

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра хімії

ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

для студентів спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Дніпро
НТУ «Дніпровська політехніка»
2021

Загальна хімічна технологія. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» [Текст] / А.С. Коверя; Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – 19 с.

Автор:

А.С. Коверя, канд. техн. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» (протокол №1 від 30.08.2021 р.).

Методичні рекомендації мають на меті допомогти студентам спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» при виконанні курсового проєкту з дисципліни «Загальна хімічна технологія».

Відповідальний за випуск

завідувач кафедри хімії, д-р. техн. наук, доц. О.Ю. Светкіна.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Загальні положення	5
2. Структура курсового проєкту	6
3. Зміст розділів проєкту	7
4. Перелік основних тем проєктів	11
5. Перелік рекомендованої літератури	13
Додатки	15

ВСТУП

«Загальна хімічна технологія» є однією з найважливіших дисциплін при підготовці спеціалістів першого освітнього рівня бакалавр напряму «Хімічні технології та інженерія», оскільки включає вивчення фізико-хімічних основ типових та хіміко-технологічних процесів, основ матеріальних і теплових розрахунків хіміко-технологічних процесів, теорії хімічних реакторів, принципів аналізу та синтезу хіміко-технологічних систем.

При підготовці бакалаврів за напрямом «Хімічні технології та інженерія», вивчення курсу «Загальної хімічної технології» має особливе значення з огляду на те, що реалізація задач курсу дозволяють майбутнім інженерам хімікам-технологам вирішувати різноманітні завдання хімічних виробництв.

Виконання курсового проєкту та його захист є завершальною активністю студентів при вивченні дисципліни «Загальна хімічна технологія» та сприяє закріпленню теоретичних знань і надає можливість здобувачам краще орієнтуватися в спеціальних питаннях хімічної технології.

Методичні рекомендації підготовлені з метою допомоги студентам при написанні курсового проєкту з дисципліни «Загальна хімічна технологія» та містять опис структури курсового проєкту, опис змісту розділів, перелік можливих тем, список рекомендованої літератури та зразки титульного аркуша, листа завдання та реферату.

При виконанні курсового проєкту студенту потрібно буде звертатися до підручників, спеціалізованої і довідкової літературі, що сприятиме розвитку навичок самостійної роботи з літературою. Іншим позитивним аспектом виконання курсового проєкту буде підготовка студента до вимог випускної кваліфікаційної роботи, враховуючи схожу структуру її спеціальної частини і загальну структуру курсового проєкту.

Перелік тем курсового проєкту попередньо надається студентам для вибору і обговорення. Після вибору студентами тем, складається завдання на виконання курсового проєкту та затверджується засіданням кафедри. Студент виконує курсовий проєкт у відповідності до завдання і календарного плану під керівництвом викладача.

Виконання курсового проєкту і оформлення пояснювальної записки здійснюється студентом у неаудиторний час, передбачений навчальним планом для самостійної роботи. Оформлена пояснювальна записка надається керівнику і після перевірки студенту надаються зауваження для доопрацювання або проєкт допускається до захисту.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Курс «Загальної хімічної технології», як один з ключових для хіміків-технологів, закладає базові знання для подальшої підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних самостійно вирішувати практичні завдання хімічних технологій на сучасному науково-практичному рівні. В даному курсі студенти ознайомлюються з основними поняттями хімічної технології, хіміко-технологічного процесу (ХТП) і системи (ХТС), критеріями ефективності ХТП, класифікацією хіміко-технологічного обладнання, основами матеріальних і теплових розрахунків, теорією хімічних реакторів, основними хімічними виробництвами, застосуванням продуктів конкретних виробництв, тощо. В рамках курсу студенти отримують знання з теоретичних та практичних питань хімічної технології, вивчають склад і структуру хімічних виробництв, отримують навички зі встановлення взаємозв'язку між параметрами технологічного режиму ХТП, використання методів стехіометричного аналізу ХТП, розробки хімічної, принципової і технологічної схем виробництв, виконують термодинамічні, матеріальні і теплові розрахунки ХТП і ХТС.

Хімічна технологія об'єднує велику кількість виробництв і випускає більше 60 тисяч найменувань продуктів. Природно, що охопити всі хімічні виробництва неможливо в рамках одного курсу або навчального плану бакалавра. Тому, при викладанні курсу і виконанні курсового проекту розглядаються лише типові хіміко-технологічні процеси, які пов'язані з майбутньою спеціальністю випускників.

Метою курсового проекту є формування у майбутніх фахівців умінь та компетенцій для застосування теоретичних знань та практичних навичок вибору технологій, опису технологічних схем та роботи обладнання, розрахунків технологічних параметрів, термодинамічних, матеріальних та теплових розрахунків, тощо враховуючи задачі конкретних хімічних виробництв.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт подається до захисту у вигляді пояснювальної записки, що складається з титульного аркуша, завдання, змісту, вступу, розділів, згідно з пунктами завдання, висновку та списку використаної літератури. Текст пояснювальної записки оформлюється на комп'ютері в текстовому редакторі Word Office на листах формату А4 (210x297 мм) без рамки. Текст проєкту повинен бути набраний через полуторний інтервал, шрифтом Times New Roman 14 кегля (поля зліва – 30 мм, справа – 10-15 мм, зверху та знизу – 20 мм), вирівнювання тексту за шириною (без переносів).

Абзацний відступ – 1,25 см. Обсяг пояснювальної записки має становити 40-60 сторінок. В цілому, пояснювальну записку до курсового проєкту оформлюють відповідно до ДСТУ 3008:2015. «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання».

Проєкт виконується українською мовою. Нумерація сторінок знизу аркуша по центру. В тексті обов'язково повинні бути посилання на літературу (в квадратних дужках). Література повинна бути оформлена відповідно ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Матеріали всіх розділів пояснювальної записки повинні бути об'єднані загальною метою та логічно зв'язані між собою. У пояснювальній записці потрібно уникати дублювання відомостей, зайвої описовості, стереотипних суджень, що не впливають на суть проєкту.

Структура курсового проєкту складається зі вступної частини (титульний аркуш, завдання на курсовий проєкт, реферат, зміст та вступ), теоретичної частини (аналіз літератури, властивості сировини, фізико-хімічні основи процесу, властивості продукції), технологічної частини, розрахункової частини (термодинамічні розрахунки, розрахунок матеріального та теплового балансів, розрахунок обладнання), висновків, переліку літературних джерел, та додатків (за необхідністю). Приклад титульного аркуша, завдання на проєкт та реферату наведені у додатках.

Структура пояснювальної записки курсового проєкту та орієнтовний обсяг сторінок кожного розділу наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Зміст курсового проекту та рекомендований обсяг розділів пояснювальної записки

Назва розділів	Кількість сторінок
Титульний аркуш (див. додаток А)	1
Завдання на курсовий проект (див. додаток Б)	2
Реферат (див. додаток В)	1
Зміст	1
Вступ	1-2
Теоретичний розділ.	10-15
Технологічний розділ.	7-12
Розрахунковий розділ.	5-20
Висновки	2-3
Перелік літературних джерел	2-4
Додатки	за необх.

3. ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ПРОЄКТУ

Розділи проекту повинні включати.

Вступ

У вступі наводиться актуальність теми, основні завдання проекту, стислий опис основних властивостей і галузь застосування цільового продукту.

Теоретичний розділ

Часто цей розділ також називають аналітичним. У розділі наводяться загальні теоретичні положення хімічного процесу, що розглядається, історія питання, різні технологічні схеми процесу та їх аналіз. Крім того, робиться опис сучасних рішень по вдосконаленню процесу та обладнання, базуючись на інформації з літературних джерел. Розділ також може включати аналіз впливу різних факторів на протікання процесу. Окремими підрозділами розглядаються властивості сировини, фізико-хімічні основи процесу та властивості продукції.

Технологічний розділ

Базуючись на літературні джерела, підбирається і наводиться основна технологічна схема досліджуваного процесу, її детальний опис. Розглядаються технологічні параметри процесу, які зазвичай оформлюються у виді таблиці. Також розділ включає рисунок та опис основного обладнання

процесу.

Розрахунковий розділ

У цьому розділі наводяться розрахунки матеріальний та тепловий баланси процесу. Крім цього, за необхідністю, розраховуються термодинамічні параметри реакцій та основне обладнання процесу. Також розраховуються витратні коефіцієнти для хіміко-технологічного процесу, що вивчається.

Матеріальний баланс розраховують з урахуванням стехіометрії цільової реакції (теоретичний матеріальний баланс). В основі матеріального балансу лежить закон збереження маси.

Практичний матеріальний баланс складають на 1 кг або 1 т цільового продукту в одиницю часу (хв, год, добу) з урахуванням складу вихідної сировини, надлишку одного з вихідних реагентів, ступеня перетворення, селективності, втрат сировини або готового продукту. Зазвичай визначення маси речовин проводять окремо для твердої, рідкої та газової фаз.

Результати розрахунків наводять у вигляді таблиць, наприклад, таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Приклад оформлення зведеного матеріального балансу процесу

Сировина	Прихід			
	кмоль/год	% моль	кг/год	% мас
Компонент А				
Компонент Б				
Компонент В				
ВСЬОГО				
Продукти	Витрата			
Компонент R				
Компонент S				
Компонент Т				
ВСЬОГО				

Метою розрахунку практичного матеріального балансу є визначення масових, мольних і об'ємних потоків вихідних реагентів, що надходять на переробку, і які забезпечать задану продуктивність за цільовим продуктом.

Розрахунки матеріального балансу проводять в одиницях маси (кг, тонни) для періодичних процесів або масового потоку (кг/хв, т/год) для безперервних процесів.

Дані матеріального балансу використовуються для складання

теплового балансу.

Тепловий баланс оснований на законі збереження енергії і дозволяє визначити необхідну кількість палива, розміри теплообмінних поверхонь, витрату теплоти або холодоагентів тощо.

Мета розрахунку теплового балансу полягає у визначенні кількості тепла, яке необхідно підвести (або відвести) із зони реакції для підтримки постійної температури або заданого температурного режиму, тобто визначити теплове навантаження на реактор.

Тепловий баланс розраховується з урахуванням теплових ефектів хімічних реакцій і фазових перетворень, що відбуваються в реакторі, підведення тепла з вихідною сировиною і відведення тепла з продуктами реакції, а також теплових втрат.

Для складання теплового балансу, спочатку наводять вихідні дані для розрахунку:

1. Температура вихідних реагентів, °С
2. Температура продуктів реакції, °С
3. Теплові втрати від приходу тепла, %

Також наводять або розраховують термодинамічні властивості вихідних речовин, продуктів основної та побічної реакцій, а також домішок, що надходять в реактор з вихідною сировиною (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Термодинамічні параметри вихідних речовин і продуктів реакції

Речовина	ΔH_{298} Дж/моль	$C_p = f(t)$ Дж/моль·К			
		a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$c' \cdot 10^{-5}$

Крім того, розраховують значення теплоємностей всіх компонентів реакційної системи при заданих температурах і представляють їх у вигляді таблиці (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Значення теплоємностей для речовин реакції при заданих температурах

Речовина	C_{p298} Дж/моль·К	C_{pi} Дж/моль·К	\bar{C}_p Дж/моль·К	C_{pj} Дж/моль·К

Після розрахунку теплового навантаження на реактор визначають поверхню теплообміну.

Результати розрахунку теплового балансу наводять у вигляді таблиці

(див. табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Тепловий баланс хіміко-технологічного процесу

Прихід тепла			Витрата тепла		
Тепловий потік	кДж/хв	%	Тепловий потік	кДж/хв	%
Q_i			Q_j		
Q_r (екзо)			$Q_{нагр}$		
Q_F (підвід тепла)			$Q_{витр}$		
Q_Φ (екзо)			Q_F (відвід тепла)		
			Q_r (ендо)		
			Q_Φ (ендо)		
Того			Того		

У висновку до розрахунку теплового балансу вказують, скільки тепла необхідно підводити або відводити від реактора для забезпечення заданого температурного режиму і необхідну для цього поверхню теплообміну.

При проектуванні технологічних процесів важливе місце займають термодинамічні розрахунки хімічних реакцій. Мета термодинамічного аналізу полягає у визначенні принципової можливості проведення хімічної реакції в даних умовах, у виборі умов проведення процесу, розрахунку теплового ефекту реакції.

Перш ніж приступити до розрахунків, в довідковій літературі необхідно знайти термодинамічні властивості вихідних речовин і продуктів реакції. Дані представляють у вигляді таблиці із зазначенням джерела інформації (див. табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Термодинамічні властивості речовин

Речовина	ΔH_{298} кДж/моль	ΔS_{298} Дж/моль·К	$C_{p,298}^o$ Дж/моль	$C_p = f(t)$ Дж/моль·К			Літе- ратура
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6 /$ $c \cdot 10^{-5}$	

Для основної реакції проводять розрахунок зміни ентальпії ΔH_{rT}^o , ентропії ΔS_{rT}^o , енергії Гіббса ΔG_{rT}^o та константи рівноваги k_p в заданому інтервалі температур. При розрахунку враховують залежність C_p від температури. Результати представляють у вигляді таблиці (див. табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Залежність термодинамічних функцій від температури

№	T, K	$\Delta H_{r,T}^0$ Дж/моль	$\Delta S_{r,T}^0$ Дж/моль·К	$\Delta G_{r,T}^0$ Дж/моль	$\ln k_p$	k_p
1						
2						
...						

Базуючись на результатах термодинамічних розрахунків, роблять висновок про вплив температури на термодинамічні функції і константу рівноваги в заданому інтервалі, а також отримують висновок про можливість протікання реакції. Відповідно до принципу Ле-Шательє, роблять припущення про оптимальні умови проведення процесу.

Крім того, в розрахунковій частині можуть бути представлені розрахунки витратних коефіцієнтів. Витратні коефіцієнти – це величини, що характеризують витрату різних видів сировини, води, палива, електроенергії, пара на одиницю отриманої продукції. Особливе значення мають витратні коефіцієнти по сировині. Наприклад, розраховують витратні коефіцієнти для реагентів на 1 тону цільового продукту, враховуючи техніко-економічні показники процесу.

Висновки

У кожному розділі курсового проєкту сформульовані завдання, вирішення яких призведе до досягнення заданої мети. Тому, висновки можуть представляти собою результати досягнення мети по кожному розділу з поданням цифрових даних. Крім того, робиться висновок по характеристикам технологічних схем досліджуваного процесу, їх недолікам і перевагам.

Перелік використаної літератури

Наводиться повний бібліографічний опис кожного джерела, який використовувався при оформленні пояснювальної записки. Відомості про джерела слід розташовувати в порядку появи посилань на джерела в тексті пояснювальної записки, нумерувати арабськими цифрами і набирати з абзацного відступу.

4. ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ТЕМ ПРОЄКТІВ

В таблиці 4.1 наведений перелік можливих тем курсових проєктів. Перелік тем проєктів може доповнюватися та змінюватися.

Таблиця 4.1 – Перелік можливих тем курсового проєкту

№ вар.	Тема проєкту
1.	Отримання азотної кислоти.
2.	Технології отримання соляної кислоти.
3.	Види хіміко-технологічних процесів. Отримання ацетилену з метану.
4.	Технології отримання аміаку.
5.	Види і джерела енергії. Раціональне використання сировини, води та енергії на прикладі окремого хімічного процесу (тип процесу обирається самостійно після обговорення з викладачем).
6.	Отримання сульфату амонію.
7.	Хімічні основи і технологія виробництва моторних палив з нафти.
8.	Класифікація сировини. Сировина для отримання сірчаної кислоти. Контактний метод отримання сірчаної кислоти.
9.	Технологія отримання сульфату алюмінію.
10.	Технологія отримання етанолу прямою гідратацією етилену.
11.	Перспективні методи удосконалення хіміко-технологічних процесів. Виробництво метанолу.
12.	Види штучних палив. Технологія отримання водню з вугілля.
13.	Хімічні основи і технологія отримання рідкого біопалива.
14.	Технологія отримання твердого біопалива.

5. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.

2 Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т. В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – 3-тє вид., доп. та доопр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 540 с.

3 Загальна хімічна технологія. Методичні вказівки для практичних занять для студентів інженерно-хімічного факультету/ Уклад. Т.А. Донцова, І.М. Іваненко, І.В. Косогіна та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 129 с.

4 Основы химической технологии // И.П. Мухленов, А.Е. Горштейн, Е.С. Тумаркина, Н.В. Кузичкин / Под ред. И.П. Мухленова. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.

5 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М.: Химия, 1973. – 753 с.

6 Теорія процесів виробництв неорганічних речовин / за ред. проф. А.К. Запольского. – К.: Вища школа, 1992. – 399 с.

7 Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1985. – 448 с.

8 Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.

9 Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. Учебник. – М.: Высш. шк., 1990. – 520 с.

10 Общая химическая технология. Учебное пособие / Под ред. А.В. Амелина. – М.: Химия, 1977. – 400 с.

11 Общая химическая технология. Учебник в 2-х частях / Под ред. И.П. Мухленова. Ч.І. – Теоретические основы химической технологии. – М.: Высш. шк., 1984. – 256 с.

12 Общая химическая технология. Учебник в 2-х частях / Под ред. И.П. Мухленова. Ч.ІІ. – Важнейшие химические производства. – М.: Высш. шк., 1984. – 263 с.

13 Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. – М.: Химия, 1999. – 470 с.

14 Гончаров А.І., Серєда І.П. Хімічна технологія: підручник у 2-х частинах. – К.: Вища школа. Головне вид-во, 1980.

15 Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

16 Царева З.М., Орлова Е.И. Теоретические основы химической технологии. Учебное пособие. – Киев: Вища шк., 1986. – 260 с.

17 Смирнов Н.Н., Волжинский А.И. Химические реакторы в примерах и задачах. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.

18 Игнатенков В. И., Бесков В. С. Примеры и задачи по общей химической технологии: Учеб. пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 198 с.

Зразок оформлення титульного аркуша курсового проєкту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ХІМІЇ

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

з дисципліни
«Загальна хімічна технологія»
на тему:

« _____ »

Виконав: студент гр. _____
(група) (прізвище та ініціали студента)

Перевірив: _____
(посада, прізвище та ініціали викладача)

Дніпро
(рік виконання)

Зразок листа завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет _____ Кафедра _____
Спеціальність: _____

Затверджую
Зав. кафедрою _____
«___» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема проєкту _____

2. Термін здачі студентом закінченого проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) _____

6. Дата видачі завдання _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Зразок оформлення реферату

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка проєкту: 48 с., 8 рис., 11 табл., 25 літературних джерел.

СИРОВИНА, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ФАКТОРИ, ПАРАМЕТРИ, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, КОЛОНА, ТЕПЛООБМІННИК

У курсовому проєкті розглядаються технології отримання аміаку різними способами.

У теоретичному розділі наведена актуальність питання отримання і використання аміаку, фізико-хімічні основи процесу, проаналізовані способи і наведені основні схеми отримання аміаку, наведені характеристики сировини та продукту. Крім того, розглянуті основні фактори, які впливають на процес.

У технологічному розділі обґрунтований вибір технологічної схеми за проєктом. Наводиться технологічна схема процесу і її детальний опис. Крім того, прийняті технологічні параметри ведення процесу отримання аміаку за запропонованою схемою. Наведене основне обладнання процесу та його опис. Для прийнятої технологічної схеми виробництва аміаку визначені головні матеріальні потоки та показники.

У розрахунковому розділі виконані всі необхідні матеріальні, теплові та термодинамічні розрахунки. Вибране основне технологічне обладнання. Прийнята конструкція основного апарату – колони синтезу аміаку, та допоміжного апарату – внутрішнього теплообміннику і проведені технологічні, конструктивні, гідравлічні розрахунки та розрахунки на міцність вибраного обладнання.

Коверя Андрій Сергійович

ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

**Методичні рекомендації
до виконання курсового проєкту**
студентами спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

В авторській редакції

НТУ «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.