

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



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК І ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра хімії та хімічної інженерії

А.О. Овчаренко, А.С. Коверя, Г.В. Тарасова

ХІМІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ НЕОРГАНІЧНИХ ТА ОРГАНІЧНИХ НІТРОГЕНОВМІСНИХ СПОЛУК

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту
для здобувачів ступеня магістра
зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання курсового проєкту для здобувачів ступеня магістра зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / уклад.: А.О. Овчаренко, А.С. Коверя, Г.В. Тарасова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 20 с.

Укладачі:

А.О. Овчаренко, канд. хім. наук, доц.;

А.С. Коверя, канд. техн. наук, доц.;

Г.В. Тарасова.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія (протокол № 7 від 28.06.2024) за поданням кафедри хімії та хімічної інженерії (протокол № 11 від 18.06.2024).

Методичні матеріали призначено для підготовки здобувачів ступеня магістра до виконання курсового проєкту з дисципліни «Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Хімічні технології та інженерія» зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

Відповідальна за випуск завідувач кафедри хімії та хімічної інженерії
О.Ю. Светкіна, д-р техн. наук, доц.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 4 |
| 1. Загальні положення | 5 |
| 2. Мета і завдання курсового проєкту | 5 |
| 3. Структура курсового проєкту | 6 |
| 4. Зміст розділів проєкту | 8 |
| 5. Перелік основних тем проєктів | 12 |
| 6. Критерії оцінювання курсового проєкту | 13 |
| 7. Перелік рекомендованої літератури | 14 |
| Додатки | 15 |

ВСТУП

«Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» є однією з найважливіших дисциплін при підготовці фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, оскільки включає вивчення фізико-хімічних та хіміко-технологічних процесів синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук, основ матеріальних і теплових розрахунків цих процесів, їх хімізм та принципи аналізу.

При підготовці магістрів за спеціальністю Хімічні технології та інженерія вивчення курсу «Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» має особливе значення з огляду на те, що реалізація задач курсу дозволяє майбутнім інженерам хімікам-технологам вирішувати різноманітні завдання широкого спектру хімічних виробництв.

Виконання курсового проєкту та його захист є завершальною активністю студентів при вивченні дисципліни «Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» та сприяє закріпленню теоретичних знань і надає можливість здобувачам краще орієнтуватися в спеціальних питаннях неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук.

Методичні рекомендації підготовлені з метою допомоги студентам при написанні курсового проєкту з дисципліни «Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» 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 літератури, 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 позааудиторний 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 «Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» є важливим складником підготовки хіміків-технологів, який спрямований на формування теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для створення сучасних хімічних виробництв. Вивчення цього курсу дає студентам глибоке розуміння хімічних і технологічних процесів, пов'язаних з синтезом нітрогеновмісних сполук, які широко застосовуються у виробництві добрив, фармацевтичних препаратів, енергонасичених речовин, миючих та косметичних засобах та інших продуктів.

У межах курсу студенти знайомляться з особливостями синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук. Особлива увага приділяється технологічним процесам, обладнанню та критеріям ефективності виробництв, а також екологічним аспектам. Студенти вивчають склад і структуру хімічних процесів, методи проведення реакцій, особливості технологічних режимів, а також здійснюють розрахунки теплових та матеріальних балансів хімічних процесів.

Здобувачі навчаються аналізувати та порівнювати різні стратегії вирішення хіміко-технологічних задач, пов'язаних з виробництвом неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук, оцінюючи їх ефективність за різними критеріями, ідентифікувати ключові параметри процесів виробництва, використовувати передові методи досліджень, розробляти та впроваджувати нові технічні рішення для оптимізації хімічних процесів.

2 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Мета дисципліни «Хімія і технологія синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук» – формування у здобувачів вищої освіти компетентностей щодо синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук, розробки та удосконалення технологічних схем і розрахунків хімічних процесів.

Мета курсового проєкту – набуття практичних навичок щодо розрахунку параметрів і вибору й обґрунтування методів синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням таких завдань:

- ознайомлення з різними способами синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук;
- ознайомлення з методикою розрахунку складу, структури хімічних процесів та особливості технологічних режимів;
- самостійний розрахунок теплових та матеріальних балансів хімічних процесів.

В результаті виконання курсової роботи студенти – майбутні фахівці повинні оволодіти системним підходом до вибору та обґрунтування методів та технологій синтезу неорганічних та органічних нітрогеновмісних сполук у

відповідності до вимог ОПП:

– ПР4 – оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв;

– ПР5 – вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення і презентації результатів професійної діяльності, досліджень та проектів;

– ПР6 – розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів;

– ПР7 – здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію;

– ПРС9 – вирішувати актуальні технічні задачі в галузі отримання каталізаторів, сорбентів нового покоління і нітрогеновмісних органічних та неорганічних речовин, використовуючи сучасні методи досліджень.

3 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 до 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 проєкту та рекомендований обсяг розділів пояснювальної записки

| Назва розділів | Кількість сторінок |
|--|--------------------|
| Титульний аркуш (див. додаток А) | 1 |
| Завдання на курсовий проєкт (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. |
| | |

4 ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ПРОЄКТУ

Проект повинен включати такі розділи.

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 літературних джерелах, 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 матеріального та теплового балансів 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 усіх 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 | 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) | | | $Q_{випр}$ | | |
| 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 проєктуванні 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_{p298}° Дж/моль | $C_p = f(t)$ Дж/моль·К | | | Літе- ратура |
|----------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|---|-----------------|
| | | | | а | в·10 ³ | с·10 ⁶ / с·10 ⁻⁵ | |
| | | | | | | | |

Для основної реакції проводять розрахунок зміни ентальпії $\Delta H_{r,T}^{\circ}$, ентропії $\Delta S_{r,T}^{\circ}$, енергії Гіббса $\Delta G_{r,T}^{\circ}$ 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, К | $\Delta H_{r,T}^{\circ}$ Дж/моль | $\Delta S_{r,T}^{\circ}$ Дж/моль·К | $\Delta G_{r,T}^{\circ}$ 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.

5 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 нітратної кислоти. |
| 2. | Технології отримання азоту. |
| 3. | Види хіміко-технологічних процесів. Отримання амінів. |
| 4. | Технології отримання аміаку. |
| 5. | Технологія одержання енергонасичених матеріалів. |
| 6. | Отримання амоній сульфату. |
| 7. | Хімічні основи і технологія виробництва нітрогеновмісних барвників. |
| 8. | Особливості виробництва ароматичних амінів. |
| 9. | Шляхи модернізації виробництва мінеральних добрив. |
| 10. | Технологія отримання мінеральних добрив. |
| 11. | Перспективні методи удосконалення хіміко-технологічних процесів виробництва амонійної селітри. |
| 12. | Виробництво миючих засобів на основі нітрогеновмісних сполук. |
| 13. | Виробництво алкалоїдів. |

| | |
|-----|---|
| 14. | Технологія отримання нітрогеновмісних вітамінів. |
| 15 | Способи одержання нітрогеновмісних фармацевтичних препаратів. |
| 16 | Технологія отримання нітрогеновмісних сполук для харчової промисловості. |
| 17 | Технологія виробництва аніліну. |
| 18 | Виробництво органічних нітрогеновмісних розчинників. |
| 19 | Вплив сировини на обрання технологічної схеми виробництва енергонасичених матеріалів. |
| 20 | Хіміко-технологічний процес виробництва енергонасичених матеріалів. |

6 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Шкала оцінювання курсового проекту

| Рейтингова | Інституційна |
|------------|---------------------------|
| 90–100 | відмінно / Excellent |
| 74–89 | добре / Good |
| 60–73 | задовільно / Satisfactory |
| 0–59 | незадовільно / Fail |

Кредити з курсового проекту зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

Проект оцінюється на **відмінно** (90–100): якщо студент виконав розрахунки згідно з усіма пунктами методичних вказівок; в пояснювальній записці й у графічній частині немає помилок, а відповіді студента на запитання під час захисту виявилися повними і змістовними.

Проект заслуговує на оцінку **добре** (74–89) тоді, коли студент виконав розрахунки згідно з усіма пунктами методичних вказівок, але в пояснювальній записці й у графічній частині виявилися несуттєві помилки або неточності; відповіді студента на запитання під час захисту виявилися стислими.

Проект оцінюється на **задовільно** (60–73): якщо студент виконав розрахунки згідно з усіма пунктами методичних вказівок, але без пояснень, а в пояснювальній записці й у графічній частині виявилися помилки; відповіді студента на запитання під час захисту виявилися недостатньо обґрунтованими або не вірними.

7 ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальна хімічна технологія : підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – 3-тє вид., доп. та доопр. – Львів : Львівська політехніка, 2015. – 148 с.
2. Попович І. І., Коваленко П. Г. Хімічна технологія: підручник / І. І. Попович, П. Г. Коваленко; М-во освіти і науки України. – К.: Вища школа, 2018. – 512 с.
3. Ребров С. Ю., Карпічкова І. Б. Процеси та апарати хімічної технології / С. Ю. Ребров, І. Б. Карпічкова; М-во освіти і науки України, Львівський нац. ун-т ім. І. Франка. – Львів: ЛНУ, 2016. – 416 с.
4. Шаповалов А. І. Хімічна технологія органічних речовин / А. І. Шаповалов; М-во освіти і науки України, Харківський нац. ун-т. – Харків: ХНУ, 2020. – 380 с.
5. Перегуда І. П. Хімічні реактори та їх проектування / І. П. Перегуда; М-во освіти і науки України, Академія наук. – Київ: Академія, 2019. – 340 с.
6. Котенко В. М., Литвиненко О. В. Основи хімічної інженерії та процеси масообміну / В. М. Котенко, О. В. Литвиненко; М-во освіти і науки України, Одеський нац. ун-т. – Одеса: ОНУ, 2017. – 458 с.
7. Кудрявцев С. С. Технологія основного органічного та неорганічного синтезу : підручник / С. С. Кудрявцев; М-во освіти і науки України. – Київ: Вища школа, 2015. – 350 с.
8. Шевчук В. М., Карпюк І. В. Хімічна технологія органічних речовин : підручник / В. М. Шевчук, І. В. Карпюк; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 420 с.
9. Гусар В. С. Основи хімічної технології: теорія та практика : підручник / В. С. Гусар; М-во освіти і науки України, НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП», 2018. – 392 с.
10. Попович І. І. Процеси та апарати хімічної технології : підручник / І. І. Попович; М-во освіти і науки України. – Київ: Техніка, 2019. – 288 с.
11. Мартинюк С. П. Хімічна технологія мінеральних добрив : підручник / С. П. Мартинюк; М-во освіти і науки України, Одеський нац. політехнічний ун-т. – Одеса: ОНПУ, 2020. – 310 с.
12. 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.
13. Технологія зв'язаного азоту і хімічних добрив: технологія і алгоритми розрахунків виробництва нітратної кислоти. Навч. посіб. для студ. 291 спец. 161 Хімічні технології та інженерія / Уклад.: А.Л. Концевой. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 218 с.

14. Технологія зв'язаного нітрогену. Синтез і відновлення оксиду динітрогену : монографія / Авт. кол. ; під ред. В. Г. Созонтова. – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 252 с.

15. Волошин М.Д. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива : навчальний посібник / М. Д. Волошин, Я. М. Черненко, А.В. Іванченко, М. А. Олійник. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. – 354 с.

16. Яворський В. Т. Загальна хімічна технологія / В. Т. Яворський, Т. В. Перекупко, З. О. Знак, Л. В. Савчук. — Львів : НУ «Львівська політехніка», 2014. – 540 с.

17. Стандарт вищої освіти підготовки магістрів з спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія». – К.: МОН України, 2020. – 12 с.

Зразок оформлення титульного аркуша курсового проєкту

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

ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

з дисципліни
«Хімія і технологія синтезу
неорганічних та органічних
нітрогеновмісних сполук»
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
Спеціальність:

Кафедра

Затверджую
Зав. кафедри

« » _____ 20 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ**

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Тема проєкту

Термін здачі студентом закінченого проєкту
Вихідні дані до проєкту

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

б. 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.

Навчальне видання

Овчаренко Аліна Олександрівна
Коверя Андрій Сергійович
Тарасова Ганна Володимирівна

**ХІМІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ НЕОРГАНІЧНИХ ТА ОРГАНІЧНИХ
НІТРОГЕНОВМІСНИХ СПОЛУК**

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту
для здобувачів ступеня магістра
зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

Видано в авторській редакції.

Електронний ресурс.
Підписано до видання 16.07.2024. Авт. арк. 1,37.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.