні розрахунки; відповіді на теоретичні запитання; список використаної літератури, підпис, дату відправлення виконаного завдання до академії.

Після перевірки контрольного завдання та захисту курсової роботи студент має право бути допущеним до екзамену.

Розподіл годин за навчальним планом

	Разом	Семестр – 2
Всього годин за навчальним планом, у тому числі:	150	150
- аудиторні заняття з них:	16	16
- лекції	12	12
- практичні заняття	4	4
- лабораторні заняття	-	-
- самостійна робота	134	134
Підсумковий контроль	к. р., екз.	к. р., екз.

1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

«Проектування ХТС та прогнозування якості продукції»

1.1 Зміст теоретичних занять

1.1.1 «Проектування хіміко-технологічних систем та прогнозування якості продукції» – курс лекційного матеріалу, що спрямований на вивчення загальних положень, термінологій щодо розробки проектної документації й прогнозуванню продукції за даним проектом. Проект – це курсова робота, яка базується на складанні бізнес-плану. В останньому обов'язково треба аналізувати роботу субпідрядної організації, будівельно-монтажної організації, а також саме будівництво. Тобто це розширення, реконструкція або капітальний ремонт.

Література: [1 с., 3 - 8 с., 2 с.] ; [15 - 34 с., 3 с.] ; [211 - 230 с.].

1.1.2 Створення та оцінка надійності проектної технології, компонування обладнання, проектно-кошторисна документація. Проектно-кошторисна документація. Текстові та графічні матеріали. Технічні, конструктивні, об'ємно-планувальні, архітектурні рішення та кошториси об'єктів будівництва. Проектування та будівництво. Замовник проектно-кошторисної документації.

Література: [1 с., 9 - 19 с., 2 с.] ; [92 - 131 с.]; [4 с., 10 - 67 с.].

1.1.3 Затвердження проекту, авторський нагляд. Технологічний регламент проектного підприємства. Вибір району розташування проектного підприємства. Обґрунтування місцерозташування проектованого виробництва; його виробничу потужність і номенклатуру продукції; забезпечення сировиною, напівпродуктами, паливом, електроенергією та водою; основні будівельні та технологічні рішення й найважливіші техніко-економічні показники.

Література: [1, 19 - 29 с.] ; [2 с., 17 – 23 с.].

1.1.4 Проектування хіміко-технологічних систем і процесів, загальні поняття. Мета створення хіміко-технологічних систем і процесів. Хімічне

підприємство та хіміко-технологічні системи. Мета розробки ХТС. Економічна доцільність. Створення ХТС. Раціональність використання сировини та енергії, створення енерготехнологічних схем, збільшення одиничної потужності апаратів Основні задачі ХТС.

Література: [1 с., 29 - 53 с., 2 с.] [136 - 191 с.].

1.2 Зміст практичних занять

1.2.1 Складання матеріального балансу окиснення етену до оксиду етену.

1.2.2 Розрахунок реактора за кінетичними даними

1.2.3 Складання матеріального балансу отримання етилбензину

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ «Проектування ХТС та прогнозування якості продукції»

2.1 Мета викладення курсу, загальні поняття, термінологія та передпроектна розробка. Субпідрядні організації. Будівельно-монтажні організації здійснюють будівництво і монтаж обладнання. Нове будівництво. Розширення. Реконструкція. Капітальний ремонт.

Створення та оцінка надійності проектної технології, компонування обладнання, проектно-кошторисна документація. Проектно-кошторисною документація. Текстові та графічні матеріали. Технічні, конструктивні, об'ємно-планувальні, архітектурні рішення та кошториси об'єктів будівництва. Проектування та будівництво. Замовником проектно-кошторисної документації.

Затвердження проекту, авторський нагляд. Технологічний регламент проектного підприємства. Вибір району розташування проектного підприємства. Обґрунтування місцерозташування проектного виробництва; його виробнича потужність і номенклатура продукції; забезпечення сировиною, напівпродуктами, паливом, електроенергією та водою; основні будівельні та технологічні рішення й найважливіші техніко-економічні показники.

2.2 Проектування хіміко-технологічних систем і процесів, загальні поняття. Мета створення хіміко-технологічних систем і процесів. Хімічне підприємство та хіміко-технологічні системи. Мета розробки ХТС. Економічна

доцільність. Створення ХТС. Раціональність використання сировини та енергії, створення енерготехнологічних схем, збільшення одиничної потужності апаратів. Основні задачі ХТС.

Особливості проектування хімічних підприємств. Робочій проект на будівництво, робоча документація, вибір площі для будівництва. Завдання на проектування. Остаточний вибір району будівництва. Техніко-економічне обґрунтування об'єкта будівництва. Представники будівельної організації. Експлуатація транспортних комунікацій, мереж електро-, тепло- і водопостачання, каналізації, зв'язку і пожежного нагляду, місцевих органів санітарно-епідеміологічної служби. Майданчик будівництва та вимоги, що висуваються для цього. Технічне завдання на проектування. Додаткове завдання на проектування.

2.3 Склад та зміст робочого проекту на нові будівлі та реконструкцію об'єктів виробничого призначення. Пояснювальна записка. Наукова організація праці робочих та службових місць управління підприємством. Рішення щодо будівлі. Організація будівельних робіт. Охорона навколишнього середовища. Складання технологічної схеми. Складання схеми матеріальних потоків. Складання матеріального балансу технологічного процесу. Власне, створення технологічної схеми процесу. Трубопроводи та їх призначення. Номери стандартів і ТУ. Нестандартне обладнання. Класифікація технологічних схем. Принципи створення безвідходного або маловідходного виробництва. Відходи та їх утилізація і переробка. Основні завдання безвідходного або маловідходного виробництва що висуваються до коксохімічних заводів. Безвідходна технологія. Маловідходна технологія. Напрями безвідходного та маловідходного виробництва. Підвищення рівня комплексного використання. Матеріальний та тепловий баланси проектного виробництва. Поняття матеріального балансу. Вихідні дані для розрахунку матеріальних балансів. Принципи складання матеріальних балансів технологічних процесів. Принципи розрахунку теплових балансів проектуємих апаратів. Теплоносії та холодоагенти. Поняття ексергетичного балансу.

2.4 Генеральний план хімічних підприємств та загальні принципи щодо врахування додаткових параметрів технологічного проектування Генеральний план. Узгоди генерального плану з будівельними органами. Проектні рішення. Виробничі та господарські кооперування. Використання

трудо­вих і ма­те­рі­аль­них ре­сурсів. Дже­рела і ме­ре­жи е­лек­тро-, те­пло- та га­зо­по­ста­чан­ня.

За­пи­тан­ня що­до са­мо­кон­тро­лю:

1. На­вес­ти те­о­ре­тич­ні уяв­лен­ня що­до про­це­су ст­во­рен­ня ХТС.
2. Ха­рак­те­ри­сти­ка ге­не­раль­но­го пла­ну та оці­нен­ня пер­спек­тив ви­ко­ри­стан­ня роз­роб­ок мо­делей ХТС.
3. По­діл ро­бо­чо­го про­ек­ту ХТС.
4. Без­від­ход­на та ма­ло­від­ход­на те­х­но­ло­гія ви­роб­ни­цтва ХТС.
5. Прин­ци­пи скла­дан­ня ма­те­рі­аль­но­го ба­лан­су ХТС.
6. Е­не­р­ге­тич­ний та е­кс­ер­ге­тич­ний ба­лан­си ХТС.
7. Ме­та роз­роб­ки ХТС.
8. Тех­ні­ко-е­ко­но­міч­не об­ґрун­ту­ван­ня об'єк­та бу­дів­ни­цтва.
9. Уз­год­жен­ня ге­не­раль­но­го пла­ну з бу­дів­ель­ни­ми ор­га­на­ми. Ви­роб­ни­чі та го­спо­дар­ські ко­опе­ру­ван­ня.
10. Тек­сто­ві та гра­фіч­ні ма­те­рі­а­ли. Тех­ніч­ні, кон­ст­рук­тив­ні, об'єм­но-пла­ну­валь­ні, ар­хі­тек­тур­ні рі­шен­ня та ко­ш­то­ри­си об'єк­тів бу­дів­ни­цтва. Про­ек­ту­ван­ня та бу­дів­ни­цтво.

3 ІН­ДИ­ВІ­ДУ­АЛЬ­НІ ЗА­ВДАН­НЯ

1. Скла­сти ма­те­рі­аль­ний ба­ланс ре­ак­то­ра одер­жан­ня ві­ніл­хло­ри­ду за ре­ак­ці­ями $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_2 = CHCl$, $CH_2 = CHCl + HCl \rightarrow CH_3CHCl_2$, як­що про­дук­тив­ність ре­ак­то­ра ста­но­вить 0,01 кмоль/с ві­ніл­хло­ри­ду, сту­пінь пе­рет­во­рен­ня е­ти­ну – 0,97, се­лек­тив­ність ві­ніл­хло­ри­ду за е­ти­ном – 0,96, а мо­ль­не спів­від­но­шен­ня $C_2H_2 / HCl = 1/1,1$.

2. Скла­сти ма­те­рі­аль­ний ба­ланс ре­ак­то­ра одер­жан­ня ві­ніл­хло­ри­ду за ре­ак­ці­ями $C_2H_2 + HCl \rightarrow CH_2 = CHCl$, $CH_2 = CHCl + HCl \rightarrow CH_3CHCl_2$, як­що про­дук­тив­ність ре­ак­то­ра ста­но­вить 0,78 кмоль/с ві­ніл­хло­ри­ду, сту­пінь пе­рет­во­рен­ня е­ти­ну – 0,95, се­лек­тив­ність ві­ніл­хло­ри­ду за е­ти­ном – 0,96, а мо­ль­не спів­від­но­шен­ня $C_2H_2 / HCl = 1/1,19$.

3. Скла­сти ма­те­рі­аль­ний ба­ланс ре­ак­то­ра одер­жан­ня ві­ніл­хло­ри­ду за ре­ак­ці­ями $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_2 = CHCl$, $CH_2 = CHCl + HCl \rightarrow CH_3CHCl_2$, як­що про­дук­тив­ність ре­ак­то­ра ста­но­вить 0,81 кмоль/с ві­ніл­хло­ри­ду, сту­пінь пе­рет­во­рен­ня е­ти­ну – 0,89, а мо­ль­не спів­від­но­шен­ня $C_2H_2 / HCl = 1/1,2$. Рів­нян­ня ш­ви­д­ко­сті ре­ак­цій (кмоль/ (м³×с)): $p_1 = 0,45C_{C_2H_2}$, $0,06C_{CH_3CHCl_2}$

4. Скласти матеріальний баланс реактора одержання вінілхлориду за реакціями $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_3Cl$, $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_3Cl + HCl \rightarrow CH_3CHCl_2$, якщо продуктивність реактора становить 0,61 кмоль/с вінілхлориду, ступінь перетворення етину – 0,99, а мольне співвідношення $C_2H_2 / HCl = 1/1,3$. Рівняння швидкості реакцій (кмоль/ (м³×с)): $r_1 = 0,55C_{C_2H_2}$, $0,05C_{CH_3CHCl_2}$

5. Скласти матеріальний баланс реактора одержання вінілхлориду за реакціями $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_3Cl$, $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_3Cl + HCl \rightarrow CH_3CHCl_2$, якщо продуктивність реактора становить 0,81 кмоль/с вінілхлориду, ступінь перетворення етину – 0,79, а мольне співвідношення $C_2H_2 / HCl = 1/1,5$. Рівняння швидкості реакцій (кмоль/ (м³×с)): $r_1 = 0,65C_{C_2H_2}$, $0,07C_{CH_3CHCl_2}$

6. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етанолу за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$, $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2OCH_2CH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,065 кмоль/с етанолу, ступінь перетворення етену – 0,045, селективність етанолу за етеном – 0,95, а мольне співвідношення водяна пара/етен – 9/1.

7. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етанолу за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$, $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2OCH_2CH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,065 кмоль/с етанолу, ступінь перетворення етену – 0,035, селективність етанолу за етеном – 0,95, а мольне співвідношення водяна пара/етен – 0,65/1.

8. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етанолу за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$, $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2OCH_2CH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,075 кмоль/с етанолу, ступінь перетворення етену – 0,055, селективність етанолу за етеном – 0,90, а мольне співвідношення водяна пара/етен – 0,88/1.

9. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етанолу за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$, $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2OCH_2CH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,035 кмоль/с етанолу, ступінь перетворення етену – 0,045, селективність етанолу за етеном – 0,75, а мольне співвідношення водяна пара/етен – 0,58/1.

10. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етанолу за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$, $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2OCH_2CH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,075 кмоль/с етанолу, ступінь перетворення етену – 0,045, селективність етанолу за етеном – 0,75, а мольне співвідношення водяна пара/етен – 0,80/1.

11. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етаналю за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$, $2 CH_3CHO \rightarrow CH_3CH=CHCHO + H_2O$, якщо продуктивність реактора становить 0,023 кмоль/с етаналю, ступінь перетворення етину – 0,45, селективність етаналю за етином – 0,89, а мольне співвідношення водяна пара/етин – 9/1.

12. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етаналю за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$, $2 CH_3CHO \rightarrow CH_3CH=CHCHO + H_2O$, якщо продуктивність реактора становить 0,043 кмоль/с етаналю, ступінь перетворення етину – 0,35, селективність етаналю за етином – 0,77, а мольне співвідношення водяна пара/етин – 8/1.

13. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етаналю за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$, $2 CH_3CHO \rightarrow CH_3CH=CHCHO + H_2O$, якщо продуктивність реактора становить 0,033 кмоль/с етаналю, ступінь перетворення етину – 0,30, селективність етаналю за етином – 0,70, а мольне співвідношення водяна пара/етин – 7/1.

14. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етаналю за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$, $2 CH_3CHO \rightarrow CH_3CH=CHCHO + H_2O$, якщо продуктивність реактора становить 0,053 кмоль/с етаналю, ступінь перетворення етину – 0,50, селективність етаналю за етином – 0,80, а мольне співвідношення водяна пара/етин – 9,5/1.

15. Скласти матеріальний баланс реактора одержання етаналю за реакціями $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$, $2 CH_3CHO \rightarrow CH_3CH=CHCHO + H_2O$, якщо продуктивність реактора становить 0,093 кмоль/с етаналю, ступінь перетворення етину – 0,90, селективність етаналю за етином – 0,90, а мольне співвідношення водяна пара/етин – 8/1.

16. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акриламід (пропенамід) за реакціями $CH_2=CHCN + H_2O \rightarrow CH_2=CHCONH_2$, $CH_2=CHCONH_2 + H_2O \rightarrow CH_2=CHCOOH + NH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,05 кмоль/с акриламід, ступінь перетворення акрилонітрилу – 0,86, селективність акриламід за акрилонітрилом – 0,94, а мольне співвідношення водяна акрилонітрил/вода – 1/3.

17. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акриламід (пропенамід) за реакціями $CH_2=CHCN + H_2O \rightarrow CH_2=CHCONH_2$, $CH_2=CHCONH_2 + H_2O \rightarrow CH_2=CHCOOH + NH_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,08 кмоль/с акриламід, ступінь перетворення акрилонітрилу – 0,96,

селективність акриламідy за акрилонітрилом – 0,98, а мольне співвідношення водяна акрилонітрил/вода – 2/4.

18. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акриламідy (пропенамідy) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$, $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{NH}_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,02 кмоль/с акриламідy, ступінь перетворення акрилонітрилу – 0,56, селективність акриламідy за акрилонітрилом – 0,64, а мольне співвідношення водяна акрилонітрил/вода – 0,5/1,5.

19. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акриламідy (пропенамідy) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$, $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{NH}_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,09 кмоль/с акриламідy, ступінь перетворення акрилонітрилу – 0,76, селективність акриламідy за акрилонітрилом – 0,54, а мольне співвідношення водяна акрилонітрил/вода – 0,5/3.

20. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акриламідy (пропенамідy) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$, $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{NH}_3$, якщо продуктивність реактора становить 0,10 кмоль/с акриламідy, ступінь перетворення акрилонітрилу – 0,96, селективність акриламідy за акрилонітрилом – 0,94, а мольне співвідношення водяна акрилонітрил/вода – 2/4.

21. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акрилової кислоти (пропенової) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, якщо продуктивність реактора становить 0,005 кмоль/с акрилової кислоти, ступінь перетворення акролеїну (пропеналь) – 0,90, селективність акриламідy за акрилонітрилом – 0,94, а мольне співвідношення акролеїн (А)/O₂/N₂/ H₂O – 1/3,8/14,3/8. Рівняння швидкостей реакцій (кмоль/(м³×с)): p₁=0,021Ca, p₂=0,004Cак.

22. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акрилової кислоти (пропенової) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, якщо продуктивність реактора становить 0,015 кмоль/с акрилової кислоти, ступінь перетворення акролеїну (пропеналь) – 0,98, селективність акриламідy за акрилонітрилом – 0,96, а мольне співвідношення акролеїн (А)/O₂/N₂/ H₂O – 1,5/4,0/14,8/8,5. Рівняння швидкостей реакцій (кмоль/(м³×с)): p₁=0,030Ca, p₂=0,008Cак.

23. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акрилової кислоти (пропенової) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, якщо продуктивність реактора становить 0,015 кмоль/с акрилової кислоти, ступінь перетворення акролеїну (пропеналь) – 0,87, селективність акриламід у за акрилонітрилом – 0,83, а мольне співвідношення акролеїн (А)/O₂/N₂/ H₂O – 0,5/3,5/14,0/7. Рівняння швидкостей реакцій (кмоль/(м³×с)): p₁=0,011C_a, p₂=0,005C_ak.

24. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акрилової кислоти (пропенової) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, якщо продуктивність реактора становить 0,010 кмоль/с акрилової кислоти, ступінь перетворення акролеїну (пропеналь) – 0,80, селективність акриламід у за акрилонітрилом – 0,80, а мольне співвідношення акролеїн (А)/O₂/N₂/ H₂O – 1/3,5/15,0/8. Рівняння швидкостей реакцій (кмоль/(м³×с)): p₁=0,021C_a, p₂=0,009C_ak.

25. Скласти матеріальний баланс реактора одержання акрилової кислоти (пропенової) за реакціями $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, якщо продуктивність реактора становить 0,015 кмоль/с акрилової кислоти, ступінь перетворення акролеїну (пропеналь) – 0,87, селективність акриламід у за акрилонітрилом – 0,83, а мольне співвідношення акролеїн (А)/O₂/N₂/ H₂O – 0,5/3,5/14,0/7. Рівняння швидкостей реакцій (кмоль/(м³×с)): p₁=0,011C_a, p₂=0,005C_ak.

26. Скласти матеріальний баланс реактора гідрохлорування етину продуктивністю 58000 т/рік вінілхлориду. Фонд робочого часу – 8200 год. Конверсія етину – 98%. Селективність за етином: вінілхлориду – 96%; 1,1-дихлоретину – 4%. Мольне співвідношення C₂H₂/HCl становить 1/1,1.

27. Скласти матеріальний баланс реактора прямого хлорування етену продуктивністю 260000 т/рік 1,2 дихлоретану. Фонд робочого часу – 8000 год. Конверсія етену – 99%. Селективність за етеном: 1,2-дихлоретану – 95%; трихлоретану – 5%.

28. Скласти матеріальний баланс реактора окиснювального хлорування етену продуктивністю 250000 т/рік 1,2 дихлоретану. Фонд робочого часу – 8000 год. Конверсія етену – 99,6%, гідроген хлориду – 98,3%. Селективність за етеном: 1,2-дихлоретану – 93,6%; диоксидвуглецю – 6,4%.

29. Скласти матеріальний баланс реактора гідрохлорування етину продуктивністю 68000 т/рік вінілхлориду. Фонд робочого часу – 7200 год.

Конверсія етину – 88%. Селективність за етином: вінілхлориду – 85%; 1,1-дихлоретину – 5%. Мольне співвідношення C_2H_2/HCl становить – 0,5/1,0.

30. Скласти матеріальний баланс реактора прямого хлорування етену продуктивністю – 280000 т/рік 1,2 дихлоретану. Фонд робочого часу – 9000 год. Конверсія етену – 79%. Селективність за етеном: 1,2-дихлоретану – 90%; трихлоретану – 10%.

31. Скласти матеріальний баланс реактора окиснювального хлорування етену продуктивністю – 200000 т/рік 1,2 дихлоретану. Фонд робочого часу – 7000 год. Конверсія етену – 85,6%, гідроген хлориду – 90,4%. Селективність за етеном: 1,2-дихлоретану – 83,7%; диоксидвуглецю – 7,3%.

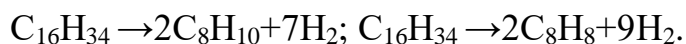
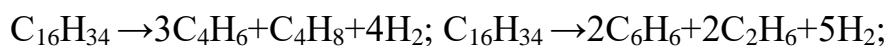
32. Скласти матеріальний баланс реактора гідрохлорування етину продуктивністю – 48000 т/рік вінілхлориду. Фонд робочого часу – 6500 год. Конверсія етину – 78%. Селективність за етином: вінілхлориду – 76%; 1,1-дихлоретину – 5%. Мольне співвідношення C_2H_2/HCl становить – 0,4/1,6.

33. Скласти матеріальний баланс реактора прямого хлорування етену продуктивністю – 200000 т/рік 1,2 дихлоретану. Фонд робочого часу – 9000 год. Конверсія етену – 89%. Селективність за етеном: 1,2-дихлоретану – 90%; трихлоретану – 10%.

34. Скласти матеріальний баланс реактора окиснювального хлорування етену продуктивністю – 250000 т/рік 1,2 дихлоретану. Фонд робочого часу – 8000 год. Конверсія етену – 99,6%, гідроген хлориду – 98,3%. Селективність за етеном: 1,2-дихлоретану – 93,6%; диоксидвуглецю – 6,4%.

35. Скласти матеріальний баланс печі піролізу дизельного палива ($C_{16}H_{34}$) продуктивністю – 300000 т/рік етену. Фонд робочого часу – 8100 год. Втрати – 3,0%. Масове співвідношення водяна пара/дизельне паливо – 1/1. Селективність за дизельним паливом: етену – 35,6; етину – 12,7; пропену – 18,9; бутадієну – 1,3–14,6; бензину – 7,6; ксилему – 7,9; стирену – 2,7.

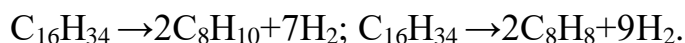
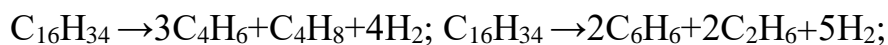
Хімічні реакції, що відбуваються в печі піролізу:



36. Скласти матеріальний баланс печі піролізу дизельного палива ($C_{16}H_{34}$) продуктивністю – 600000 т/рік етену. Фонд робочого часу – 9500 год. Втрати – 2,0%. Масове співвідношення водяна пара/дизельне паливо – 0,5/1.

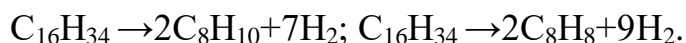
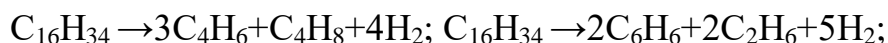
Селективність за дизельним паливом: етену – 34,6; етину – 13,7; пропену – 16,9; бутадієну – 1,3–15,6; бензину – 4,6; ксилему – 10,9; стирену – 3,7.

Хімічні реакції, що відбуваються в печі піролізу:



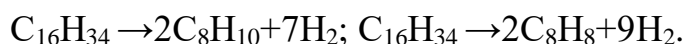
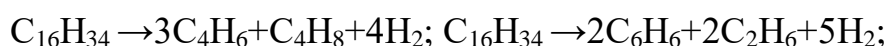
37. Скласти матеріальний баланс печі піролізу дизельного палива ($C_{16}H_{34}$) продуктивністю – 600000 т/рік етену. Фонд робочого часу – 6500 год. Втрати – 4,0%. Масове співвідношення водяна пара/дизельне паливо – 1/2. Селективність за дизельним паливом: етену – 32,6; етину – 15,7; пропену – 14,9; бутадієну – 1,3–17,6; бензину – 2,6; ксилему – 12,9; стирену – 3,7.

Хімічні реакції, що відбуваються в печі піролізу:



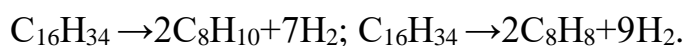
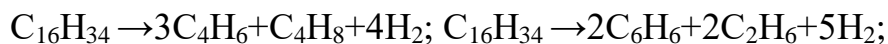
38. Скласти матеріальний баланс печі піролізу дизельного палива ($C_{16}H_{34}$) продуктивністю – 700000 т/рік етену. Фонд робочого часу – 7500 год. Втрати – 1,0%. Масове співвідношення водяна пара/дизельне паливо – 0,5/1,5. Селективність за дизельним паливом: етену – 30,6; етину – 17,7; пропену – 12,9; бутадієну – 1,3–19,6; бензину – 4,6; ксилему – 11,9; стирену – 2,7.

Хімічні реакції, що відбуваються в печі піролізу:



39. Скласти матеріальний баланс печі піролізу дизельного палива ($C_{16}H_{34}$) продуктивністю – 1000000 т/рік етену. Фонд робочого часу – 9500 год. Втрати – 3,0%. Масове співвідношення водяна пара/дизельне паливо – 1,5/1,5. Селективність за дизельним паливом: етену – 30,6; етину – 27,7; пропену – 2,9; бутадієну – 1,3–9,6; бензину – 14,6; ксилему – 1,9; стирену – 12,7.

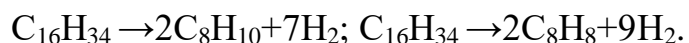
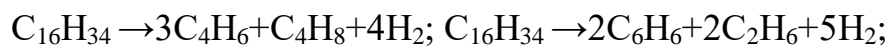
Хімічні реакції, що відбуваються в печі піролізу:



40. Скласти матеріальний баланс печі піролізу дизельного палива ($C_{16}H_{34}$) продуктивністю – 600000 т/рік етену. Фонд робочого часу – 6500 год. Втрати –

5,0%. Масове співвідношення водяна пара/дизельне паливо – 0,5/1,5.
 Селективність за дизельним паливом: етену – 20,6; етину – 27,7; пропену – 2,9;
 бутадієну – 1,3–29,6; бензину – 14,6; ксилему – 3,9; стирену – 0,7.

Хімічні реакції, що відбуваються в печі піролізу:

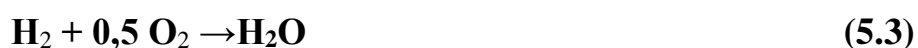
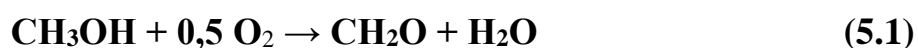


4 ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Варіант	Номер завдання	
1	1	21
2	2	22
3	3	23
4	4	24
5	5	25
6	6	26
7	7	27
8	8	28
9	9	29
10	10	30
11	11	31
12	12	32
13	13	33
14	14	34
15	15	35
16	16	36
17	17	37
18	18	38
19	19	39
20	20	40

5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

ПРИКЛАД Матеріальний баланс реактора окиснення метанолу до метаналу: метаналь одержують окисненням метанолу киснем повітря на гетерогенному каталізаторі (срібло, нанесене на пемзу). Під час окиснення відбуваються реакції



Позначення реагентів і продуктів

ФА – метаналь; ДВ – CO_2 ; МЛ – метанол; М – метан;

мк – метанова кислота; ОВ – CO ; о – кисень; В – вода.

Опис технологічної схеми процесу

У випарник 1 надходять повітря і метанол, який випаровується за рахунок теплоти конденсації пари, що утворюється в підконтактному холодильнику контактного апарата 3 (рис. 5.1). Пароповітряну суміш подають в перегрівач 2, а звідти – у верхню частину реактора 3. Вона проходить крізь шар каталізатора, на якому відбувається реакція, і надходить у підконтактний холодильник. Одержані метанальвмісні гази подають на стадію одержання сечовиноформальдегідних смол.

Вихідні дані

1. Продуктивність за метаналем (т/рік) – Р.
2. Селективність утворення метаналу (%) – S.
3. Конверсія метанолу (%) – X.
4. Вміст метанолу у вхідній суміші (об. %) – S1.
5. Мольне співвідношення побічних продуктів:

метанова кислота – А1; СО – А3; СО₂ – А2; метан – А4;
 молекулярні маси речовин: ФА – М1, МК – М4, МЛ – М2, ДВ – М5;
 О – М3, ОВ – М6, М – М7.

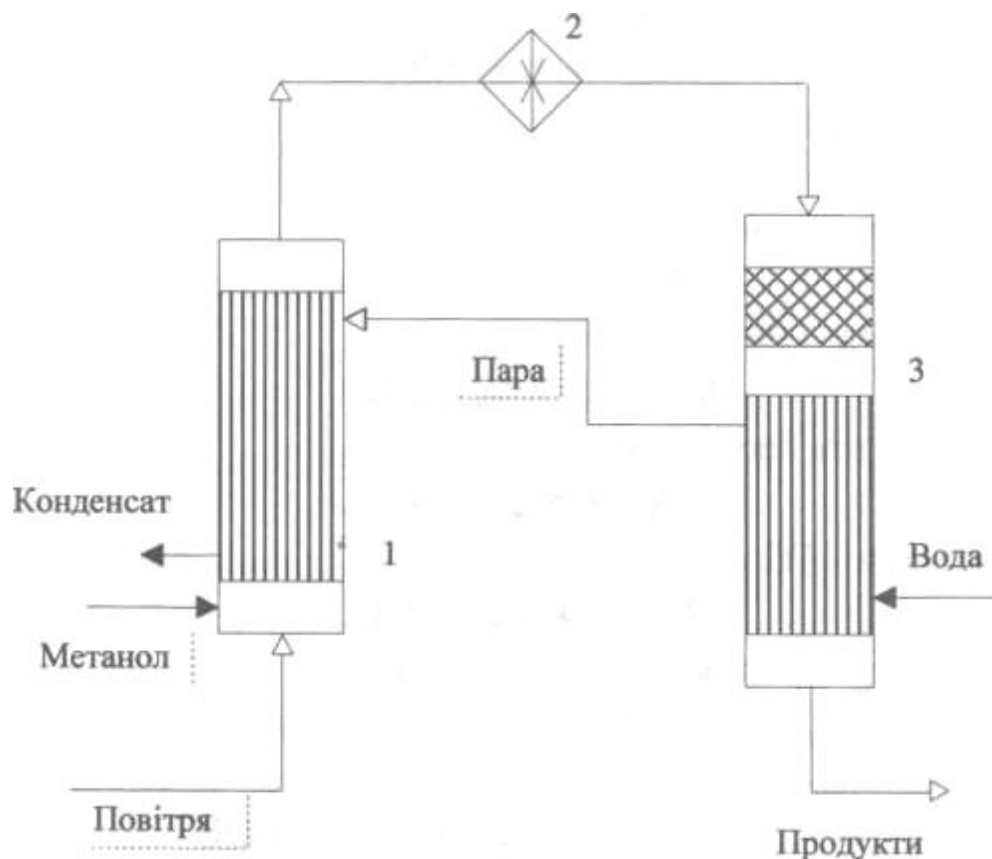


Рис. 5.1 – Технологічна схема окиснення метанолу до метанолу:
 1 – випарник; 2 – перегрівач; 3 – контактний апарат.

Розрахунок матеріального балансу

1. Годинна продуктивність за метаналем (кг/год) – Р1
 $P1 = P \times 1000/F$
2. Витрата метанолу на утворення метанолу – Р2
 $P2 = P1 \times M2/M1$
3. Витрата метанолу з врахуванням селективності – Р3
 $P3 = P2/S$
4. Витрата метанолу з врахуванням його конверсії – Р4

$$P4 = P3/X$$

5. Витрата метанолу на побічні реакції – P5

$$P5 = P3 - P2$$

6. Витрата непрореагованого метанолу – P0

$$P0 = P4 - P3$$

7. Об'ємна витрата метанолу (м3) – V

$$V = P4 \times 22,4/M2$$

8. Об'ємна витрата газової суміші – VI

$$VI = V \times 100/S1$$

9. Об'ємна витрата повітря – V2

$$V2 = VI - V$$

10. Об'ємна витрата кисню – V3

$$V3 = 0,21 \times V2$$

11. Витрата кисню – P6

$$P6 = (V3 \times M3)/22,4$$

12. Об'ємна витрата азоту – V4

$$V4 = V2 - V3$$

13. Витрата азоту – P7

$$P7 = V4 \times 28/22,4$$

14. Сума побічних продуктів (частки) – A5

$$A5 = A1 + A2 + A3 + A4$$

15. Кількість утворених продуктів:

$$MK \quad C1 = P5 \times A1 \times M4/M2/A5$$

$$ДВ \quad C2 = P5 \times A2 \times M5/M2/A5$$

$$ОВ \quad C3 = P5 \times A3 \times M6/M2/A5$$

$$М \quad C4 = P5 \times A4 \times M7/M2/A5$$

16. Баланс за киснем

Витрата кисню в складі метанолу – P9

$$P9 = P4 \times 16/M2 \text{ Загальна витрата кисню – P8}$$

$$P8 = P9 + P6 \text{ Витрата кисню на утворення:}$$

$$\text{ФА } C5 = P1 \times M3/2/M1$$

$$\text{МК } C6 = C1 \times M3/M4$$

$$\text{ДВ } C7 = C2 \times M3/M5$$

$$\text{ОВ } C8 = C3 \times M3/2/M6$$

Кількість кисню в неокисненому метанолі – C9

$$C9 = P0 \times M3/2/M2$$

Всього кисню – CO

$$CO = C5 + C6 + C7 + C8 + C9$$

Кількість кисню, витраченого на утворення води, – D

$$D = P8 - CO \text{ Кількість утвореної води – D1}$$

$$D1 = D \times 18 \times 2/M3$$

17. Баланс за воднем

Витрата водню в складі метанолу – D2

$$D2 = P4 \times 4/M2 \text{ Витрата водню на утворення:}$$

$$\text{ФА } D3 = P1 \times 2/M1$$

$$\text{МК } D4 = C1 \times 2/M4$$

$$\text{М } D5 = C4 \times 4/M7$$

$$\text{В } D6 = D1 \times 2/18$$

Кількість водню в неокисненому метанолі – D7

$$D7 = P0 \times 4/M2$$

Всього водню – D8

$$D8 = D7 + D3 + D4 + D5 + D6 \text{ Водню у вільному вигляді – D9}$$

$$D9 = D2 - D8; Q1 = P4 + P6 + P7$$

$$Q2 = P0 + P7 + P1 + D1 + C1 + C2 + C3 + C4 + D9; Q3 = P6 + P7$$

Таблиця 5.1 – Матеріальний баланс реактора

Речовина	Прихід	Речовина	Витрата
Метанол	P4	Метаіальвмісні гази, зокрема	O2
Повітря, зокрема	Q3	Метанол	PO
Кисень	P6	Азот	P7
Азот	P7	Метаналь	P1
		Вода	D1
		МК	С1
		ДВ	С2
		ов	С3
		м	С4
		Водень	D9
Разом	Qi	Разом	Q2 .

ЛІТЕРАТУРА

1. Адельсон С. В., Белов Н. С. Примеры и задачи по технологии нефтехимического синтеза. М : Химия, 1987. 192 с.
2. Мельник С. Р., Мельник Ю. Р., Піх З. Г. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу : навчальний посібник. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2006. 448 с.
3. Малий Є. І. Проектування та розрахунки устаткування коксохімічних заводів : навчальний посібник. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2009. 82 с.
4. Вихман Л. Г., Круглов С. А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов. М : Машиностроение, 1978. 325 с.
5. Егоров В. М., Гончаров В. Ф., Кутовой П. М. Оборудование и основы проектирования. Днепропетровск : ДМетИ, 1988. 23 с.
6. Малий Є. І. Загальні положення щодо оформлення курсових проектів : навчальний посібник. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2009. 25 с.