

**Міністерство освіти і науки України**  
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**  
**для здобувачів вищої освіти за спеціальністю**  
**161 – Хімічні технології та інженерія,**  
**освітньою програмою – Хімічні технології неорганічних речовин**

Затверджено на засіданні кафедри ТНРЕ  
Протокол № 7, від 25.02.2020 р.

**Одеса: ОНПУ, 2020**

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія, освітньою програмою – Хімічні технології неорганічних речовин / Уклад. В.Я. Кожухар, Л.В. Іванченко, В.В. Брем. Одеса: ОНПУ, 2020. – 20 с.

Укладачі: В.Я. Кожухар, д.т.н., професор  
Л.В. Іванченко, к.т.н, доцент  
В.В. Брем, к.х.н, доцент

*В.Я. Кожухар, Л.В. Іванченко, В.В. Брем. 161 – Хімічні технології та інженерія. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.* В методичних вказівках описано структуру кваліфікаційної роботи бакалавра та надано рекомендації щодо виконання кожного розділу роботи та її оформлення. Методичні вказівки призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія, освітньою програмою – Хімічні технології неорганічних речовин.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	3
1.1 Тематика роботи .....	3
1.2. Структура кваліфікаційної роботи бакалавра.....	4
2 ВКАЗІВКИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ .....	4
2.1 Зміст .....	4
2.2 Анотація .....	5
2.3 Вступ.....	5
2.4 Фізико-хімічні основи виробництва та вибір схеми виробництва .....	5
2.5 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, продуктів виробництва .....	5
2.6 Опис технологічної схеми виробництва .....	5
2.7 Матеріальний та енергетичний розрахунки.....	6
2.8 Вибір технологічного обладнання та конструктивні розрахунки .....	7
2.9 Охорона праці .....	9
2.10 Охорона навколишнього середовища .....	9
2.11 Висновки .....	9
2.12 Перелік використаних джерел.....	9
2.13 Додатки.....	10
3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ .....	10
4 КЕРІВНИЦТВО І КОНСУЛЬТАЦІЇ, ЗАХИСТ РОБОТИ .....	12
5 ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	13
5.1 Навчальні посібники та підручники .....	13
5.2 Методичні вказівки .....	15
ДОДАТКИ.....	16
Додаток 1. Титульний лист кваліфікаційної роботи бакалавра .....	16
Додаток 2. Завдання на кваліфікаційну роботу .....	17
Додаток 3. Завдання на розділ охорони праці .....	19
Додаток 4. Анотація .....	20

## ВСТУП

Відповідно до освітньо-професійної програми "Хімічні технології неорганічних речовин" [[https://drive.google.com/file/d/1\\_3Jo8LzllMxauSd2qf\\_lgLEwVFcp10HJ/view](https://drive.google.com/file/d/1_3Jo8LzllMxauSd2qf_lgLEwVFcp10HJ/view)] першого (бакалаврського) рівня вищої освіти студенти набувають загальні та спеціальні компетентності і розвивають вміння та навички, які підготують їх в якості кваліфікованих фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми, пов'язані з розробкою, виробництвом та дослідженням хімічних речовин, матеріалів та виробів на їх основі а також відповідних технологічних процесів в хімічній промисловості, пов'язаних з виробництвом неорганічних речовин.

Бакалавр з хімічних технологій неорганічних речовин підготовлений для роботи на промислових підприємствах, науково-дослідних організаціях, які займаються дослідженням, виробництвом і експлуатацією неорганічних речовин і матеріалів.

Атестація випускників спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія", освітньої програми "Хімічні технології неорганічних речовин" проводиться у формі атестаційного екзамену і захисту кваліфікаційної бакалаврської роботи та завершується виданням документів встановленого зразка про присудження йому ступеня бакалавра з присвоєнням кваліфікації: Бакалавр з хімічних технологій та інженерії, хімічних технологій неорганічних речовин. Атестація здійснюється відкрито і публічно.

Мета і завдання виконання кваліфікаційної роботи є:

- систематизація, закріплення та розширення теоретичних і практичних знань;
- надбання досвіду представлення та публічного захисту результатів своєї діяльності;
- встановлення відповідності рівня підготовки здобувача вищої освіти вимогам освітньої програми, його готовності та спроможності до розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов, принципів їх реалізації в сучасних комп'ютерних програмно-обчислювальних комплексах з урахуванням екологічної безпеки.

Здобувач повинен продемонструвати самостійне застосування одержаних знань під час вирішення конкретної виробничої задачі, вміння користуватися спеціальною і довідковою літературою, аналізувати та узагальнювати передовий досвід роботи промисловості та найновіші досягнення науки і техніки в процесі опрацювання конкретного завдання.

Виконання кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється самостійно здобувачем за індивідуальним завданням у відповідності з календарним планом у 8 семестрі під керівництвом викладача кафедри.

Кваліфікаційна робота бакалавра захищається публічно на засіданні атестаційної комісії та повинна бути обов'язково перевірена на плагіат.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

### 1.1 Тематика роботи

Кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 161 "Хімічні технології та інженерія", освітньої програми "Хімічні технології неорганічних речовин" може мати експериментальний, розрахунковий або реферативний характер та повинна відобразити компетентності та результати навчання відповідно до освітньо-професійної програми "Хімічні технології неорганічних речовин". Кваліфікаційна робота показує рівень знань здобувача у галузі дисциплін закінченого етапу підготовки бакалавра та уміння використати знання для вирішення технологічних задач.

Кваліфікаційна робота бакалавра може бути присвячена:

- вивченню фізико-хімічних особливостей хіміко-технологічних процесів (ХТП);

- опрацюванню технологічних схем або замкнених технологічних циклів та їх апаратурного оформлення;
- методам розрахунків технологічних схем та апаратів;
- розробкам методів аналітичного контролю складних технологічних циклів;
- питанням перероблення відходів як вторинних матеріальних ресурсів у цільовий продукт, що є основою створення маловідхідних екологічних виробництв та технологічних циклів;
- вивченню фізико-хімічних особливостей схем газо- та водоочищення;
- удосконаленню технологічної схеми або окремих її вузлів;
- заміна існуючого обладнання ефективнішим;
- використанню більш дешевої сировини та матеріалів.

## 1.2. Структура кваліфікаційної роботи бакалавра

Кваліфікаційна робота бакалавра повинна бути обсягом 50...70 сторінок та включати три аркуша графічної частини. Нумерація сторінок починається з титульного листа та проставляється на всіх аркушах роботи, крім першого.

Кваліфікаційна робота містить:

1. Титульний лист (додаток 1)	1
2. Зміст	1...2
3. Завдання на кваліфікаційну роботу (додаток 2)	1
4. Завдання на розділ охорони праці (додаток 3)	1
5. Анотація (додаток 4)	1
6. Вступ	1...3
7. Фізико-хімічні основи виробництва та вибір схеми виробництва	7...10
8. Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, продуктів виробництва	3...5
9. Опис технологічної схеми виробництва	3...5
10. Матеріальний та енергетичний розрахунки	8...10
11. Вибір технологічного обладнання та конструктивні розрахунки	5...10
12. Охорона праці	8...10
13. Охорона навколишнього середовища	2...3
14. Висновки	1...2
15. Перелік використаних джерел	1...2
16. Додатки	від 3

Графічна частина кваліфікаційної роботи складається з листа з фізико-хімічними основами виробництва, креслення технологічної схеми та креслення основного апарату. Всі креслення виконують у графічному редакторі в форматі А1 та роздруковують у форматі А4 та наводять у додатках.

З керівниками кваліфікаційної роботи бакалавра попередньо погоджується:

- продуктивність відділення або основного апарату;
- характеристика сировини, реагентів, вхідного, проміжного та вихідного продукту;
- технологічні особливості методів, схем, установок, комплексів, виробничих циклів;
- питання ресурсозбереження, тобто можливості перероблення вторинних матеріальних ресурсів у цільовий продукт;
- енергозбереження установок, схем, виробничих циклів та можливість використання вторинних енергоресурсів.

## 2 ВКАЗІВКИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ

### 2.1 Зміст

Включає назви всіх розділів з зазначенням сторінок. Титульний аркуш вважається першим.

## **2.2 Анотація**

Анотація українською та англійською мовами включає характеристику теми роботи, мету роботи та її результати. У ній стисло формулюють основні особливості виконаної роботи з технології та апаратурного оформлення, підкреслюють оригінальні технічні рішення, нові методи розрахунку. Виділяють ключові слова. Обсяг – до 500 знаків.

## **2.3 Вступ**

У вступі до кваліфікаційної роботи бакалавра характеризуються актуальність та доцільність завдання, що ставиться у ньому. Зазначається місце установки, що проектується, у системі виробництва. Оцінюється стан ринку за продукцією, що виробляється на установці. Розділ не має порядкового номеру

## **2.4 Фізико-хімічні основи виробництва та вибір схеми виробництва**

У цьому розділі доводиться вміння здобувача користуватися науково-технічною літературою в галузі своєї спеціальності.

Схему виробництва обирають на підставі критичного розгляду існуючих методів виробництва. Аналізувати, однак, належить лише ті способи одержання продукту, які мають промислове значення або є цікавими для майбутнього. Після загального огляду методів виробництва продукту докладно описується вибраний метод, його позитивні та негативні сторони.

Теоретичні основи процесів та стадій виробництва можуть включати:

- механізм реакції або закономірності фізичних процесів;
- константи швидкості реакції;
- вплив умов на вихід та якість одержуваного продукту (температура, тиск, тип катализатора, співвідношення реагентів);
- термодинамічні умови процесу (константи рівноваги, пружність пару);
- теплові ефекти основних та побічних реакцій.

Конкретні дані, у тому числі – таблиці, графіки, номограми – належить приводити з посиланнями на джерело інформації.

## **2.5 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, продуктів виробництва**

Цей розділ пояснювальної записки містить: технічні умови (ДСТУ, ТУ та ін.) на сировину, допоміжні матеріали (катализатор, розчинники та ін.) та готові продукти виробництва, що проектується. Коли сировиною або продуктом постає проміжний продукт багатоступеневого синтезу, не регламентованого вимогами стандарту, необхідно привести якісний та кількісний склад цього продукту з зазначенням на припустимі межі окремих величин, описати фізико-хімічні властивості сировини, допоміжних та кінцевих продуктів, що використовують у технологічному процесі. Характеризують також їх токсичність, корозійну активність, пожежно- і вибухонебезпечність. Наводячи фізико-хімічні величини, необхідно дати посилання на джерело інформації.

## **2.6 Опис технологічної схеми виробництва**

Опис технологічної схеми призначений для читання креслення цієї схеми, упорядкування регламенту виробництва. У ньому викладається послідовність виробничих

операцій, схема переходу оброблюваних матеріалів з апарату у апарат та зазначаються умови регулювання процесу, температура, тиск та інше.

Спочатку належить охарактеризувати всі види сировини, яка надходить на виробництво, спосіб транспортування, термін зберігання, первинної обробки, дозування та завантаження у апарати. Під час опису технологічних операцій, що проводяться у окремих апаратах, стисло повідомляється про конструкції апарату, способи завантаження сировини та відведення продуктів перероблення, а також про суттєвість процесу, який перебігає. Зазначається спосіб проведення процесу (періодичний, безперервний, циклічний), перераховуються основні параметри процесу (тиск, температура, витрати та інше), методи його контролю та регулювання.

Треба описати також міжопераційні способи транспортування (переток, перекачування, злив, тощо) реакційних мас, сумішей, допоміжних матеріалів, відходів та готових продуктів з обов'язковим зазначенням направлення потоку (у апарат №..., у атмосферу, в каналізацію, на спалювання і т. ін.). У записці треба відзначити призначення всіх наявних на кресленні апаратів з зазначенням наданих ним на схемі номерів.

Після опису технологічної схеми треба відзначити вузькі місця існуючого виробництва, освітити раціональні зміни, які внесено у технологію виробництва, що проектується. Належить стисло показати, що надає те або інше нововведення з погляду поліпшення процесу технології, підвищення виходу продукції, зменшення витрат дорогих матеріалів, енерговитрат, забруднення навколишнього середовища і т. д. Зміни вносять на підставі літературних матеріалів, досліду роботи підприємств, технологічних розробок самого студента.

## 2.7 Матеріальний та енергетичний розрахунки

Завданням розрахунку матеріального балансу є визначання кількості сировини, матеріалів, продуктів та відходів виробництва вибраної продуктивності. На підставі одержаних даних виконують розрахунок та вибір технологічного обладнання за ємкісними характеристиками.

Розрахунки треба вести на основі стехіометричних рівнянь хімічних реакцій та законів кінетики. Іноді через недостатність знань доводиться користуватися емпіричними даними (експериментальними або виробничими).

Матеріальний баланс ґрунтується на законі збереження матерії, згідно якому кількість речовин, яка переробляється, у виробничому процесі, (витрата), повинна дорівнювати кількості здобутих у результаті перероблення продуктів (прихід).

Для періодичних процесів результати розрахунку матеріального балансу за апаратом або стадією технологічного процесу зводять у таблицю:

Прихід			Витрата		
Найменування потоку	Маса		Найменування потоку	Маса	
	кг/год	%		кг/год	%
<b>Всього</b>			<b>Всього</b>		

Належить розрізнявати матеріальний баланс хімічного процесу (хімічні реакції) та технологічної операції (абсорбція, фільтрація, дистиляція і ін.).

У першому випадку змінюється хімічний склад матеріалів, що переробляються. При цьому за стехіометричним співвідношенням хімічної реакції встановлюється теоретичний вихід

продукту. Фактичний же вихід одержуваного продукту підраховують після виявлення втрат продукту внаслідок побічних реакцій, осмолення і ін.

Якщо відомі виходи за окремими стадіями, то загальний вихід на виробництві буде дорівнювати добутку виходів на стадіях.

Для виробничих операцій, у яких переважають фізичні процеси, необхідно розрахунком установити яка кількість продукту за даних умов залишається у лишку, а яка знову повертається у процес. Необхідно також ураховувати механічні втрати (втрата газів та пари крізь нещільності, втрати під час транспортування та зберігання).

Якщо відомі виходи з окремих стадій, то загальний вихід виробництва дорівнює добутку виходів за стадіями.

Матеріальний баланс безперервного процесу є потоковим (кмоль/рік, т/рік). Він розраховується також на тону готового продукту або на одиницю маси вихідної сировини.

Точність розрахунку матеріального балансу у деяких випадках може бути обмежена у випадку розрахунку на всю продуктивність установки значенням 0,1 кг чи навіть округлятися до цілих.

Належить уникати багаторазового повторення однотипних дій. Оригінальні складні розрахунки належить описувати докладніше.

Для складних технологічних процесів, особливо з рециркуляцією, належить скласти схему матеріальних потоків. Вона виконується на основі технологічної схеми та включає тільки ті стадії та процеси, в яких відбуваються кількісні та якісні зміни матеріальних потоків.

За допомогою матеріальних розрахунків виділяють також кількості та склад відходів (стічних вод, газових викидів, шламів) на тону чистої продукції. Ці відомості необхідні для вирішення питань з способів утилізації, знешкодження або знищення.

Якщо у виробництві, що проектується, є процеси, які супроводжуються великим виділенням (поглинанням) енергії, і вони визначають як технологію, так і апаратуру, можна виділити розділ "Енергетичні розрахунки". За допомогою таких розрахунків у процесах окисації, піролізу, дегідрування вуглеводнів та інших можна, наприклад, визначити співвідношення реагуючих компонентів або кількість перегрітої пари (конденсату) для підтримання оптимальної температури у адиабатичному реакторі.

Енергетичні баланси основних апаратів виконують з використанням виробничих та наукових даних. На їх основі визначають витрати пари, води, палива і електроенергії.

Тепловий розрахунок апаратів звичайно завершують проектним або перевірним розрахунком поверхні теплообміну за вжитих умов передачі тепла.

Тепловий баланс апаратів періодичної дії належить розраховувати для кожної операції робочого циклу. Справжню поверхню теплообміну приймають з запасом 20...50 %.

У разі розрахунку апаратів з різними механічними пристроями необхідно визначити витрату електроенергії, що витрачається двигуном електроприладу.

Розрахунки кінетики проводять з метою визначання необхідних реакційних об'ємів, завантаження каталізатору та ін.

## **2.8 Вибір технологічного обладнання та конструктивні розрахунки**

В цьому розділі кваліфікаційної роботи бакалавра приводять проектні або перевіріні розрахунки основного апарату технологічної схеми. У випадку реконструкції діючих виробництв, у першу чергу, визначають можливість використання наявного основного апарату, потім за необхідністю розробляють необхідні зміни його конструкції і проектують додаткове обладнання. В кінці розділу поміщають коротку характеристику всього технологічного обладнання схеми із зазначенням використаних без змін, а також нових та змінюваних апаратів.

Проектування обладнання виконується в два етапи – технологічний розрахунок та конструювання.

У технологічному розрахунку треба визначити для нормалізованого обладнання тип та потрібну кількість апаратів, для нестандартних апаратів – їх кількість та конструктивні розміри.

Обов'язково здійснюють перевірки, що підтверджують можливість експлуатації апарату в заданому режимі з необхідною продуктивністю: для апаратів із мішалками перевіряють виконання умов нормальної роботи мішалок за вибраного заповнення; для проточних апаратів перевіряють їх гідравлічну опірність; у реакторах оцінюють відповідність гідродинамічного режиму вибраної розрахункової моделі; у апаратах з теплопередавальними поверхнями перевіряють розмір поверхні та режим теплопередачі. На етапі конструювання здійснюють розрахунок корпусу на міцність та креслення апаратів.

Під час проектування обладнання необхідно враховувати сучасні напрямки розвитку в машинобудуванні: інтенсифікація, збільшення одиничної потужності, підвищення надійності та рівень стандартизації. У випадку збільшення продуктивності схеми належить йти не шляхом простого збільшення кількості апаратів, а обирати нове, інтенсивніше та досконаліше обладнання з більшою одиничною потужністю. Такий шлях модернізації виробництва дозволяє поліпшити його техніко-економічні показники.

Важливим критерієм під час проектуванні обладнання постає його надійність, тобто гарантія безперебійної роботи впродовж встановленого терміну. Один із способів забезпечення надійності укладається в використанні запасу продуктивності. Розрахункова продуктивність повинна на 10...15 % перевищувати задану.

Основним апаратом у хіміко-технологічних виробництвах, звичайно, вважається реактор. Під час проектування відділень розділення сумішей як основний апарат вибирають колонні апарати – ректифікаційні колони, абсорбери, десорбери, екстрактори та інше.

Опис розрахунків апарату треба починати з:

- технічної характеристики, що містить: призначення в схемі, робочі параметри, основні конструктивні розміри та ін. відомості, які використовують під час розрахунків;
- розрахункової схеми або ескізу, що ілюструють конструкцію;
- чіткого визначення проектних задач, тобто цілі розрахунків.

Методики технологічних розрахунків специфічні для кожного типу апаратів (реактори безперервні чи періодичні, ємкісні апарати з мішалками, ректифікаційні колони і ін.). Їх викладають в дисциплінах "Обладнання хімічних виробництв", "Процеси та апарати хімічних виробництв".

На них ґрунтуються методи моделювання з використанням математичних моделей [3, 5-8] та наближеного моделювання з використанням теорії подібності та параметрів модельних (діючих) виробничих чи дослідних апаратів. Надійніші результати вдається отримати в процесі математичного моделювання а наближене моделювання (масштабність) дозволяє розраховувати різні апарати, не маючи їх надійних моделей або програмних розрахункових модулів.

Належить пам'ятати, що можливості метода масштабування часто обмежені, бо у разі масштабного переходу до апаратів великих розмірів не вдається дотримати усі види подібності процесів та їх параметри змінюються. Краще інших, з прийнятною погрішністю за коефіцієнту масштабування 20 та більше, можна масштабувати апарати з мішалками.

Основи проектування реакторів викладено у спеціальних підручниках. Наведено численні приклади розрахунків часу контакту, кількості каталізатору та розмірів реакторів зі стаціонарним шаром каталізатору, що працюють у ізотермічному або адіабатичному режимах, з псевдозрідженим шаром каталізатору, періодичних реакторів з мішалками. У підручниках наводять спеціальні методики та приклади розрахунків реакторів різних типів, що використовують у промисловості для здобування речовин.

Розрахунок реактора виконують у визначеній послідовності. Спочатку визначають потрібну ємність (об'єм) реакційної зони, а потім для вибраної конструкції знаходять конструктивні розміри.

В проектуванні слід використати оптимальний час перебування з літератури по технології, яка узагальнює експериментальні дані та досвід експлуатації виробництв, або розрахувати його, користуючись математичною моделлю реактора одним з методів оптимізації. У мережі ХТФ є програми для виконання на ЕОМ розрахунку умовного часу перебування для



трубчастого та поличного каталітичних реакторів оксидації метанолу в формальдегід, адіабатичних реакторів глибокого окислення органічних речовин у суміші з повітрям.

Далі для вибраної конструкції апарату з урахуванням загальноприйнятих або заданих обмежень розраховують розміри реакційної зони, корпусу реактора та інших елементів його конструкції. При цьому обов'язково перевіряють можливість експлуатації у проектному режимі, для чого виконують тепловий та гідравлічний розрахунки. У тепловому розрахунку використовують рівняння теплового балансу, основне рівняння теплопередачі і ін.

Для виділення цільового продукту у результаті розділення рідких неоднорідних систем під дією відцентрових сил у виробничій практиці користуються центрифугами. Технологічний розрахунок центрифуг зводиться до визначання їх продуктивності. Індекс продуктивності визначається для центрифуг різних типів за відповідними формулами.

Повна витрата енергії на центрифугування складається з різних витрат: на передавання суспензії кінетичної енергії, на подолання шкідливих опорів та ін.

## **2.9 Охорона праці**

Перед началом виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студент узгоджує з консультантом завдання на виконання цього розділу.

Розділ розробляють відповідно до методичних вказівок. Питання розглядаються стосовно до конкретних умов теми роботи, не допускаючи загальних міркувань та переписування правил та інструкцій.

За рекомендацією консультанта для одного з видів небезпек чи шкідливостей проводять детальну розроблення заходів з необхідними розрахунками та складанням схеми.

## **2.10 Охорона навколишнього середовища**

В цьому розділі проводять оцінку впливів існуючої або проектуємої діяльності промислового об'єкту на оточуючу техногенну середу та пропонують заходи з забезпечення нормативного стану навколишнього середовища, включаючи розрахунки з нормування, моніторинг території зон впливу діяльності промислового об'єкту, систему відновних та компенсаційних заходів, а також вирішують конкретні інженерні завдання, пов'язані з проектуванням та технологічними розрахунками очисних установок або технологічних циклів, розвивають основи створення замкнених, безвідхідних та маловідходних виробництв, що є активною формою захисних заходів з охорони довкілля.

## **2.11 Висновки**

В цьому розділі необхідно надати короткі висновки про виконану роботу, показати все нове та цінне, що зроблено під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра, результати проведених розрахунків, висновки щодо ефективності виконаної роботи.

Висновки є коротким підсумком усієї роботи та тому повинні бути чіткими та ясними.

## **2.12 Перелік використаних джерел**

У кінці роботи належить привести список використаної літератури. До неї слід включати тільки ті джерела, на які надано посилання в тексті пояснювальної записки. Номер джерела в тексті записки поміщають у квадратні дужки та він відповідає порядковому номеру джерела в списку літератури, який складається таким чином:

– для книжок записують у рядок прізвище, ініціали автора, назву книжки, місце видавання, видавництво, рік видавання, кількість сторінок (Загальна хімічна технологія: [підруч. для студентів вищих навч. закл.] / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2005. – 552 с.);

– для журнальних статей – прізвище, ініціали автора, назву статті, назву журналу (можна скорочувати за вжитою формою), рік видавання, номер журналу, сторінка (Ерайзер Л.М. Розробка технології комплексної переробки полімінеральних калійних руд методом сульфатного вилуговування / Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко // Вісник НТУ "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2011. – № 65. – С. 46-53.);

– для авторських посвідчень, патентів – номер, країну, заголовок, автора, дату видавання, номер заявки, відомості про видавання, де він опублікований (А.с. № 916399. ССРСР, МКИ С 01 D 9/04. Способ переработки калийной полиминеральной руды / И.Ю. Костив, В.Т. Яворский, Л.А. Походенко и др. (СССР) – № 135007; заявл. 07.06.79; опубл. 30.03.81, Бюл. № 12. – 4 с.);

– для документації підприємства (регламенти, звіти про роботи) – назву, організацію, автора, рік;

– для методичних вказівок – назву, прізвище, ініціали авторів, місце і рік видавання, кількість сторінок (Методичні вказівки до практичних занять, самостійної та індивідуальної роботи з дисципліни "Технологія мінеральних добрив та солей" на тему "Виробництво рідких комплексних добрив" для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія, спеціалізації – Хімічні технології неорганічних речовин / Л.М. Ерайзер, В.Я. Кожухар, Л.В. Іванченко. – Одеса: ОНПУ, 2017. – 25 с.).

Відомості про іноземні книжки та журнали оформлюють на мові оригіналу.

Джерела мають наскрізну нумерацію та зводяться у тієї послідовності, в якій вони зустрічаються в записці.

### 2.13 Додатки

В додатках обов'язково повинна бути наведена графічна частина кваліфікаційної роботи. Крім того, можна навести рисунки, таблиці. Всякі додатки треба починати з нового листа. Додаток повинен мати змістовний заголовок. Рисунки та таблиці слід нумерувати.

## 3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ

Текст записки друкується с полуторним інтервалом (шрифт – Times New Roman 14 пт., вирівнювання по ширині) з полями: верхнє – 2 см, нижнє – 2 см, ліве – 2,5 см, праве – 1,0 см. Абзаци виділяють відступом тексту на 1,25 см. Переноси вручну не ставити.

Розділи кваліфікаційної роботи починають із нового аркуша.

Назву розділу записують у вигляді заголовка в верхній частині аркуша (шрифт – Times New Roman 14 пт., напівжирний, регістр – всі ПРОПИСНІ, вирівнювання по центру) без крапки. Розділи нумерують арабськими цифрами, після номера крапка не ставиться.

"Вступ" та "Висновки" не нумерують.

Посилання на літературу оформляються у квадратних дужках і проставляються по тексту після згадування джерела.

Посилання на формули, що зустрічаються по тексту, виконують у круглих дужках (наприклад: (1.2) або (1.3), (2.1) або (1.1)...(1.4)).

Чисельні інтервали значень, що зустрічаються в тексті, пишуться через три крапки без пробілів між крапками й цифрою (наприклад: 150...160 °С; 3...8 мм); у посиланнях на кілька формул, (наприклад: (1.1)...(1.4)); у посиланнях на кілька джерел літератури (наприклад: [1...4]); у річних проміжках (наприклад: в 20...30 р., в 2005...2018 р.).

Розмірність цифрових значень пишеться через фіксований пробіл після цифри (наприклад: 5 мм, 100 %, 14,4 МПа).

Формули – набираються тільки у редакторі формул Microsoft Equation 3.0, який входить до комплексу поставки MS Word (не використовувати убудований редактор формул для MS Word 2007 та вище). Накреслення змінних, функцій, сталих і цифр – як в основному тексті

роботи. Для цього в кожній набраній формулі, використовуючи інструменти Microsoft Equation, додати тої або інший змінної й функції стиль, накреслення якого відповідає вимогам (шрифт – Times New Roman 14 пт.).

Розшифрування змінних формули оформляється у вигляді списку, кожна змінна з нового абзацу. Перед першою змінною пишеться слово "де", між змінною й розшифруванням ставиться тире.

Приклад оформлення формул:

$$Q_{\text{п}} = G_{\text{т}} \cdot \bar{c}_{\text{т}} \cdot (T_{\text{т}}^{\text{поч}} - T_{\text{т}}^{\text{кінц}}), \quad (1.5)$$

де  $G_{\text{т}}$  – маса теплоносія;

$\bar{c}_{\text{т}}$  – середня теплоємність теплоносія;

$T_{\text{т}}^{\text{поч}}$ ,  $T_{\text{т}}^{\text{кінц}}$  – початкова і кінцева температури теплоносія.

Всі формули нумеруються арабськими цифрами в межах розділу. Номер складається з номера розділу й порядкового номера формули, розділених крапкою, що вказують із правої сторони аркуша на рівні формули в круглих дужках. Не слід повторювати ті самі формули або хімічні рівняння в різних розділах проекту, привласнюючи їм нову нумерацію; досить послатися на існуючі номери.

Рисунки – діаграми і графіки створюються як вбудований об'єкт Microsoft, у якому і рисуються засобами Word, або в інших векторних редакторах і вставляються як відповідний об'єкт; фотографії вставляються як графічні файли у форматах: PCX, TIFF, GIF, BMP, JPEG (розрешення 600 тчк/дюйм).

Всі написи, що зустрічаються в рисунках, виконуються шрифтом Times New Roman і повинні відповідати вимогам, пропонованим до накреслення змінних, індексів і функцій по тексту й у формулах. Рисунки вставляються в текст після першого згадування.

Приклад оформлення рисунків:

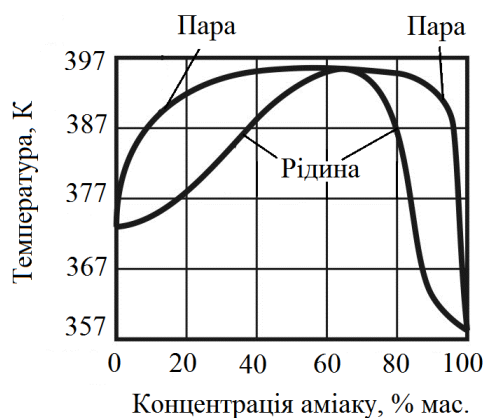


Рис. 5.11 – Діаграма кипіння системи  $\text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ .

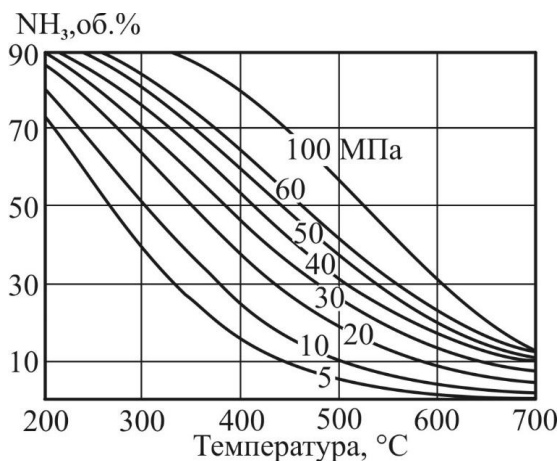


Рис. 5.12 – Залежність рівноважних концентрацій амоніаку від температури та тиску синтезу

Для зручності викладу цифрові та інші дані рекомендується оформляти у вигляді таблиць. Таблиці набираються в MS Word і розташовуються по тексту після першого згадування або посилання на неї. Таблиці нумеруються в межах розділу й повинні мати тематичні заголовки.

Ставити лапки замість повторюваних цифр, знаків, одиниць, математичних і хімічних символів не допускається. Графи таблиць не повинні бути порожніми, за необхідністю ставиться прочерк. Числа в одній графі повинні мати однакову кількість десяткових знаків.

Приклад оформлення таблиць:

Таблиця 3.7 – Залежність рівноважного складу конвертованого газу від температури в процесі конверсії метану водяною парою

Т, К	Ступінь перетворення, %		Склад рівноважної парогазової суміші, % об.				
	CH <sub>4</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
800	38,80	29,98	16,21	2,36	7,94	38,74	34,75
900	75,90	32,90	5,33	9,51	7,28	57,71	20,17
1000	94,98	24,84	1,02	14,32	5,07	63,23	16,36
1100	99,50	19,24	0,10	16,08	3,86	63,68	16,28

**Графічна частина** складається з листа фізико-хімічних основ виробництва, технологічної схеми процесу і креслення загального вигляду основного апарату з вузлами. Їх виконують за допомогою графічних редакторів в масштабі формату А1, друкують в форматі А4.

На технологічних схемах показують їх елементи – всі апарати у вигляді умовних зображень та лінії зв'язку – матеріальні потоки. Схеми виконують без дотримання масштабу і справжнього просторового розміщення апаратів, тим не менш, розмір зображень винен приблизно відображати співвідношення габаритних розмірів.

Зображення апарату повинно відображати принцип його дії і конструкції. Для низки апаратів і машин установлені стандартні принципові умовні зображення. Це теплообмінні та колонні апарати, відстійники і фільтри, трубопроводи, трубопровідна арматура, насоси, вентилятори і компресори, апарати випарні і сушильні і інше. Для інших апаратів слід використовувати стандартне зображення корпусів і внутрішніх елементів машин і апаратів хімічних виробництв. На схемах звичайно поміщують додаткову текстову інформацію і таблиці технічних даних апаратів і потоків. Зовнішні потоки схеми повинні мати назву і відомості про їх спрямування (куди чи звідки). Їх виносять і закінчують за межами зображення схеми.

Креслення основного апарату виконують за загальними правилами технічного креслення. Разом з головним видом із подовжнім розрізом приводять додаткові плани, розрізи і січення, що дають повне наведення з конструкції і принципи дії апарату, а також технічні вимоги і іншу необхідну інформацію у вигляді таблиць, наприклад, таблицю з технічною характеристикою, таблицю штучерів.

#### 4 КЕРІВНИЦТВО І КОНСУЛЬТАЦІЇ, ЗАХИСТ РОБОТИ

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра видає здобувачу завдання на роботу та зазначає, які розділи завдання розробити більш докладно, які розрахунки належить виконати, на що звернути увагу під час виконання роботи. Керівник здійснює загальний контроль за ходом виконання роботи і термінами її виконання, здійснює методичне і технічне керівництво.

Для захисту кваліфікаційної роботи здобувач повинен підготувати доповідь на 10...12 хвилин та презентацію роботи в редакторі Power Point.

В доповіді (і відповідно в презентації) необхідно коротко викласти завдання роботи, розповісти фізико-хімічні основи виробництва, технологічну схему установки, устрій та принцип роботи основного апарату та те нове, що впроваджено у роботі.

Кваліфікаційна робота бакалавра захищається публічно на засіданні атестаційної комісії.

Загальну оцінку кваліфікаційної роботи бакалаврів виставляють на підставі результатів захисту роботи, с врахуванням відзиву рецензента, характеристики керівника роботи та таких показників:

- постановка завдання, актуальність та обґрунтованість тематики;
- рівень аналізу технічної літератури з теми роботи і володіння теоретичними питаннями;

- вибір та обґрунтування проектних рішень, технологічних процесів, оцінка їх надійності та новизни;
- повнота і якість інженерних або технологічних розрахунків, аналіз вузьких місць;
- якість і повнота виконання допоміжних розділів роботи;
- ступінь самостійності та особистий внесок студента у роботу;
- якість оформлення та презентації роботи.

## 5 ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 5.1 Навчальні посібники та підручники

1. Сода. Навчальний посібник. / В.Я. Кожухар, В.Г. Рябих, В.В. Брем, Л.В. Іванченко. – Одеса: "Сімекс-прінт", 2012 – 208 с.
2. Методи автоматизованих розрахунків хіміко-технологічних систем. Навчальний посібник. / Брем В.В., Білоус В.М., Макаров О.В., Борщ О.А.. – Одеса: "Сімекс-прінт", 2012 – 228 с.
3. Сульфатна кислота. Навчальний посібник. / В.Я. Кожухар, Л.В. Іванченко, О.В. Шамшурін, І.М. Попова. – Одеса: "Сімекс-прінт", 2012 – 200 с.
4. Технологія зв'язаного азоту. Навчальний посібник. / В.Я. Кожухар, Л.М. Ерайзер, В.В. Брем, Ю.М. Єпугатов, Л.В. Іванченко, С.П. Буга. – Одеса: "Сімекс-прінт", 2013 – 280 с.
5. Методи переробки промислових викидів та побутових відходів. Навчальний посібник. / В.Я. Кожухар, Д.В. Миронов, В.В. Брем, К.А. Васютинська. – Одеса: "Сімекс-прінт", 2013 – 224 с.
6. Іванченко Л.В. Хімія і технологія води : навчальний посібник / Л.В. Іванченко, В.Я. Кожухар, В.В. Брем. – Одеса : Екологія, 2017. – 212 с.
7. Врагов А.П. Теплообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв: навчальний посібник. – Суми: Університет. книга, 2006.– 260 с.
8. Кострова Г.В. Обладнання нафтогазової та хімічної галузі: Навч. посібник Кострова Г.В., Савельєва О.С., Становський О.Л. – Одеса: ОДПУ, 2001.
9. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: учебник для вузов по спец. "Машины и аппараты хим. производств" – М.: Химия, 1987. – 496 с.
10. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник. – М.: Химия, 1971. – 784 с.
11. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.; под ред. Романкова П.Г. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для хим.–технолог. спец. Вузов. – Л.: Химия, 1987.– 576 с.
12. Дубинін А. І., Гаврилів Р. І., Гузьова І. О.; за ред. А. І. Дубиніна. Навчальний посібник з курсового проектування. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012.– 360 с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/1165338/>
13. Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И. и др.; под ред. Ю.И. Дытнерского. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. – М.: Химия, 1991. – 496 с. Режим доступу: <http://lpce.lviv.ua/library/books/borisov-h-s-brykov-v-p-dytnerskij-yu-i-ta-in-osnovni-protsesy-ta-apaty-himichnoji-tehnolohiji-posibnyk-z-proektuvannya>
14. Коваленко І. В., Малиновський В. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник. – К.: Інрес: Воля, 2005.– 264 с. Режим доступу: [http://cpsm.kpi.ua/Doc/PAHV\\_uch.pdf](http://cpsm.kpi.ua/Doc/PAHV_uch.pdf).
15. Сидоров Ю. І., Чуєшов В. І. Новіков В.П. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості: навчальний посібник для фармацевтичних і хімічних спеціальностей ВНЗ. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2010. – 816 с. Режим доступу: <https://books.google.com.ua/books?id=V5X4CQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22%D0%A1%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2+%D0%AE.+%D0%86.,+%D0%>

A7%D1%83%D1%94%D1%88%D0%BE%D0%B2+%D0%92.+%D0%86.+%D1%82%D0%B0+%D1%96%D0%BD.%22&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwiRyoidydPaAhUQzKQKHVL2A2MQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false

16. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник для вузів. – Л.: Львівська політехніка, 2005.– 552 с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/43833/>

17. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. – М.: Академкнига, 2004.– 528 с. Режим доступу: [http://www.libedu.ru/l\\_b/kutepov\\_a\\_m\\_bondareva\\_t\\_i\\_berengarten\\_m\\_g\\_obshaja\\_himicheskaja\\_tehnologija.html](http://www.libedu.ru/l_b/kutepov_a_m_bondareva_t_i_berengarten_m_g_obshaja_himicheskaja_tehnologija.html)

18. Ахметов Т.Г., Ахметова Л.Т., Порфирьева Р.Т. Химическая технология неорганических веществ. Книга 2. – М.: Высшая школа, 2002.– 264 с. Режим доступу: <http://padabum.com/d.php?id=46368>

19. И.Ю. Гусев, И.Н. Карасев, Э.Э.Кольман-Иванов и др. Конструирование и расчет машин химических производств. – М.: Машиностроение, 1995.– 408 с. Режим доступу: [http://www.studmed.ru/kolman-ivanov-ee-gusev-yui-karasev-in-i-dr-konstruirovanie-i-raschet-mashin-himicheskikh-proizvodstv\\_289f4e3790b.html](http://www.studmed.ru/kolman-ivanov-ee-gusev-yui-karasev-in-i-dr-konstruirovanie-i-raschet-mashin-himicheskikh-proizvodstv_289f4e3790b.html)

20. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983.– 272 с. Режим доступу: <http://lpc.e.lviv.ua/library/books/dytnerskij-yu-i-osnovni-protsezy-ta-aparaty-himichnoji-tehnolohiji-posibnyk-z-proektuvannya>

21. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1991 – 400 с.

22. Технологія зв'язаного азоту: підруч. для студентів вищих навч. закл. / [Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О.Я. ЛОБОЙКО, Г.І. ГРИНЬ та ін.]. – Х.: НТУ "ХПІ", 2007. – 536 с. Режим доступу: [www.twirpx.com/file/442734/](http://www.twirpx.com/file/442734/)

23. Справочник азотчика. Физико-химические свойства газов и жидкостей. Производство технологических газов. Очистка технологических газов. Синтез аммиака. / [Караванов М.М., Чернышев А.К., Ильченко А.Р. и др.]; под ред. Е.Я. Мельникова. – [2-е изд. перераб.]. – М.: Химия, 1986 г. – 512 с.

24. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв: підруч. для студентів вищих навч. закл. / [Лобойко О.Я., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Слабун І.О. та ін.]. за ред. проф. О.Я. Лобойка і проф. Л.Л.ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Х.: НТУ "ХПІ", 2001. – 512 с.

25. Краткий справочник физико-химических величин. /Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой – [8-ое изд., перераб.]. – Л.: Химия, 1983. – 232 с.

26. Лацинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.

27. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с

28. Заречений В.Г., Карпович Е.О., Воробйова І.П. і ін. Виробництво фосфорвмісних мінеральних добрив. – Суми: Університетська книга, 2004.– 189 с.

29. Астрелін І.М., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ О.О Лобойко О.Я. та ін. Технологія фосфорвмісних добрив, кислот і солей. Підручник. – Х.: НТУ «ХПІ», 2011.– 288 с.

30. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), ч. 1 Л.: Химия, 1974.– 792 с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/82394/>

31. Эвенчик С.Д., Бродский А.А. Технология фосфорных и комплексных удобрений. – М.: "Химия", 1987.– 464 с. Режим доступу: <http://chemistry-chemists.com/chemister/Neorganika/neorganika.htm>

32. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2004. – 318 с.

## 5.2 Методичні вказівки

1. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу "Процеси та апарати хімічних виробництв". Частина 1. Гідравліка, гідравлічні машини / В.Г. Рябих, В.Я. Кожухар, Д.В. Миронов, С.Л. Савич – Одеса: ОНПУ, 2011. – 44 с.

2. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів при виконанні розрахунків з курсу "Процеси та апарати хімічних виробництв". / В.Г. Рябих, В.Я. Кожухар, Д.В. Миронов, С.Л. Савич – Одеса: ОНПУ, 2011. – 42 с.

3. Методичний посібник з розрахунку апаратів з мішалками з курсу "Процеси та апарати хімічних виробництв" / В.Г. Рябих, В.Я. Кожухар, Д.В. Миронов, С.Л. Савич – Одеса: ОНПУ, 2011. – 34 с.

4. Методичний посібник з розрахунку абсорбційних апаратів з курсу "Процеси і апарати хімічних виробництв" / В.Г. Рябих, В.Я. Кожухар, Д.В. Миронов, С.Л. Савич – Одеса: ОНПУ, 2011. – 44 с.

5. Використання сучасної української хімічної термінології та номенклатури з неорганічної хімії: методичні вказівки / Л.В. Іванченко, В.Я. Кожухар, Л.М. Ерайзер, І.В. Дмитренко. – Одеса: ОНПУ, 2014. – 36 с.

6. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Спецкурс мінеральних добрив та солей" для студентів спеціальності 161 – Хімічна технологія та інженерія, спеціалізації – Хімічні технології неорганічних речовин / Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко – Одеса: ОНПУ, 2018. – 25 с. (МВ09144 від 01.02.2018; № 5480 – РС – 2018).

7. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни "Технологія зв'язаного азоту" для студентів спеціальності 161 – Хімічна технологія та інженерія, спеціалізація – Хімічні технології неорганічних речовин / В.Я. Кожухар, Ю.М. Єпутатов, Л.В. Іванченко. – Одеса: ОНПУ, 2018. – 60 с. (МВ09262 від 06.03.2018; № 5596 – РС – 2018).

8. Методичні вказівки до практичних і самостійних робіт з дисципліни "Процеси та апарати хіміко-фармацевтичних виробництв". Частина 2. Тепломасообмін для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія / І.В. Дмитренко. – Одеса: ОНПУ, 2017. – 89 с. (МВ09054 від 20.12.2017; № 5399 – РС – 2017).

9. Методичні вказівки до практичних занять, самостійної та індивідуальної роботи з дисципліни "Технологія мінеральних добрив та солей" на тему "Виробництво рідких комплексних добрив" для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія, спеціалізації – Хімічні технології неорганічних речовин / Л.М. Ерайзер, В.Я. Кожухар, Л.В. Іванченко. – Одеса: ОНПУ, 2017. – 25 с. (МВ08987 від 22.11.2017; № 5332 – РС – 2017).

10. Методичні вказівки до практичних занять, самостійної та індивідуальної роботи з дисципліни "Технологія мінеральних добрив та солей" на тему "Виробництво амоній нітрату" для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія, спеціалізації – Хімічні технології неорганічних речовин / Л.М. Ерайзер, В.Я. Кожухар, , Л.В. Іванченко. – Одеса: ОНПУ, 2017. – 38 с. (МВ08978 від 22.11.2017; № 5331 – РС – 2017).

11. Методичні рекомендації для практичних занять та самостійної роботи з дисципліни "Технологія сульфатної кислоти" для студентів напряму 6.051301 "Хімічна технологія" / Кожухар В.Я., Іванченко Л.В., Усатюк І.І. – Одеса. ОНПУ. – 2017. – 59 с. (МВ08580 від 06.06.2017; № 4897 – РС – 2017).

12. Методичні рекомендації для практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Хімія неорганічних речовин» для студентів напряму 6.051301 «Хімічна технологія» / Усатюк І.І. – Одеса. ОНПУ. – 2017. – 32 с. (МВ08601 від 19.06.2017; № 4926 – РС – 2017).

13. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни "Хімія і технологія води" для студентів спеціальності 161 – Хімічна технологія та інженерія / Л.В. Іванченко, В.Я. Кожухар. – Одеса: ОНПУ, 2016. – 47 с. (МВ07482 від 09.09.2016; № 3858 – РС – 2016).

## **ДОДАТКИ**

### **Додаток 1. Титульний лист кваліфікаційної роботи бакалавра**

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний політехнічний університет  
Хіміко-технологічний факультет  
Кафедра технології неорганічних речовин і екології

Петрова Тетяна Олексіївна,  
студентка групи ХН-162

### **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

Вторинний риформінг природного газу у виробництві аміаку

Спеціальність:

161 Хімічні технології та інженерія

Спеціалізація, освітня програма:

Хімічні технології неорганічних речовин

Керівник:

Єплатов Юрій Михайлович,

к.х.н., доцент

Одеса – 2020



## Додаток 2. Завдання на кваліфікаційну роботу

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний політехнічний університет  
Хіміко-технологічний факультет  
Кафедра технології неорганічних речовин і екології

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія  
Освітня програма Хімічні технології неорганічних речовин

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Кожухар В.Я.  
\_\_\_\_\_ 2020 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Петрової Тетяни Олексіївни

1. Тема роботи: Вторинний риформінг природного газу у виробництві  
аміаку

Керівник роботи: Спутатов Юрій Михайлович, к.х.н., доцент

затверджені наказом ректора ОНПУ від \_\_\_\_\_ 2020 р. № \_\_\_\_\_

2. Зміст роботи: Вступ;

1. Теоретичні основи та вибір схеми виробництва;
2. Характеристика сировини, допоміжних матеріалів та продуктів виробництва;
3. Опис технологічної схеми виробництва;
4. Матеріальні та енергетичні розрахунки;
5. Вибір технологічного обладнання та конструктивні розрахунки;
6. Охорона праці;
7. Охорона навколишнього середовища

Висновки;

Перелік використаних джерел.

3. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Фізико-хімічні основи;
2. Креслення технологічної схеми відділення вторинного риформінгу;
3. Креслення шахтного конвертору.

#### 4. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Столевич Т.Б., доцент кафедри управління системами безпеки життєдіяльності		

#### 5. Дата видачі завдання

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
1	Теоретичні основи виробництва та вибір схеми виробництва		
2	Характеристика сировини та продуктів виробництва		
3	Виконання креслення технологічної схеми та її описання		
4	Розрахунок матеріального балансу		
	Розрахунок енергетичного балансу		
5	Виконання конструктивних розрахунків та креслення стріперу		
6	Виконання розділів охорони праці та охорони навколишнього середовища		
7	Оформлення роботи та підготовка до захисту		

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_

Петрова Т.О.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Єпугатов Ю.М.

**ЗАВДАННЯ**

на розроблення розділу "Охорона праці"

Петрової Тетяни Олексіївни, група ХН-162 хіміко-технологічного факультету,  
кафедри технології неорганічних речовин і екології

Тема роботи: Вторинний риформінг природного газу у виробництві аміаку.

Зміст розділу:

1. Аналіз умов праці та пожежної безпеки.
2. Вибір основних заходів виробничої та пожежної безпеки.
3. Розрахунок прожекторного освітлення.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Єпугатов Ю.М.

\_\_\_\_\_ 2020 р.

Консультант з охорони праці

\_\_\_\_\_ Столевич Т.Б.

\_\_\_\_\_ 2020 р.

УДК 661.938

#### АНОТАЦІЯ

**Петрова Т.О. Вторинний риформінг природного газу у виробництві аміаку. – Одеса: ОНПУ, 2020. – 65 с. А4.**

Розроблено стадію вторинного риформінгу природного газу у виробництві аміаку потужністю 450 тисяч тон на рік. Розглянуто фізико-хімічні особливості стадії, визначено оптимальні норми технологічного режиму, вибрано технологію проведення процесу та апаратурне оформлення. Проведено матеріальні, енергетичні, конструктивні та механічні розрахунки шахтного реактору. Виконано креслення технологічної схеми стадії, шахтного реактору, фізико-хімічних основ виробництва.

**Ключові слова:** амоніак, вторинний риформінг, природний газ, шахтний реактор.

#### SUMMARY

**Petrova T.O. The secondary reforming of natural gas in the production of ammonia. – Odessa: ONPU, 2020. – 65 p. A4.**

The stage of secondary reforming of natural gas in the production of ammonia with a capacity of 450 thousand tons per year has been developed. Physico-chemical basis of stage are considered, the optimal norms of the technological regime are determined, the technology of the process and equipment is selected. Material, energy, structural and mechanical calculations of the mine reactor are carried out. Drawings of the technological scheme of stage, mine reactor, physico-chemical bases of production are made.

**Keywords:** ammonia, secondary reforming, natural gas, mine reactor