

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ГАЛУЗЕВОГО ОБЛАДНАННЯ СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА

**для другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою «Інжиніринг та комп'ютерно-
інтегровані технології проектування інноваційного
галузевого обладнання»
спеціальності 133 Галузеве машинобудування**

*Ухвалено Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
від 26.10.2023 р., протокол № 2*

*Введено в дію наказом
від 02.11.2023 р.,
№ НОН/329/2023*

Київ – 2023

Розробники сертифікатної програми:

СТЕПАНЮК Андрій, кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

НОВОХАТ Олег, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ПОГОДЖЕНО

Науково-методичною комісією КПІ ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Голова НМКУ 133 «Галузеве машинобудування»

 Ярослав КОРНІЄНКО

(протокол № 15 від 21.09. 2023 р.)

ЗМІСТ

1. Опис сертифікатної програми.....4
2. Описи освітніх компонентів сертифікатної програми.....7
3. Силабуси освітніх компонентів сертифікатної програми.....10

1. ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

| 1. Загальна інформація | |
|--|--|
| Назва сертифікатної програми | Комп'ютерно-інтегровані технології проектування галузевого обладнання |
| Рівень вищої освіти | Другий (магістерський) |
| Галузь знань | 13 Механічна інженерія |
| Спеціальність | 133 Галузеве машинобудування |
| Освітня програма | Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання |
| Факультет / Інститут | Інженерно-хімічний |
| Кафедра | Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв |
| Обсяг сертифікатної програми | 22,5 кредитів ЄКТС |
| Мова викладання | Українська |
| Документ про опанування сертифікатної програми | Сертифікат встановленого зразка КПІ ім. Ігоря Сікорського |
| Термін дії сертифікатної програми | Безстроково |
| Інтернет- адреса постійного розміщення сертифікатної програми | https://ci.kpi.ua/uk/category/education/certificate_programs/ |
| 2. Мета сертифікатної програми | |
| <p>Метою сертифікатної програми є посилення фахових компетенцій, знань та вмінь для підготовки фахівців в сфері комп'ютерно-інтегрованих технологій проектування галузевого обладнання за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», зокрема обладнання для процесів переробки високомолекулярних сполук та полімерів, процесів синтезу та розділення хімічних сполук.</p> <p>Відповідає стратегії розвитку КПІ ім. Ігоря Сікорського на 2020-2025 роки (https://data.kpi.ua/sites/default/files/files/2020-2025-strategy.pdf).</p> | |
| 3. Особливості участі слухачів Сертифікатної програми | |
| <p>Сертифікатна програма розрахована на студентів денної форми навчання.</p> <p>Запис на програму відбувається в період реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін на наступний навчальний рік.</p> <p>Передумовами опанування сертифікатної програми є наявність ступеня бакалавра.</p> | |
| 4. Компетентності та очікувані результати навчання | |
| <p>Сертифікатну програму запроваджено як профілізаційну складову освітньої програми, для задоволення освітніх потреб здобувачів – формування ними індивідуальної траєкторії здобуття вищої освіти.</p> <p>Сертифікатна програма спрямована на формування у здобувача здатності визначати та розв'язувати комплексні інженерні і наукові проблеми в галузі знань 13 Механічна інженерія, в межах спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Специфіка програми полягає у спрямованості до застосування комп'ютерно-інтегрованих технологій вивчення процесів і проектування відповідного технологічного обладнання у галузевому машинобудуванні, зокрема комп'ютерно-інтегрованих технологіях проектування та виготовлення обладнання хімічної інженерії, а також моделювання процесів, що реалізується в ньому.</p> | |
| Компетентності | <ul style="list-style-type: none"> – здатність до проектної діяльності в сфері техніки і технології; – здатність застосовувати галузеві стандарти в рамках своїх задач професійної діяльності; – здатність представляти технічну документацію відповідно до вимог діючих систем і стандартів конструкторської документації; |

| | |
|-------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> – здатність до аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду з техніки і технології хімічної інженерії; – здатність до конструювання технологічного обладнання хімічних виробництв; – здатність до самостійної, індивідуальної роботи, прийняття рішень в рамках своїх задач професійної діяльності; – здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів; – здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, для розв'язання інженерних задач, пов'язаним з синтезом та розділенням; – здатність виконувати математичне моделювання при вирішенні задач, пов'язаним з синтезом та розділенням; – здатність проводити розрахунок і конструювання, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу обладнання, та утилізації відходів глибокої переробки органічної сировини. |
| Очікувані результати навчання | <p>Знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сучасних підходів, методів і методик вирішення задач при проектуванні обладнання; – сучасних підходів, методів і методик вирішення задач при обслуговуванні, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу технологічного обладнання; – методів комп'ютерного інжинірингу, відомих пакетів прикладних комп'ютерних програм для розрахунку та конструювання обладнання; – сучасних підходів, методів і методик, вирішення задач при проектуванні, обслуговуванні, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу обладнання, та утилізації відходів глибокої переробки органічної сировини <p>Уміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> – користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунок і конструювання нового технологічного обладнання; – користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунки та конструкторську документацію при модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу технологічного обладнання; – виконувати комп'ютерне проектування обладнання. Застосовувати методи комп'ютерного інжинірингу з використанням відомих пакетів прикладних комп'ютерних програм; – здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у обладнанні для синтезу та розділення – спираючись на методи математичного моделювання та використовуючи комп'ютерні технології, CAD-системи та інші прикладні програми вирішувати задачі пов'язаним з синтезом та розділенням; – користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунок і конструювання, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу обладнання, та утилізації відходів глибокої переробки органічної сировини. |

| 5. Перелік освітніх компонентів | | | |
|---|--|-----------------------------|------------------|
| Освітні компоненти сертифікатної програми | Кількість кредитів ЄКТС | Форма підсумкового контролю | Семестр вивчення |
| Комп'ютерно-інтегровані технології проектування та виготовлення обладнання хімічної технології | 7,5 | екзамен | 2 |
| Моделювання процесів синтезу та розділення | 7,5 | екзамен | 2 |
| Комп'ютерно-інтегровані технології моделювання процесів та обладнання синтезу і переробки високомолекулярних сполук | 7,5 | екзамен | 2 |
| Загальний обсяг кредитів ЄКТС | 22,5 | | |
| 6. Викладання та оцінювання | | | |
| Викладання та навчання | Лекції, практичні, комп'ютерний практикум. | | |
| Оцінювання | <p>Види контролю результатів навчання: поточний, календарний, семестровий.</p> <p>Контроль проводиться згідно з Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського</p> <p>Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговими системами, визначеними у силабусах навчальних дисциплін.</p> <p>Рейтингові системи оцінювання складені згідно з вимогами Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського</p> | | |

2. ОПИСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

Комп'ютерно-інтегровані технології проектування та виготовлення обладнання хімічної технології

| | |
|--|--|
| Курс, семестр | 1 курс, весняний семестр |
| Обсяг | 7,5 кредитів ЄКТС (675 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | Старший викладач, кан. техн. наук Гусарова Олена Віталіївна |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки) | Базові знання з процесів та обладнання хімічної технології, розрахунку та конструювання типового обладнання, математики, інформатики та механіки матеріалів та конструкцій (основи опору матеріалів). |
| Що буде вивчатися | Питання забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та технологічності обладнання хімічної технології. Практичне використання сучасних підходів, методів і методик вирішення задач при проектуванні та розрахунку обладнання із застосуванням пакетів прикладних комп'ютерних програм. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Дисципліна доповнює базовий курс інженерної підготовки та дозволяє набути практичних знань і навичок комп'ютерного розрахунку й конструювання інноваційного обладнання з забезпеченням вимог, що висуваються до нього. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | <ul style="list-style-type: none"> - сучасних підходів, методів і методик розрахунку на міцність, жорсткість, стійкість конструктивних елементів обладнання технологічних процесів хімічної інженерії: хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв; - сучасних принципів використання комп'ютерних технологій, САD-систем та інших прикладних програм, підходів, методів і методик вирішення задач при проектуванні, розрахунку та модернізації обладнання технологічних процесів хімічної інженерії: хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв. |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | <p>Здатність до застосування комп'ютерних технологій, САD-систем та інших прикладних програм при вирішенні задач конструювання, розрахунку, модернізації обладнання хімічних виробництв.</p> <p>Здатність виконувати комп'ютерне проектування та розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість нового високоефективного, економічного, надійного, безпечного в експлуатації обладнання технологічних процесів хімічної інженерії: хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв.</p> |
| Заняття | Лекції, практичні |
| Інформаційне забезпечення | Навчальна та робоча навчальна програми дисципліни, РСО |
| Індивідуальні семестрові завдання | – |
| Поточний контроль | Відповіді на практичних |
| Семестровий контроль | Екзамен |

Моделювання процесів синтезу та розділення

| | |
|--|---|
| Курс, семестр | 1 курс, весняний семестр |
| Обсяг | 7,5 кредитів ЄКТС (675 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | Доцент, канд. техн. наук Гулієнко Сергій Валерійович, старший викладач, канд. техн. наук Гусарова Олена Віталіївна |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки) | Базові знання з процесів та обладнання хімічної технології, зокрема масообміну, математики та хімії. |
| Що буде вивчатися | Фізико-хімічні основи синтезу аміаку. Технологічні схеми синтезу аміаку. Моделювання реакторів синтезу та обладнання для виділення аміаку. Технологічні схеми синтезу метилового спирту та карбаміду, основи розрахунку реакторів. Фізичні основи процесів мембранного розділення. Підходи до моделювання баромембранних, дифузійно-мембранних, термомембранних та електромембранних процесів. Практичне застосування процесів мембранного розділення та методів їх моделювання. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Завдяки процесам синтезу вирішена одна з головних проблем сучасності - створена сировинна база для виробництва полімерів, смол, добрив, фарб, лаків, вибухівки, біоматеріалів тощо. Забезпечення надійного функціонування обладнання високого тиску потребує фундаментальних інженерних знань та методів моделювання. Оскільки природня сировина і продукти синтезу містять домішки, важливе значення мають процеси розділення. До найбільш ефективних та поширених процесів розділення належать мембранні. При проектуванні обладнання для реалізації таких технологічних процесів є моделювання процесів, яке дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні та капітальні витрати. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | <ul style="list-style-type: none"> - Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у обладнанні для синтезу та розділення. - Спираючись на методи математичного моделювання та використовуючи комп'ютерні технології, CAD-системи та інші прикладні програми вирішувати задачі пов'язаним з синтезом та розділенням. |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | <ul style="list-style-type: none"> - Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язання інженерних задач, пов'язаних з синтезом та розділенням. - Здатність виконувати математичне моделювання при вирішенні задач, пов'язаних з синтезом та розділенням. |
| Заняття | Лекції, практичні |
| Інформаційне забезпечення | Силабус, РСО, навчальний посібник |
| Індивідуальні семестрові завдання | – |
| Поточний контроль | Відповіді на практичних |
| Семестровий контроль | Екзамен |

Комп'ютерно-інтегровані технології моделювання процесів та обладнання синтезу і переробки високомолекулярних сполук

| | |
|--|---|
| Курс, семестр | 1 курс, весняний семестр |
| Обсяг | 7,5 кредитів ЄКТС (675 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | Доцент, канд. техн. наук Степанюк Андрій Романович, доцент, канд. техн. наук Швед Микола Петрович |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки) | Знання математики, фізики, інформатики, процесів та обладнання хімічних технологій, систем автоматизованого інжинірингу |
| Що буде вивчатися | Методи та способи розрахунку та підбору обладнання для процесів переробки високомолекулярних сполук та полімерів, зокрема методи проектування екструдерів та валків. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | В Україні виробляється та переробляється значна кількість полімерів та існує велика кількість підприємств по проектуванню обладнання для переробки високомолекулярних сполук, обладнання яких буде вивчатися у цій дисципліні. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | Знання методів та способів виробництва і переробки полімерів та глибокої переробки нафтопродуктів, проектуванню, розрахунку і експлуатації відповідного обладнання Спираючись на методи математичного моделювання та використовуючи комп'ютерні технології, САD-системи та інші прикладні програми виконувати проектування та модернізацію обладнання |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, для розв'язання інженерних задач обладнання синтезу і переробки високомолекулярних сполук Використовувати отримані знання і уміння дозволить легко знайти цікаву роботу по проектуванню або експлуатації обладнання переробки полімерів або високомолекулярних сполук з великими заробітками |
| Заняття | Лекції, практичні |
| Інформаційне забезпечення | Навчальна та робоча навчальна програми дисципліни, РСО, навчальний посібник |
| Індивідуальні семестрові завдання | – |
| Поточний контроль | Відповіді на практичних |
| Семестровий контроль | Екзамен |

3. СИЛАБУСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра машин та
апаратів хімічних і
нафтопереробних
виробництв

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Силабус

Робоча програма навчальної дисципліни (освітнього компонента)

| | |
|---|---|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | 13 Механічна інженерія |
| Спеціальність | 133 Галузеве машинобудування |
| Освітня програма | Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання |
| Статус дисципліни | Вибіркова |
| Форма навчання | Очна (денна/дистанційна/змішана) |
| Рік підготовки, семестр | 1 курс, весняний семестр, ЛН-31мп |
| Обсяг дисципліни | 7,5 кредитів ЄКТС, 225 год |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | екзамен, поточний контроль |
| Розклад занять | 4 години на тиждень (2 години лекцій, 2 години практик) |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: к. т. н. Гусарова О.В. контактні дані: тел. +380663120701, sunflowers@i.ua Практичні: к. т. н. Гусарова О.В. контактні дані: тел. +380663120701, sunflowers@i.ua Лабораторні: не передбачено навчальним планом |
| Розміщення курсу | https://classroom.google.com/c/NTg3NjkyODc2ODY3?cjc=coqmnu2 |
| Програма навчальної дисципліни | |

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування та виготовлення обладнання хімічної технології» розглядає питання забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та технологічності, а також інших вимог до заданого основного технологічного обладнання хімічних виробництв.

Предмет навчальної дисципліни

Дисципліна розглядає питання забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та технологічності, а також

інших вимог до заданого основного технологічного обладнання хімічних виробництв із застосуванням комп'ютерно-інтегрованих технологій розрахунку та проектування.

Дисципліна сприяє розвитку професійної самосвідомості, культури спілкування, формуванню теоретичного, практичного та особистісно-мотиваційного компонентів професійної компетентності.

1.1. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентності:

- здатність до проектної діяльності в сфері техніки і технології;
- здатність застосовувати галузеві стандарти в рамках своїх задач професійної діяльності;
- здатність представляти технічну документацію відповідно до вимог діючих систем і стандартів конструкторської документації;
- здатність до аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду з техніки і технології хімічної інженерії;
- здатність до конструювання технологічного обладнання хімічних виробництв;
- здатність до самостійної, індивідуальної роботи, прийняття рішень в рамках своїх задач професійної діяльності;
- здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти, після засвоєння навчальної дисципліни, мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- сучасних підходів, методів і методик вирішення задач при проектуванні обладнання;
- сучасних підходів, методів і методик вирішення задач при обслуговуванні, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу технологічного обладнання;
- методів комп'ютерного інжинірингу, відомих пакетів прикладних комп'ютерних програм для розрахунку та конструювання обладнання.

УМІННЯ:

- користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунок і конструювання нового технологічного обладнання;
- користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунки та конструкторську документацію при модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу технологічного обладнання;
- виконувати комп'ютерне проектування обладнання. Застосовувати методи комп'ютерного інжинірингу з використанням відомих пакетів прикладних комп'ютерних програм.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік дисциплін, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки):

- механіка матеріалів і конструкцій-1. Основи опору матеріалів;
- механіка матеріалів і конструкцій-2. Опір матеріалів при складному навантаженні;
- конструкційні матеріали та основи металознавства;
- процеси та обладнання хімічних технологій;
- розрахунок і конструювання типового обладнання.

Перелік дисциплін, які забезпечуються цією навчальною дисципліною:

- комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання;

- моделювання процесів синтезу та розділення;
- інноваційні технології очищення та переробки матеріалів;
- курсова робота з інжинірингу інноваційних технологій та обладнання;
- наукова робота за темою магістерської дисертації-2. Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ЦЕНТРИФУГИ ТА СЕПАРАТОРИ

Тема 1.1. Центрифуги та сепаратори. Призначення. Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції, матеріали, допустимі напруження. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги.

Наводяться основні терміни та визначення неоднорідних рідких сумішей, способів їх розділення та класифікація відповідних процесів; дається визначення фактору розділення та індексу продуктивності. Розглядаються основні конструкції центрифуг і сепараторів та області їх використання. Дається геометрична характеристика простору в якому відбувається процес розділення і визначається форма внутрішньої поверхні рідини в роторі центрифуги.

Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні. Розрахунок обичайок в крайовій зоні. Розрахунок вузлів та деталей центрифуг на міцність, жорсткість та стійкість.

Наводяться поняття міцності, жорсткості та стійкості деталей і вузлів центрифуг та сепараторів. Розглядаються розподілені по поверхні та об'єму активні навантаження на обичайку барабана. Даються рівняння для визначення внутрішніх сил та напружень в безмоментній та крайовій зоні циліндричної, конічної суцільних та перфорованих обичайок барабану центрифуги та сепаратора. Наводиться розрахунок циліндричної та конічної обичайок в безмоментній зоні. Приводяться нормативні залежності.

Розглядаються навантаження на краю обичайки барабана центрифуги. Приводяться диференційні рівняння рівноваги, деформацій та їх розв'язок. Визначаються напруження на краю та умови міцності.

Тема 1.3. Розрахунок днища та борта барабанів центрифуг

Наводяться конструкції днищ, кришок та бортів центрифуг і сепараторів. Приводяться найбільш прості їх геометричні моделі.

Розглядаються напруження в диску постійної товщини, який швидко обертається; внутрішні зусилля та напруження у вісесиметричній пластині навантаженій рівномірно розподіленими по краю моментом та поперечною силою. Визначаються напруження в пластині при сумісній дії відцентрових та крайових навантажень, умови міцності.

Тема 1.4. Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів

Пояснюється поняття частоти власних коливань пружної системи. Явище резонансу. Поняття критичної швидкості. Діючі навантаження.

Вивід рівняння прогину. Визначення критичної швидкості ротора. Аналіз отриманого рішення.

Розділ 2. БАРАБАННІ ОБЕРТОВІ АПАРАТИ

Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції.

Розглядаються призначення барабанних обертових апаратів; основні терміни та визначення; класифікація, основні конструкції апаратів та окремих вузлів і деталей.

Тема 2.2. Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість.

Наводяться поняття міцності, жорсткості та стійкості деталей та вузлів.

Викладаються та аналізується розрахунок навантажень на корпус. Наводяться перевірка корпусу на міцність та жорсткість. Визначаються сили, що діють на бандаж. Розрахунок згинального моменту в перерізі бандажа. Наводяться розрахунок бандажа на тривкість.

Тема 2.3. Контактна міцність бандажів та роликів

Наводяться поняття контактної міцності та приклади контактної міцності деталей в техніці; особливості руйнування деталей при порушенні контактної міцності. Визначається

контактні напруження в бандажі та роликах, демонструються епюри напружень; аналізується напружений стан та викладаються умови міцності.

Розділ 3. ПЕРЕМІШУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ

Тема 3.1. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції

Розглядаються призначення перемішувачів; основні терміни та визначення; класифікація, основні конструкції механічних перемішувачів та окремих їх вузлів і деталей.

Тема 3.2. Розрахунок перемішувачів. Розрахунок валів на вібробійкість, міцність та жорсткість

Наводиться поняття сили опору при переміщенні тіла в рідкому середовищі, розрахунок потужності, що витрачається на перемішування.

Розрахунок валів на вібробійкість, міцність та жорсткість. Пояснюється поняття частоти власних коливань пружної системи. Явище резонансу. Поняття критичної швидкості валу. Наводяться розрахункові схеми валів та визначення критичної швидкості. Викладаються методика розрахунку валів на міцність та жорсткість.

Викладаються розрахунок рівнодіючої сили опору та координата точки її прикладання до лопаті лопатевої мішалки, нахиленої лопаті, еліптичної лопаті, зв'язок сили з потужністю. Визначаються згинальний та крутний моменти. Приводяться алгоритм розрахунку лопаті на міцність.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Гусарова О.В. Курс лекцій з дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування та виготовлення обладнання хімічної технології», 2023 р. <https://classroom.google.com/c/NTg3NjkyODc2ODY3?cjc=coqmnu2>

2. Розрахунок центрифуг: Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисциплін «Конструкторське проектування обладнання хімічних виробництв» та «Комп'ютерне проектування обладнання ЦПВ» для студентів спеціальностей «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів і «Обладнання лісового комплексу» / Укл.: О.Г. Зубрій, О.О. Семінський – Київ: НУТУ «КПІ», 2010. – 62с

3. Методичні вказівки для проведення практичних занять з кредитного модуля: «Розрахунок і конструювання спеціального обладнання – 1. Конструювання та розрахунок товстостінних посудин» дисципліни «Розрахунок та конструювання спеціального обладнання» для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальностей 7.05050314, 8.05050314 «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / Укладачі: М.Ф. Калініна, В.В. Мотроненко – К.: НТУУ «КПІ», 2014 – 71 с.

4. Стороженко, В. Я. Реактори об'ємного типу з перемішувальними пристроями (розрахунок та конструювання) [Текст] : навч. посіб. / В. Я. Стороженко, В. А. Смирнов. - Суми : СумДУ, 2011. - 283 с.

5. Хімічна технологія та обладнання підприємств. Навчальний посібник для студентів спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / О.Д. Клименко, Е.Л. Селезньов. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 136 с. (розділи 5-6).

Допоміжна

6. Устаткування галузі та основи проектування: Підручник для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Волошин М.Д., Шестозуб А.Б., Гуляев В.М. – Дніпродзержинськ (Кам'янське): ДДТУ, 2004, – 371 с. (розділи 1-3).

7. Михайліченко В. П. Розрахунок і конструювання посудин і апаратів хімічної та харчової промисловості: підручник / В. П. Михайліченко, Д. І. Нечипоренко, Т. Б. Новожилова, В. В. Себко, І. В. Пітак, О. Я. Пітак – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 280 с. doi: <http://doi.org/10.15587/978-617-7319-28-2>

8. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв [Текст]: підручник / Самойчук К. О. [та ін.] ; [за ред. Самойчука К. О.] - Київ : ПрофКнига, 2020. - 427 с. ISBN 978-617-7762-05-7.

9. Смагін П.В. Міцнісні розрахунки барабанів сушарок. – Херсон: Редакційно-видавничий відділ ХНТУ. – 72 с.

10. Атаманюк В.М. Конспект лекцій з курсу «Розрахунок і конструювання машин та апаратів хімічних та силікатних виробництв. Розрахунок ємнісних апаратів» / В.М. Атаманюк. – Львів : вид-во НУ «Львівська політехніка», 2001. –99 с.

11. Ружинська Л.І. Проектування реакторів біотехнологічних та фармацевтичних виробництв. Навч. посібник/ Укладачі: Л.І. Ружинська, І А Буртна, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький – К.: НТУУ «КПІ», 2014 – 130 с.

12. Процеси і апарати харчових виробництв / за ред. д.т.н., проф. Стабнікова В.М. – Київ: ВО «Вища школа», 1975 р. 375 с. (розділи VI-IX).

13. Бабко Є.М., Даценко М.М., Житнецький І.В. Основи розрахунків конструктивних елементів обладнання. Курс лекцій для студ. спец. 6090221 “Обладнання переробних і харчових виробництв” ден. та заоч. форм навчання – К.: НУХТ, 2007. - 56 с.

14. Конструкторське проектування обладнання: курсовий проект [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А.Р. Степанюк, О.Г Зубрій – Електронні текстові данні (1 файл: 5,3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 93 с.

15. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів: підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка –2-е вид. допов. і перероб. – Київ: Вища школа, 2004. 655 с.

16. Андреев І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни. Навч. посібник.- Київ: 1999.-148 с.

17. Андреев І.А., Мікулюнок І.О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка» , 2002. – 216 с.

18. ДНАОП 0.00-1.07-94* Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском - Київ: Держнаглядохорона праці, 1998, 273 с.

19. ДСТУ 2432-94 Розділення рідких неоднорідних систем методами фільтрування та центрифугування. Терміни та визначення.

20. ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. Общие требования. (Межгосударственный стандарт). [Чинний від 2018-08-01]. Вид. офіц. М.: Стандартиформ, 2019. 30 с.

21. ГОСТ 34233.2—2017 Сосуды и аппараты. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек. (Межгосударственный стандарт). [Чинний від 2018-08-01]. Вид. офіц. М.: Стандартиформ, 2018. 54 с.

22. ГОСТ 34233.3—2017 Сосуды и аппараты. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и наружном давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних нагрузках. (Межгосударственный стандарт). [Чинний від 2018-08-01]. Вид. офіц. М.: Стандартиформ, 2019. 38 с.

23. ГОСТ 34233.6-2017 Сосуды и аппараты. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках. (Межгосударственный стандарт). [Чинний від 2018-08-01]. Вид. офіц. М.: Стандартиформ, 2019. 19 с.

24. ГОСТ 34233.8—2017 Сосуды и аппараты. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. Сосуды и аппараты с рубашками. (Межгосударственный стандарт). [Чинний від 2018-08-01]. Вид. офіц. М.: Стандартиформ, 2018. 28 с.

25. РД 26-11-17-88. Роторы центрифуг. Нормы и методы расчета на прочность (взамен ОСТ 26-01-1271-81), ОАО НИИХиммаш. Код за Державним класифікатором ДК 004-008 – 71.120¹.

26. РД 26-01-158-86. Барабанные аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.

27. ТУ 14-12-324-85 Бандажи сушильных барабанов". Код за Державним класифікатором ДК 004-008 – 77.180¹.

28. РД 26-01-72-82 Валы вертикальные аппаратов с перемешивающими устройствами. Методы расчета (взамен РТМ 26-01-72-75). ОАО ЛенНИИХиммаш.

29. ОСТ 26-01-1299-75 Валы вертикальные аппаратов с перемешивающими устройствами. Типы, конструкция и основные размеры. Код за Державним класифікатором ДК 004-008 – 71.120.99¹.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних глибоких знань з дисципліни, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі роботи критичної творчої роботи спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійних якостей та розвиток у них самостійного творчого мислення;
- усвідомлення світових тенденцій розвитку науки в області розрахунку та конструювання обладнання;
- усвідомлення методів обробки інформаційних ресурсів та визначення основних напрямків щодо вирішення конкретних науково – технічних задач;
- викладання матеріалів розробок чіткою та якісною мовою з дотримання структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх наведених термінів і понять доступних для сприйняття аудиторією.

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| | Розділ 1. Центрифуги та сепаратори | |
| | Тема 1.1. Центрифуги та сепаратори. Призначення. Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції, матеріали, допустимі напруження. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. | |
| 1 | Лекція 1. Центрифуги та сепаратори. Призначення. Основні терміни та визначення. Класифікація. Наводяться основні терміни та визначення неоднорідних рідких сумішей, способів їх розділення та класифікація відповідних процесів; дається визначення фактору розділення та індексу продуктивності. Позначення центрифуг. Література [1- 3, 5] Завдання на СРС. Класифікація центрифуг та сепараторів. Вивчити позначення центрифуг. | 2 |

¹ Наказ від 20.03.2012 № 352 Про затвердження переліку галузевих нормативних документів, якими користуються промислові підприємства та організації України // <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0352731-12#Text> (дата звернення 15.05.2023 р.)

| | | |
|---|--|----------|
| | Література [1- 3, 5] | |
| 2 | <p>Лекція 2. Основні конструкції центрифуг та сепараторів. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги.</p> <p>Розглядаються основні конструкції центрифуг і сепараторів та області їх використання.</p> <p>Виводиться диференційне рівняння форми поверхні. Рішення рівняння. Аналіз результату.</p> <p>Література [1- 3, 5]</p> <p>Завдання на СРС. Основні конструкції центрифуг та сепараторів.</p> <p>Література [1- 3, 5]</p> | 2 |
| | Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні. | |
| 3 | <p>Лекція 3. Активні навантаження на обичайку барабана. Розрахунок обичайки в безмоментній зоні.</p> <p>Виводяться величини активних навантажень – тиску, рівнодіючої тиску та інерційної складової навантаження. Розрахунок обичайки в безмоментній зоні. Викладаються основні положення безмоментної теорії. Визначаються внутрішні зусилля, напруження, виконується аналіз напруженого стану.</p> <p>Визначаються розрахункова та виконавча товщина стінки, допустима частота обертання циліндричної обичайки. Умова тонкостінності.</p> <p>Література [1- 3]</p> <p>Завдання на СРС. Визначення активних навантажень.</p> <p>Література [1- 3]</p> | 2 |
| 4 | <p>Лекція 4. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні.</p> <p>Визначаються внутрішні зусилля, напруження, виконується аналіз напруженого стану. Визначаються розрахункова та виконавча товщина стінки конічної та перфорованої обичайок, допустима частота обертання.</p> <p>Література [1- 3]</p> <p>Завдання на СРС. Визначення напружень в стінці конічної та перфорованої обичайок.</p> <p>Література [1- 3]</p> | 2 |
| 5 | <p>Лекція 5. Розрахунок циліндричної обичайки ротора надцентрифуги.</p> <p>Особливості розрахунків барабанів надцентрифуг. Напруження в обичайці викликані тиском рідини. Напруження в обичайці викликані силами інерції. Сумарні напруження. Умова міцності.</p> <p>Література [1- 3]</p> <p>Завдання на СРС. Конструкції надцентрифуг.</p> <p>Література [1- 3, 5]</p> | 2 |
| | Тема 1.3. Розрахунок обичайок в крайовій зоні | |
| 6 | <p>Лекція 6. Розрахунок обичайки в крайовій зоні.</p> <p>Пояснюється причини виникнення крайових навантажень. Викладається послідовність розрахунку циліндричної обичайки барабана центрифуги в крайовій зоні. Приводиться основне рівняння сумісності деформацій та пояснюється правило знаків. Дається методика розрахунку одиничних переміщень. Диференційне рівняння прогину.</p> <p>Визначаються крайові навантаження на циліндричну обичайку барабана центрифуги. Проводиться методика розрахунку сил, моментів, напружень які діють на елемент циліндричної оболонки</p> <p>Література [1-3].</p> | 2 |

| | | |
|----|--|----------|
| | Завдання на СРС. Визначення одиничних переміщень. Література [1-3]. | |
| | Тема 1.4 Розрахунок днищ барабанів центрифуг, сепараторів | |
| 7 | Лекція 7. Розрахунок днища барабана центрифуги. Розрахунок днища за моделлю диска, що швидко обертається. Конструкції днищ барабанів центрифуг та сепараторів. Пояснюється розрахункові моделі днища або борта барабана центрифуги. Обґрунтовується модель тонкостінного диска, що швидко обертається. Виводяться загальні залежності для напружень в тонкостінному диску. З умов на краях визначаються постійні інтегрування. Записуються залежності для напружень в суцільному та кільцевому дисках. З умов міцності визначаються радіальні розміри та допустима частота обертання. Література [1- 3] Завдання на СРС. Конструкції днищ барабанів центрифуг та сепараторів. Література [1- 3] | 2 |
| 8 | Лекція 8. Розрахунок днища, навантаженого розподілений навантаженням, крайовим моментом та крайовою силою за моделлю пластини. Пояснюється розрахункові моделі пластини. Виводяться загальні залежності для внутрішніх зусиль, які діють на виділений елемент. Пояснюється їх розрахунок за методом початковими зусиль. Визначення напружень через внутрішні зусилля. Умова міцності. Література [1- 3]. Завдання на СРС. Ознайомитись з методом початкових зусиль. Література [1- 3]. | 2 |
| | Тема 1.5 Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів | |
| 9 | Лекція 9. Вали. Основні положення. Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів. Вали. Основні положення. Поняття частоти власних коливань пружної системи. Явище резонансу. Поняття критичної швидкості. Використання резонансу в техніці. Критична швидкість роторів центрифуг та сепараторів. Діючі навантаження. Рівняння прогину. Визначення критичної швидкості ротора. Аналіз отриманого рішення. Література [1- 2]. Завдання на СРС. Критична швидкість роторів. Література [1- 2]. | 2 |
| | Розділ 2. Конструювання та розрахунок барабаних обертових апаратів | |
| | Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції. | |
| 10 | Лекція 10. Барабанні обертові апарати. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції барабаних обертових апаратів та їх складових частин. Дається визначення «Барабанний обертовий апарат». Наводяться ознаки класифікації, дається класифікація. Пояснюється вибір апарату, матеріалу деталей. Обґрунтовуються вимоги до конструкції корпусу барабанного обертового апарату. Конструкції барабаних обертових апаратів та їх складових частин. Література [1,3]. | 2 |

| | | |
|----|--|----------|
| | Завдання на СРС. Конструкції барабанних обертових апаратів. Література [1,3]. | |
| | Тема 2.2. Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок корпусу на міцність, жорсткість та стійкість | |
| 11 | Лекція 11. Розрахунок навантаження на корпус. Розрахунок корпусу на міцність, жорсткість та стійкість. Пояснюється розрахунок активних навантаження на корпус барабанного обертового апарата та реакцій опор. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість. Література [1,3,14] Завдання на СРС. Вивчити питання визначення активних навантажень та реакцій в опорах. Вивчити питання визначення моменту і поперечної сили в перерізах корпусу. Література [1,3,14]. | 2 |
| 12 | Лекція 12. Визначення сил, що діють на бандаж, що закріплений на башмаках. Розрахунок зусиль в ключовому перерізі, теорема Кастільяно. Конструкції бандажів та способів з'єднання з корпусом апарату. Визначення сил, що діють на бандаж, що закріплений на башмаках. Визначення згинального моменту в перерізі бандажа. Розрахунок зусиль в ключовому перерізі, теорема Кастільяно. Література [1, 3]. Завдання на СРС. Конструкції бандажів та способів з'єднання з корпусом апарату. Література [1, 3]. | 2 |
| | Тема 2.3. Контактна міцність бандажів та роликів. | |
| 13 | Лекція 13. Контактний тиск та контактні напруження в матеріалі бандажа та ролика. Розрахунок бандажу та роликів з умов контактної міцності. Проводиться розрахунок геометричних розмірів полоси контакту, контактного тиску і його розподілу по ширині полоси контакту. Дається визначення напружень в зоні контакту. Виконується аналіз напруженого стану та робиться висновок щодо міцності. Перевірка бандажу, опорного та упорного роликів на контактну міцність. Розрахунок опорного ролика з врахуванням температурного подовження барабана. Література [1, 3]. Завдання на СРС. Конструкції опорної та опорно-упорної станцій. Підготувати тему контактна міцність. Література [1, 3]. | 2 |
| | Розділ 3. Перемішуючі пристрої | |
| | Тема 3.1. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції | |
| 14 | Лекція 14. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції. Дається визначення терміну перемішування, способів перемішування, класифікація перемішуючих пристроїв. Наводяться конструкції основних типів мішалок. Література [1, 4, 5] Завдання на СРС. Класифікація та конструкції перемішуючих пристроїв Література [1, 4, 5] | 2 |

| | | |
|----|--|----------|
| 15 | <p>Лекція 15. Опір тіла при русі в рідині. Розрахунок потужності для прийнятого типу мішалки.</p> <p>Наводиться поняття сили опору при переміщенні тіла в рідкому середовищі. Закон Бернуллі. Наводиться та пояснюється алгоритм розрахунку потужності для прийнятого типу мішалки.</p> <p>Література [1, 4]</p> <p>Завдання на СРС. Опір тіла при русі в рідині. Закон Бернуллі.</p> <p>Література [1, 4]</p> | 2 |
| 16 | <p>Лекція 16. Розрахунок сили опору, координати прикладання сили для перемішувачів різних типів, залежності для розрахунку крутного та згинального моментів, перевірка міцності лопатей.</p> <p>Виводяться залежності для знаходження сили опору, координати точки прикладання сили для лопатевої, похиленої та якірної лопатей. Надаються залежності для розрахунку крутного та згинального моментів, алгоритм перевірки міцності лопатей.</p> <p>Література [1, 4]</p> <p>Завдання на СРС. Вивчити тему «Розрахунок сили опору, координати прикладання сили для перемішувачів різних типів»</p> <p>Література [1, 4]</p> | 2 |
| | <p>Тема 3.2. Розрахунок перемішувачів. Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість.</p> | |
| 17 | <p>Лекція 17. Визначення частоти власних коливань валів та критичної частоти.</p> <p>Дається визначення частоти власних коливань валів та критичної частоти. Жорсткі та гнучкі вали. Умова вібростійкості. Визначення частоти власних коливань валів з одною зосередженою масою. Визначення частоти власних коливань валів з декількома зосередженими масами. Визначення частоти власних коливань валів з розподіленою масою.</p> <p>Література [1, 4]</p> <p>Завдання на СРС. Вивчити матеріал за темою частота власних валу та вимушених коливань. Явище резонансу та критична частота.</p> <p>Література [1, 4]</p> | 2 |
| 18 | <p>Лекція 18. Розрахунок валів на жорсткість та міцність</p> <p>Визначення переміщення валу за прийнятими геометричними розмірами та відомими зусиллями. Умова жорсткості.</p> <p>Правила та залежності для визначення активних та реактивних зусиль, що діють на вал. Розрахунок моментів та напруження в небезпечних перерізах. Умови міцності.</p> <p>Література [1, 4]</p> <p>Завдання на СРС. Вивчити матеріал за темою «Розрахунок валів на жорсткість».</p> <p>Література [1, 4]</p> | 2 |

Практичні заняття

Основні цілі практичних занять полягають у систематизації, закріпленні знань, отриманих на лекційних заняттях та під час самостійної роботи з теоретичним матеріалом; набутті умінь та досвіду використання розрахункових моделей розрахунків деталей на міцність, жорсткість, стійкість, умінь та досвіду використання довідкової літератури, нормативних документів; умінь та досвіду створення ескізів деталей та вузлів.

| | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС) | кількість годин |
|---|--|-----------------|
| | Розділ 1. Центрифуги та сепаратори | |
| | Тема 1.1. Центрифуги та сепаратори. Призначення. Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. | |
| 1 | Практичне заняття 1. Центрифуги. Вибір центрифуги. Вибір матеріалу. Визначення фізичних властивостей матеріалу та допустимих напружень, в безмоментній та моментній зонах. Перевіряється умова тонкостінності обичайки ротора центрифуги | 2 |
| 2 | Практичне заняття 2. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги. Визначення форми внутрішньої поверхні рідини в центрифугі, чисельним обчисленням визначення координати точок кривої внутрішньої поверхні. Знаходження чисельним обчисленням об'єму рідини під параболоїдом. | 2 |
| | Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні | |
| 3 | Практичне заняття 3. Розрахунок активних навантажень для циліндричної обичайки барабану. Визначення напружень, аналіз напруженого стану. Визначення розрахункової та виконавчої товщини стінки циліндричної обичайки, допустимої частоти обертання з умов міцності. | 2 |
| 4 | Практичне заняття 4. Розрахунок активних навантажень для конічної обичайки барабану. Визначення напружень, виконується аналіз напруженого стану. Визначення розрахункової та виконавчої товщини стінки конічної обичайки, допустимої частоти обертання. | 2 |
| 5 | Практичне заняття 5. Розрахунок активних навантажень для перфорованої обичайки барабану. Виконується напружень, виконується аналіз напруженого стану. Визначення розрахункової та виконавчої товщини стінки, допустимої частоти обертання. | 2 |
| 6 | Практичне заняття 6. Розрахунок надцентрифуг. Перевіряється умова товстостінності обичайки ротора надцентрифуги. Перевірка на міцність циліндричної стінки ротора трубчастої центрифуги. | |
| | Тема 1.3. Розрахунок обичайок в крайовій зоні | |
| 7 | Практичне заняття 7. Розрахунок обичайок в крайовій зоні Виконується розрахунок одиничних переміщень. Визначаються крайова сила та момент. Проводиться обчислення переміщень. Результати зводяться в порівняльну таблицю. Виконується аналіз. | 2 |
| | Тема 1.4 Розрахунок днища та борта барабанів центрифуг та сепараторів | |
| 8 | Практичне заняття 8. Розрахунок днища (або борта) як диска, що швидко обертається. Виконується розрахунок напружень в залежності від поточного радіуса. Виконується побудова епюр напружень залежно від поточного радіусу. | 2 |
| 9 | Практичне заняття 9. Розрахунок днища як пластини навантаженої тиском, крайовою силою та моментом. | 2 |

| | |
|----|--|
| | Виконується розрахунок напружень в залежності від поточного радіуса. Результати зводяться на графіки. Аналіз результатів. Проводиться розрахунок сумарних напружень в залежності від поточного радіуса. Будується графік напружень. Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності. |
| | Розділ 2. Барабанні обертові апарати. |
| | Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції. |
| 10 | Практичне заняття 10. Барабанні обертові апарати. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції. Вибирається апарат, матеріали деталей. Визначення фізичних властивостей матеріалу та допустимих напружень матеріалу деталей. Визначення маси апарату. Активні навантаження на корпус барабанного обертового апарату. |
| | Тема 2.2. Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість. |
| 11 | Практичне заняття 11. Перевірка міцності корпусу барабанного апарату. Проводиться розрахунок реакцій опор. Визначаються реакції в опорах окремо від розподіленого навантаження та зосереджених сил, момент і поперечна сила в перерізах корпусу. Перевірка умови міцності. |
| 12 | Практичне заняття 12. Розрахунок корпусу барабана на стійкість та жорсткість. Виконується розрахунок корпусу барабана на стійкість. Виконується розрахунок корпусу барабана на жорсткість. Робляться висновки. |
| 13 | Практичне заняття 13. Розрахунок бандажа барабана Визначення геометричних розмірів бандажа, який вільно надітий на корпус барабанної сушарки із умови його роботи на вигин і контактну міцність. Визначається сила N_0 та момент M_0 , що діють на бандаж в ключовому перерізі. |
| 14 | Практичне заняття 14. Розрахунок бандажа барабана. Визначення моменту в перерізах бандажа. Виконується аналіз та робиться висновок щодо небезпечного перерізу. Проводиться перевірка бандажа на міцність. Конструктивний розрахунок бандажа та ролика. Розрахунок активних навантажень на бандаж при безперервному контакті з корпусом та контакті в окремих точках. |
| | Тема 2.3. Контактна міцність |
| 15 | Практичне заняття 15. Контактна міцність. Перевірка бандажа та опорного ролика на контактну міцність. Проводиться розрахунок геометричних розмірів полоси контакту, контактного тиску посередині полоси контакту та його розподілу по ширині максимального напруження. Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності. |
| | Розділ 3. Перемішуючі пристрої |
| | Тема 3.1. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції. |
| 16 | Практичне заняття 16. Вибір мішалки. Визначення потужності, крутного та вигинаючого моментів. |

| | | |
|---|----|--|
| <p>6. Самостійна робота студента Самостійна робота студента становить 153 годин, з них 30 годин на підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань матеріалу дисципліни, опанування методик розрахунків та конструкторських розробок; розвиток</p> | | За нормативними матеріалами приймається тип мішалки та визначаються її розміри. Проводиться розрахунок потужності для прийнятого типу мішалки, розрахунок крутного та вигинаючого моментів. Проводиться перевірка міцності лопаті мішалки. Виконується аналіз та робиться висновок щодо міцності. |
| | | Тема 3.2. Розрахунок перемішуючих пристроїв. Розрахунок валів на вібростійкість, міцність та жорсткість |
| | 17 | <p>Практичне заняття 17. Розрахунок валу на міцність та жорсткість. За прийнятими геометричними розмірами визначаються активні та реактивні зусилля, що діють на вал. Моменти та напруження в небезпечних перерізах. Перевіряється умова міцності. За прийнятими геометричними розмірами, відомими зусиллями визначаються переміщення валу. Виконується аналіз, порівняння переміщень з допустимими та робиться висновок щодо жорсткості.</p> |
| | 18 | <p>Практичне заняття 18. Перевірка гладкого невагомого валу перемішуючого пристрою на вібростійкість (з одним ступенем свободи) За нормативними матеріалами розраховуються коефіцієнти та величини необхідні для визначення частоти власних коливань. Виконується перевірка консольного та однопрогонного валів на виконання умови вібростійкості.</p> |

навичок формулювання задач та шляхів їх рішення; оволодіння знаннями про конструкції та розрахунки, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу та творчого підходу у навчальній роботі.

У самостійну роботу входить визначення властивостей матеріалів та розрахункових величин за стандартами; розробка схем, таблиць, графіків, які пояснюють виконання індивідуальних завдань; креслень вузлів та деталей за індивідуальним завданням. Роботи виконується з використанням засобів комп'ютерної техніки.

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання | Кількість годин |
|---|---|-----------------|
| Розділ 1. Центрифуги та сепаратори | | |
| 1 | Тема 1.1 Центрифуги та сепаратори. Призначення. Основні терміни та визначення. Класифікація, основні конструкції. Форма поверхні рідини в роторі центрифуги [1,2,3,5]. Графік форми поверхні, розрахунок об'єму рідини в роторі. | 14 |
| | Тема 1.2. Навантаження на деталі барабана. Розрахунок обичайок в безмоментній зоні. Графік навантажень. Креслення циліндричної, конічної та перфорованої обичайок [1,2,3]. | 20 |
| | Тема 1.3. Розрахунок обичайок в крайовій зоні. Схеми навантажень. Графіки зміни зусиль по довжині обичайки. Креслення циліндричної обичайки на краю [1,2,3.] | 16 |
| | Тема 1.4. Розрахунок днищ барабанів центрифуг, сепараторів. Ескізи до розрахункових схем. Графіки напружень в залежності від поточного радіуса. [1,2,3] | 14 |
| Розділ 2. Барабанні обертові апарати | | |
| 2 | Тема 2.1. Барабанні обертові апарати. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції апаратів та їх вузлів, а саме – конструкції барабана (корпусу), насадок, ущільнень, бандажів та способів їх кріплення, | 14 |

| | | |
|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| | опорної та опорно-упорної станцій, завантажувальних та розвантажувальних камер, механізмів вводу сипкого середовища [1, 3]. Тема 2.2. Навантаження на вузли та деталі. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість. Навантаження на вузли та деталі, графік епюри внутрішніх зусиль та напружень. Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість [1, 3]. Контактна міцність [1,3]. Схеми навантажень, графіки епюр навантажень та напружень | 16 12 |
| Розділ 3. Перемішуючі пристрої | | |
| 3 | Тема 3.1. Призначення. Терміни та визначення. Класифікація. Конструкції механічних перемішуючих пристроїв [1, 4, 5]. Розрахунок перемішуючих пристроїв [1, 4, 5]. Конструкції механічних перемішуючих пристроїв, графічні ілюстрації до схем розрахунків. Графіки епюр навантажень та напружень. | 5 12 |
| 4 | Підготовка до екзамену | 30 |

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

Система вимог, які викладач ставить перед студентом

Правила відвідування лекцій, практичних занять :

- відвідування он-лайн занять є обов’язковим;
- не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважних причин.

Правила поведінки на заняттях:

- студенти зобов’язані брати активну участь у навчальному процесі;
- не заважати викладачу проводити заняття ;
- не відволікатися на дії, що не пов’язані з навчальним процесом;
- відключати телефони на занятті;
- використовувати засоби зв’язку лише для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;

Правила захисту індивідуальних практичних завдань.

На практичному занятті виконуються необхідні розрахунки, викладач перевіряє їх достовірність, студент оформляє роботу. До захисту подаються роботи оформлені згідно вимог до текстових та конструкторських документів. Вимоги оголошуються викладачем на першому практичному занятті

Робота повинна бути захищена та захищена не пізніше наступного практичного заняття.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем за активне добросовісне виконання роботи та за творчі доробки і робочі гіпотези.

Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

Штрафні бали використовуються в разі несвоєчасного захисту практичних робіт.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення академічних заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв’язатися з викладачем для узгодження дій, пов’язаних із вирішенням існуючих проблем.

Політика академічної добросовісності

Плагіат та інші форми не добросовісної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять, контрольних робіт, екзамену.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, адекватно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

| Семестр | Навчальний час | | Розподіл навчальних годин | | | | Контрольні заходи |
|---------|----------------|------------|---------------------------|--------|-----------|-----|----------------------|
| | Кредити | акад. год. | ауд год. | Лекції | Практичні | СРС | Семестровий контроль |
| 2 | 7,5 | 225 | 72 | 36 | 36 | 153 | екзамен |

Рейтинг студента з дисципліни становить 100 балів (максимальна величина) і має дві складові:

1. стартова - 60 балів;
2. відповідь на екзамені - 40 балів.

Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за: роботу на практичних заняттях (18 занять), відповіді на питання викладача на лекціях або доповідь по конструкції обладнання, що вивчається (1 доповідь).

Система рейтингових балів

1. Практичні заняття.

- «відмінно», творче розкриття питання, вільне володіння матеріалом – 3 бали.
- «добре», глибоке розкриття питання – 2-2,5 бали.
- «достатньо», розкриття основних положень питання – 1,5 бали.
- «незадовільно», нерозкриття питання – 0 балів.

2. Доповідь по конструкціям обладнання, що вивчається:

- творча доповідь, вільне володіння матеріалом – 6 балів;
 - глибоке розкриття теми доповіді – 4 бали;
 - розкриття основних питань доповіді – 2 бали.
- або
- відповіді на питання на лекціях – 0,5-1 бал (загалом 6 балів).

3. Штрафні бали:

- штрафні бали: невчасне виконання практичних робіт – мінус 1 бал;

Необхідною умовою допуску до екзамену є відсутність заборгованостей за практичними заняттями. Стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Максимальна величина рейтингової семестрової шкали:

$$R = 3,0 \cdot 18 + 6 + 40 = 54 + 6 + 40 = 100 \text{ балів}$$

На екзамені студенти виконують письмову роботу. Кожна робота містить чотири завдання (питання). Перші два - теоретичні питання, третє теоретичне або задача, четверте питання - опис конструкції. Максимальна оцінка питань – 10 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 8 балів;

- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6-7 балів;

- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

| $R=r_c+r_e$ | Оцінка |
|---|--------------|
| 100...95 | Відмінно |
| 94...85 | Дуже добре |
| 84...75 | Добре |
| 74...65 | Задовільно |
| 64...60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Є не зараховані практичні роботи або стартовий рейтинг менше 30 балів | Не допущено |

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як додаток до силабусу);

Основні питання екзаменаційних білетів

Центрифуги. Сепаратори

Проаналізувати конструкції центрифуг.

Проаналізувати конструкції центрифуг з ножовим вивантаженням осаду.

Проаналізувати конструкції центрифуг з шнековим вивантаженням осаду.

Проаналізувати конструкцію центрифуг з пульсуючим вивантаженням осаду.

Форма внутрішньої поверхні рідини в роторі центрифуги.

Обґрунтувати розрахунок тиску в шарі рідини циліндричної обичайки барабана центрифуги.

Обґрунтувати розрахунок навантаження P_i від дії сили інерції в циліндричної обичайки ротора центрифуги

Обґрунтувати розрахунок рівнодіючої тиску на днище барабана центрифуги.

Внутрішні сили та напруження в безмоментній зоні циліндричної обичайки барабана центрифуги.

Обґрунтувати визначення внутрішніх сил та напружень в безмоментній зоні циліндричної обичайки ротора центрифуги.

Виконати аналіз напруженого стану в безмоментній зоні циліндричної обичайки ротора центрифуги.

Розрахунок товщини стінки циліндричної суцільної обичайки барабана центрифуги.

Обґрунтувати розрахунок допустимої швидкості для циліндричної обичайки барабана центрифуги.

Перевірка умови тонкостінності циліндричної суцільної обичайки барабана центрифуги.

Внутрішні сили та напруження в перфорованій циліндричній обичайці барабана центрифуги.

Обґрунтувати розрахунок товщини стінки перфорованій циліндричній обичайки ротора центрифуги.

Пояснити послідовність розрахунку циліндричній обичайки барабана центрифуги в крайовій зоні.

Визначення крайових навантажень на циліндричну обичайку барабана центрифуги.

Диференційне рівняння прогину циліндричної обичайки барабана центрифуги.
 Рівняння прогину циліндричної обичайки барабана центрифуги.
 Перевірка міцності циліндричної обичайки барабана центрифуги на краю.
 Обґрунтувати розрахунок циліндричної обичайки барабана надцентрифуги.
 Конструкції днищ центрифуг.
 Обґрунтувати визначення напружень в диску, що швидко обертається.
 Розрахунок кільцевого диску, що швидко обертається на міцність.
 Розрахунок суцільного диску, що швидко обертається на міцність.
 Розрахунок днища (борта) барабана центрифуги навантаженого крайовим моментом.
 Проаналізувати розрахунок критичної швидкості ротора надцентрифуги.
 Обґрунтувати визначення критичної швидкості ротора центрифуги.

Барабанні апарати

Галузі застосування барабанних обертових апаратів.
 Конструкції барабанних обертових апаратів.
 Проаналізувати конструкції корпусу барабанного обертового апарату.
 Проаналізувати способи кріплення бандажів на корпусі барабанного обертового апарату.
 Проаналізувати конструкцію насадок барабанних апаратів.
 Проаналізувати конструкцію завантажувальних камер.
 Проаналізувати конструкцію розвантажувальних камер.
 Проаналізувати конструкцію опорної станції барабанного обертового апарату.
 Проаналізувати розрахунок навантажень на корпус барабанного обертового апарату.
 Розрахунок згинального моменту в перерізах корпусу барабанного обертового апарату.
 Розрахунок крутного моменту на корпус барабанного обертового апарату.
 Розрахунок корпусу барабанного обертового апарату на міцність.
 Обґрунтувати розрахунок корпусу барабанного обертового апарату на жорсткість.
 Розрахунок корпусу барабанного обертового апарату на стійкість.
 Розрахунок сил, що діють на бандаж барабанного обертового апарату.
 Обґрунтувати розрахунок згинального моменту в довільному перерізі бандажу барабанного обертового апарату.
 Визначення зусиль в ключовому перерізі бандажа.
 Обґрунтувати перевірку бандажа на міцність від дії згинаючого моменту.
 Розрахунок геометричних розмірів опорних роликів барабанного обертового апарату.
 Пояснити контактний тиск в парі бандаж-опорний ролик.
 Контактні напруження в матеріалів бандажа (ролика).
 Обґрунтувати розрахунок бандажа (ролика) на контактну міцність.

Перемішуючі пристрої

Класифікація перемішуючих пристроїв.
 Конструкції лопатевих мішалок.
 Дати оцінку конструкціям якірних мішалок.
 Дати оцінку конструкціям турбінних мішалок.
 Дати оцінку конструкціям гвинтових мішалок.
 Сила опору тілу, яке рухається в рідині.
 Обґрунтувати розрахунок рівнодіючої сили опору лопаті лопатевої мішалки.
 Обґрунтувати розрахунок координати точки прикладання рівнодіючої сили опору до лопаті лопатевої мішалки.
 Обґрунтувати розрахунок лопаті лопатевої мішалки на міцність.
 Обґрунтувати розрахунок рівнодіючої сили опору лопаті якірної (еліптичної) мішалки.

Координати точки прикладання рівнодіючої сили опору до лопаті нахиленої мішалки.

Обґрунтувати розрахунок критичної швидкості консольного валу з одною зосередженою масою. Жорсткий та гнучкий вали.

Обґрунтувати визначення частоти власних коливань однопрогонного валу з одною зосередженою масою.

Обґрунтувати визначення частоти власних коливань консольного валу з одною зосередженою масою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викладачка кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, Олена Гусарова

Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 19 від 17.05.2023)

Погоджено Методичною радою факультету² (протокол № 10 від 26.05.2023)



МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СИНТЕЗУ ТА РОЗДІЛЕННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | Другий (магістерський) |
| Галузь знань | 13 Механічна інженерія |
| Спеціальність | 133 Галузеве машинобудування |
| Освітня програма | Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання |
| Статус дисципліни | Вибіркова |
| Форма навчання | очна (денна/дистанційна/змішана) |
| Рік підготовки, семестр | 1 курс, весняний семестр, ЛН-31мп |
| Обсяг дисципліни | 7,5 кредитів ЄКТС, 225 годин |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | Екзамен/поточний контроль |
| Розклад занять | 4 години на тиждень (2 години лекцій, 2 години практик) |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: доц., к.т.н. Гулієнко Сергій Валерійович, +380504488173, sergiigulienko@gmail.com к.т.н. Гусарова Олена Віталіївна, +380663120701, sunflowers@i.ua Практичні / Семінарські: к.т.н. Гулієнко Сергій Валерійович, +380504488173, sergiigulienko@gmail.com к.т.н. Гусарова Олена Віталіївна, +380663120701, sunflowers@i.ua Лабораторні: не передбачено навчальним планом |
| Розміщення курсу | https://classroom.google.com/c/MTQ1NjE4NTY1ODk4?cjc=qv4qt4b https://classroom.google.com/c/NTg3NDc1MDc1NDMw?cjc=mlxngss |

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Завдяки процесам синтезу вирішена одна з головних проблем сучасності - створена сировинна база для виробництва полімерів, смол, добрив, фарб, лаків, вибухівки, біоматеріалів, тощо. Забезпечення надійного функціонування обладнання високого тиску потребує фундаментальних інженерних знань та методів моделювання. Оскільки природня сировина і продукти синтезу містять домішки, важливе значення мають процеси розділення. До найбільш ефективних та поширених процесів розділення належать мембранні. При

проектуванні обладнання для реалізації таких технологічних процесів є моделювання процесів, яке дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні та капітальні витрати.

Основа освітнього компоненту «Моделювання процесів синтезу та розділення» – вивчення їхніх фізичних засад і визначення умов для раціонального їх проведення шляхом створення відповідного обладнання. Вирішальну роль при цьому відіграє фізичне й математичне моделювання процесів, яке дозволяє визначити умови переходу від лабораторних і теоретичних досліджень до розробки промислового обладнання.

Ціль вивчення освітнього компоненту «Моделювання процесів синтезу та розділення» полягає в наданні майбутнім магістрам знання фундаментальних законів, на яких ґрунтуються основні процеси синтезу та розділення, пов'язані з хімічною промисловістю, застосування їх для теоретичного аналізу конкретних процесів, а також розрахунку й проектування обладнання для їх реалізації.

Значний обсяг освітнього компоненту читається з використанням матеріалів, які є узагальненням науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт, виконаних кафедрою машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв у співробітництві з провідними підприємствами і викладених у монографіях, звітах, навчальних посібниках і періодичних виданнях.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, а саме:

- Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у обладнанні для синтезу та розділення
- Спираючись на методи математичного моделювання та використовуючи комп'ютерні технології, CAD-системи та інші прикладні програми вирішувати задачі пов'язаним з синтезом та розділенням

Відповідно до мети підготовка магістра за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, для розв'язання інженерних задач, пов'язаним з синтезом та розділенням
- Здатність виконувати математичне моделювання при вирішенні задач, пов'язаним з синтезом та розділенням

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Моделювання процесів синтезу та розділення» є вибірковою дисципліною.

Вимоги до початку вивчення включають базові знання, що отримуються протягом першого семестру підготовки магістра, зокрема знання з дисциплін: «Конструкторське проектування обладнання», «Інжиніринг інноваційних технологій та обладнання».

Вивчення дисципліни буде корисним при засвоєнні матеріалу таких дисциплін як «практика», «Виконання магістерської дисертації», а також сприятиме кращому засвоєнню матеріалів вибірових дисциплін, таких як «Процеси та обладнання синтезу та переробки високомолекулярних сполук», «Надійність, довговічність устаткування і застосування новітніх кавітаційних технологій».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Моделювання процесів синтезу

Тема 1.1. Обладнання синтезу у виробництві аміаку.

Тема 1.2. Обладнання синтезу у виробництві метилового спирту.

Тема 1.3. Обладнання синтезу у виробництві сечовини (карбаміду).

Розділ 2. Моделювання процесів розділення

Тема 2.1. Загальна характеристика процесів розділення

- Тема 2.2 Моделювання баромембранних процесів
 Тема 2.3 Моделювання дифузійно мембранних процесів
 Тема 2.4 Моделювання термомембранних процесів
 Тема 2.5 Моделювання електромембранних процесів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Технологія зв'язаного азоту: Підручник / Товажнянський Л. Л., Лобойко О. Я. та ін. Харків: НТУ "ХПІ", 2007. – 536 с.
2. Моделювання процесів мембранного розділення [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. С. В. Гулієнко. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 166 с. – Назва з екрана.
3. Моделювання процесів мембранного розділення. Практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. С. В. Гулієнко. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,27 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 104 с. – Назва з екрана.
4. Технологія зв'язаного азоту: технологія та алгоритми розрахунків виробництва аміаку і метанолу. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / А.Л. Концевой ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 5,55 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 211 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42796/1/Amiak_metanol.pdf

Додаткова література:

5. Андреев І. А., Зубрій О.Г. Апарати високого тиску. – К.: ІЗМН, 2000. – 178 с.
6. <https://ua.waykun.com/articles/vlastivosti-amiaku-shhilnist-teploemnist.php>
7. Huliienko S. V., Korniyenko Y. M., Muzyka S. M., Holubka K. (2022). Simulation of reverse osmosis process: Novel approaches and development trends. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 9(2), pp. F6-F36, doi: 10.21272/jes.2022.9(2).f2
8. Huliienko S. V., Korniyenko Y. M., Gatilov K. O. (2020). Modern trends in the mathematical simulation of pressure-driven membrane processes. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 7(1), pp. F1-F21, doi: 10.21272/jes.2020.7(1).f1
9. Гринь С. О. Історичні аспекти створення промислового синтезу аміаку / С. О. Гринь, П. В. Кузнецов // Вестник Нац. ун-та "ХПІ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : История науки и техники. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2009. – № 29. – С. 36-42.
10. Технологія аміаку: навч. посібник / М. А. Янковський, І. М. Демиденко, Б. І. Мельников, О. Я. Лобойко, Г. М. Корона ; УДХТУ. — Дніпропетровськ: УДХТУ; Горлівка: Концерн Стирол, 2004. — 293 с.
11. Chinchin, G. C., Mansfield, K., and Spencer, M. S. The methanol synthesis: how does it work // CHEMTECH. United States: N. p.: - № 20:11. - 1990. - p. 692-699.
12. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (ч. І. Зв'язаний азот): Підручник / Лобойко О.Я., Товажнянський Л.Л., Слабун І.О. та ін. // За ред. О. Я. Лобойко і Л. Л. Товажнянського. – 3-тє вид., доп. і перероб. – Х. : НТУ "ХПІ", 2001. – 511 с.
13. Смолянкін О.О., Федік Л.Ю. Аналіз технологічного процесу отримання карбаміду як об'єкта керування // Перспективні технології та прилади. - № 21. – 2022. – С. 119-124. DOI: <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2022-21-18>

14. Каталізатори в технології неорганічних речовин : монографія / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ О. Я. Лобойко, А. М. Бутенко, Г. І. Гринь, І. О. Слабун, М. В. Кошовець, А. С. Савенков, В. І. Тошинський ; ред.: Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О. Я. Лобойко ; НТУ «ХПІ». — Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2013. — 220 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. ISBN 978-966-175-130-8
16. Mulder, M. (1996). Basic principles of membrane technology (2nd ed.). Springer.
17. Baker R. W. Membrane technology and applications. – 2nd ed. –Chichester: John Wiley & Sons, 2004. – 2004.
18. Porter M. Handbook of industrial membrane technology. – Wastwood, New Jersey: Noyes publications. – 619 p.
19. <https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-and-processing-process-intensification>
20. <https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-research-and-design>
21. <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-industrial-and-engineering-chemistry>
22. <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-membrane-science>
23. <https://www.sciencedirect.com/journal/separation-and-purification-technology>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Моделювання процесів синтезу та розділення», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області процесів синтезу та розділення;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Годин |
|-------|--|-------|
| 1 | Лекція 1. Апарати високого тиску в народному господарстві. Фізико – хімічні властивості аміаку. Синтез аміаку. Методи зв'язування азоту. Технологічні схеми. Матеріальні баланси. Література [1, 4-6, 10] Завдання до СРС: Історична довідка. Альтернативні методи зв'язування азоту [9] | 2 |
| 2 | Лекція 2. Сировина для синтезу аміаку. Одержання азотно-водневої суміші. | 2 |

| | | |
|----|--|---|
| | <p>Фізико-хімічні основи синтезу аміаку. Рівноважна концентрація. Оптимальні умови ведення процесу. Література [1, 4, 5, 14] Завдання до СРС: Вплив каталізаторів на реакцію синтезу аміаку [14].</p> | |
| 3 | <p>Лекція 3. Реактори синтезу аміаку. Реактори трубчасті, поличні. Температурний режим. Матеріальний баланс в цілому та компонентів. Визначення концентрацій на виході з реактора. Література [1, 4,10,12] Завдання до СРС: Конструкція насадки.</p> | 2 |
| 4 | <p>Лекція 4. Каталізатори. Визначення об'єму каталізатора та основних розмірів реактора. Основні закономірності для визначення геометричних розмірів каталізаторної коробки. Література [1, 4, 10] Завдання до СРС: Використання газових законів.</p> | 2 |
| 5 | <p>Лекція 5. Теплообмінники вбудовані та виносні. Розрахунок процесу теплообміну. Котли–утилізатори теплоти. Розрахунок теплообмінного обладнання. Література [1, 4,10] Завдання до СРС: Стартові підігрівачі.</p> | 2 |
| 6 | <p>Лекція 6. Розділення газової суміші. Способи виділення аміаку з газової суміші. Розрахунок холодильника – конденсатора. Література [1, 4,10] Завдання до СРС: Конструкції конденсаторів.</p> | 2 |
| 7 | <p>Лекція 7. Сепарація газово–рідинної суміші. Нагнітаючі та циркуляційні компресори. Призначення, конструкції та основні параметри. Література [1, 4,10] Завдання до СРС: Конструкції сепараторів.</p> | 2 |
| 8 | <p>Лекція 8. Апарати високого тиску у виробництві метилового спирту. Фізико – хімічні основи синтезу метилового спирту. Технологічні схеми та реактори. Вимоги до конструкційних матеріалів. Література [1, 4, 11] Завдання до СРС: Реактори трубчасті, поличні. Температурний режим. Конструкція насадки.</p> | 2 |
| 9 | <p>Лекція 9. Апарати високого тиску у виробництві сечовини (карбаміду). Фізико – хімічні основи синтезу сечовини. Технологічні схеми та реактори. Література [1, 4, 13, 15] Завдання до СРС: Захист обладнання від корозії.</p> | 2 |
| 10 | <p>Лекція 10. Сутність методів розділення рідких та газоподібних сумішей з використанням напівпроникних мембран. Історія розвитку мембранних процесів. Класифікація та характеристики процесів мембранного розділення. Література [2-3] Завдання до СРС: Використання мембранних процесів в хімічній та нафтопереробній промисловості та їх порівняння з традиційними методами розділення.</p> | 2 |
| 11 | <p>Лекція 11. Баромембранні процеси. Осмос. Зворотній осмос. Моделі та механізми зворотнього осмосу. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу.</p> | 2 |

| | | |
|----|---|----|
| 12 | Лекція 12. Нанофільтрація. Моделі та механізми нанофільтрації. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу. | 2 |
| 13 | Лекція 13. Ультрафільтрація та мікрофільтрація. Моделі та механізми процесів. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесів. | 2 |
| 14 | Лекція 14. Газорозділення. Моделі та механізми процесу газорозділення. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу | 2 |
| 15 | Лекція 15. Первапорація. Моделі та механізми процесу первапорації. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу | 2 |
| 16 | Лекція 16. Діаліз. Моделі та механізми процесу діалізу. Рівновага Доннана Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу | 2 |
| 17 | Лекція 17. Мембранна дистиляція. Моделі та механізми мембранної дистиляції. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу | 2 |
| 18 | Лекція 17. Електродіаліз. Моделі та механізми процесу електродіалізу. Література [2-3] Завдання до СРС: Принципи розрахунку процесу | 2 |
| | Разом | 36 |

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів з даної дисципліни практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають технічне мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів синтезу та розділення;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

| № з/п | Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС) | Годин |
|-------|--|-------|
| 1 | <u>Практичне заняття 1.</u> Визначення константи рівноваги, рівноважної концентрації, робочої концентрації аміаку на виході з реактора. | 2 |

| | | |
|----|--|---|
| | Література [1, 4, 6, 10, 12] | |
| 2 | <u>Практичне заняття 2.</u> Матеріальний баланс реактора. Література [1, 4, 10, 12] | 2 |
| 3 | <u>Практичне заняття 3.</u> Розрахунок об'ємного потоку в каналах реактора та їх геометричних розмірів. Література [1, 4] | 2 |
| 4 | <u>Практичне заняття 4.</u> Розрахунок теплових потоків. Література [1, 4, 6] | 2 |
| 5 | <u>Практичне заняття 5.</u> Розрахунок кількості каталізатора на полицях та уточнення температурного режиму. Література [1, 4, 6] | 2 |
| 6 | <u>Практичне заняття 6.</u> Матеріальний і тепловий баланс конденсатора. Література [1, 6, 10] | 2 |
| 7 | <u>Практичне заняття 7.</u> Тепловий розрахунок. Визначення геометричних розмірів конденсатора аміаку. Література [1, 10] | 2 |
| 8 | <u>Практичне заняття 8.</u> Розрахунок реактора синтезу метилового спирту. Література [1, 4, 11] | 2 |
| 9 | <u>Практичне заняття 9.</u> Розрахунок реактора синтезу карбаміду. Література [1,13,15] | 2 |
| 10 | <u>Практичне заняття 10.</u> Розрахунок матеріального балансу мембранного апарата Література [2-3] | 2 |
| 11 | <u>Практичне заняття 11.</u> Врахування реальних умов в мембранному апараті Література [2-3] | 2 |
| 12 | <u>Практичне заняття 12.</u> Розрахунок каскаду мембранних апаратів Література [2-3] | 2 |
| 13 | <u>Практичне заняття 13.</u> Наближений розрахунок площі поверхні мембран та конструктивний розрахунок апарата зворотного осмосу. Література [2-3] | 2 |
| 14 | <u>Практичне заняття 14.</u> Уточнений розрахунок площі поверхні мембран в апараті зворотного осмосу Література [2-3] | 2 |
| 15 | <u>Практичне заняття 15.</u> Наближений розрахунок площі поверхні мембран та конструктивний розрахунок ультрафільтраційного апарата Література [2-3] | 2 |
| 16 | <u>Практичне заняття 16.</u> | 2 |

| | | |
|----|--|----|
| | Наближений розрахунок площі поверхні мембран та конструктивний розрахунок ультрафільтраційного апарата Література [2-3] | |
| 17 | <u>Практичне заняття 17.</u> Розрахунок концентраційної поляризації в мембранному апараті Література [2-3] | 2 |
| 18 | <u>Практичне заняття 18.</u> Розрахунок апарата для розділення газових сумішей Література [2-3] | 2 |
| | Разом | 36 |

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 68 % часу вивчення дисципліни, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань з курсу, що не увійшли в перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися моделювати сучасні процеси синтезу та розділення, що використовуються в хімічній інженерії.

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання | Кількість годин СРС |
|-------|--|---------------------|
| 1 | Розділ 1. Моделювання процесів синтезу Умови роботи промислових каталізаторів. Отрути для каталізаторів. Контроль та автоматизація процесу синтезу аміаку. Зберігання та транспортування аміаку. Контроль та автоматизація процесу синтезу метанолу. Зберігання та транспортування метанолу. Контроль та автоматизація процесу синтезу карбаміду. Зберігання та транспортування карбаміду. Література [1, 4, 7, 9-12] | 61 |
| 2 | Розділ 2. Моделювання процесів розділення. Традиційні методи розділення. Переваги, недоліки та сфера застосування. Переваги мембранних процесів. Сфера їх застосування. Нетрадиційні моделі баромембранних процесів. Методи оптимізації баромембранних процесів. Нетрадиційні моделі дифузійно-мембранних процесів. Методи оптимізації дифузійно-мембранних процесів. Нетрадиційні моделі дифузійно-мембранних процесів. Методи оптимізації дифузійно-мембранних процесів. Нетрадиційні моделі термо-мембранних процесів. Методи оптимізації термо-мембранних процесів Нетрадиційні моделі електро-мембранних процесів. Методи оптимізації електро-мембранних процесів Програмне забезпечення для моделювання процесів мембранного розділення. Література [2-3] | 62 |
| 3 | Підготовка до екзамену | 30 |
| | Всього годин | 153 |

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом. При розв'язанні задач на практичних заняттях студенти можуть користуватися будь-якими джерелами інформації та засобами обчислень. Всі завдання виконуються індивідуально.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

• заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

• штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі екзамену за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за практичні заняття $2 \cdot 18 = 36$.

Тестування засвоєння лекційного матеріалу .

Ваговий бал – 12. Максимальна кількість балів за тестування засвоєння лекційного матеріалу $2 \cdot 12 = 24$.

Відповіді на екзамені. 40 балів.

Умовою першої атестації є отримання не менше 20 балів та виконання 50% практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 36 балів та виконання 75% практичних робіт (на час атестації).

Умовою допуску до екзамену є виконання всіх завдань на практичних заняттях.

Сума отриманих студентом балів переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

| Кількість балів | Оцінка |
|---------------------------|--------------|
| 95...100 | відмінно |
| 85...94 | дуже добре |
| 75...84 | добре |
| 65...74 | задовільно |
| 60...64 | достатньо |
| RD < 60 | незадовільно |
| Не виконані умови допуску | не допущено |

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Розділ 1

1. Галузі застосування апаратів високого тиску.
2. Способи зв'язування атмосферного азоту.
3. Синтез аміаку (історична довідка).
4. Використання аміаку.
5. Фізико-хімічні основи синтезу аміаку.
6. Рівновага реакції синтезу аміаку. Константа рівноваги реакції синтезу аміаку.
7. Рівноважна концентрація реакції синтезу аміаку.
8. Тепловий ефект реакції синтезу аміаку.
9. Вплив тиску та температури на рівновагу реакції синтезу аміаку.
10. Сировина для виробництва синтетичного аміаку.
11. Одержання азотно-водневої суміші.
12. Схеми синтезу аміаку середнього тиску.
13. Схеми синтезу аміаку низького тиску.
14. Схеми синтезу аміаку високого тиску.
2. Трубочатий реактор синтезу аміаку.
3. Поличний реактор синтезу аміаку.
4. Матеріальний баланс реактора синтезу аміаку.
5. Визначення концентрацій та матеріальних потоків компонентів на виході з реактору синтезу аміаку.
6. Розрахунок основних розмірів реактора синтезу аміаку.
7. Використання газових законів при розрахунку геометричних розмірів реактора.
8. Конструкції теплообмінників реактора синтезу аміаку.
9. Розрахунок теплообмінника реактора синтезу аміаку.
10. Кінетика синтезу аміаку.
11. Визначення об'єму каталізатора.
12. Розрахунок об'єму каталізатора та висоти полки поличного реактора.
13. Розрахунок втрат теплоти в оточуюче середовище.
14. Розрахунок теплових потоків в реакторі синтезу аміаку.
15. Теплообмінне обладнання агрегату синтезу аміаку.
16. Конструкції підігрівачів.
17. Розрахунок електричних підігрівачів.
18. Способи виділення аміаку із газової суміші.

19. Рівновага системи рідина-пара.
20. Конструкції водяних холодильників-конденсаторів.
21. Конструкції аміачних холодильників-конденсаторів.
22. Конструкція конденсаційної колони.
23. Матеріальний баланс холодильника-конденсатора.
24. Особливості процесу конденсації аміаку із газової суміші.
25. Розрахунок коефіцієнту тепловіддачі при конденсації аміаку.
26. Сепарація (розділення) газово-рідинної суміші.
27. Конструкції сепараторів.
28. Розрахунок сепаратора. Швидкість осадження часточки у полі сили тяжіння.
29. Циркуляційні компресори.
30. Метиловий спирт. Використання метилового спирту.
31. Синтез метилового спирту (історична довідка).
32. Сировина для виробництва метилового спирту.
33. Фізико – хімічні основи синтезу метилового спирту.
34. Рівновага реакції синтезу метилового спирту.
35. Матеріали для апаратів схем синтезу метилового спирту.
36. Захист обладнання синтезу метилового спирту від корозії .
37. Схема виробництва метилового спирту .
38. Реактори синтезу метилового спирту.
39. Сечовина (карбамід). Використання у народному господарстві.
40. Фізико - хімічні основи синтезу карбаміду.
41. Параметри реакції та їх вплив на вихід карбаміду.
42. Схеми синтезу карбаміду.
43. Реактор синтезу карбаміду.
44. Захист обладнання синтезу карбаміду від корозії.

Розділ 2

1. Дати оцінку процесу мікрофільтрації і вказати сфери його застосування
2. Проаналізувати роботу динамічних мембран
3. Проаналізувати основні вимоги до мембран
4. Проаналізувати процес ультрафільтрації
5. Проаналізувати механізм процесу мембранної дистиляції
6. Проаналізувати явище концентраційної поляризації
7. Проаналізувати механізм процесу первапорації
8. Обґрунтувати методи регенерації мембран
9. Проаналізувати використання необганічних мембран
10. Проаналізувати механізм газорозділення в гомогенних мембранах
11. Проаналізувати параметри процесу зворотнього осмосу
12. Проаналізувати механізм газорозділення в пористих мембранах
13. Проаналізувати властивості полімерних мембранних матеріалів
14. Охарактеризувати явище осмосу і пояснити термін осмотичний тиск
15. Проаналізувати вплив на характеристики мембранних процесів концентрації розчинних речовин у початковому розчині
16. Проаналізувати процес зворотного осмосу
17. Проаналізувати механізм електродіалізу
18. Проаналізувати вплив на характеристики мембранних процесів температури
19. Проаналізувати процес діалізу

20. Проаналізувати основні поняття і визначення мембранних процесів (назви потоків утворених речовин)
21. Обґрунтувати економічну доцільність використання мембранних процесів
22. Проаналізувати вплив на характеристики мембранного розділення робочого тиску
23. Проаналізувати мембранну рівновагу Доннана
24. Проаналізувати особливості проектування каскадних мембранних систем
25. Проаналізувати основні параметри мембранних процесів
26. Провести порівняльний аналіз пористих і непористих мембран для газорозділення
27. Проаналізувати будову асиметричної мембрани
28. Обґрунтувати екологічні і енергозощаджуючі аспекти мембранних процесів
29. Проаналізувати особливості моделювання процесу зворотногоосмосу
30. Проаналізувати конструкцію рулонованого мембранного модуля

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент каф. МАХНВ, к.т.н., Сергій ГУЛІЄНКО

ст. викладачка каф. МАХНВ, к.т.н., Олена ГУСАРОВА

Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 19 від 17.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 26.05.2023 р.)



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Машин та апаратів
хімічних і
нафтопереробних
виробництв

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ СИНТЕЗУ І ПЕРЕРОБКИ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|--|--|
| Рівень вищої освіти | Другий (магістерський) |
| Галузь знань | 13 Механічна інженерія |
| Спеціальність | 133 Галузеве машинобудування |
| Освітня програма | Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання |
| Статус дисципліни | Вибіркова |
| Форма навчання | Очна (денна) |
| Рік підготовки, семестр | 1 курс, весняний семестр |
| Обсяг дисципліни | 7,5 кредитив |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | Екзамен |
| Розклад занять | http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор /Практичні/Лабораторні: доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент М.П.Швед, <npchved46@gmail.com> Лектор /Практичні/Лабораторні: доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент А.Р.Степанюк, <arstepaniuk@gmail.com> |
| Розміщення курсу | https://ci.kpi.ua/uk/syllabuses-bac-disciplines/#place |

Програма навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентності:

- здатність проводити розрахунок і конструювання, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу обладнання, та утилізації відходів глибокої переробки органічної сировини.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

знання:

- сучасних підходів, методів і методик, вирішення задач при проектуванні, обслуговуванні, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу обладнання, та утилізації відходів глибокої переробки органічної сировини

уміння:

- користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, виконувати розрахунок і конструювання, модернізації та експлуатації упродовж всього життєвого циклу обладнання, та утилізації відходів глибокої переробки органічної сировини

1. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік дисциплін, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки) для успішного засвоєння дисципліни:

- Процеси та обладнання хімічних технологій

перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни.:

- Переддипломна практика
- Дипломне проектування

2. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Теоретичні основи процесів виробництва полімерів.

Тема 1.1. Властивості полімерів як високомолекулярних сполук.

Наводиться інформація про структуру, основні властивості та сировину для виробництва полімерів, склад пластмас. Розглядаються види деформацій, тензор напружень і швидкостей деформації і розкривається їх фізичний зміст. Розглядаються основні теплофізичні властивості полімерів, простий зсув, закон Гука, енергія дисипації. Наводиться класифікація неньютонівських рідин. Розглядаються кульовий тензор і девіатор, властивості розплавів полімерів, степеневе рівняння. Проводиться обробка кривих течії. Розглядаються реологічні рівняння ньютонівської та неньютонівської рідин, інваріанти тензора швидкостей деформації.

Тема 1.2. Типові технологічні схеми синтезу полімерів.

Наводиться загальна характеристика процесів синтезу полімерів. Розглядається механізм перебігу реакцій полімеризації і поліконденсації. Наводяться основні технологічні схеми процесів синтезу полімерів. Розглядається метод синтезу полімерів в масі, емульсії, суспензії, розчині. Наводяться види полімерних матеріалів, їх основні характеристики, області застосування, маркування. Наводиться загальна класифікація реакторів синтезу. Розглядаються переваги і недоліки методів синтезу полімерів (в масі, розчині, емульсії та суспензії).

Тема 1.3. Кінетика хімічних перетворень під час синтезу полімерів.

Розглядається фізичний зміст швидкості реакції і швидкості перетворення. Розглядаються способи керування швидкістю перетворення. Розглядаються особливості кінетики гомогенних перетворень на прикладі простої і складної (оборотної) хімічної реакції. Наводяться рівняння для визначення швидкості хімічної реакції, основні фактори, які впливають на швидкість хімічної реакції, рівняння Ареніуса. Розглядаються особливості кінетики гетерогенних перетворень в системах рідина-рідина, фізичний зміст коефіцієнта дифузії. Розглядаються особливості кінетики гетерогенних перетворень в системах рідина-тверде тіло, фізичний зміст коефіцієнта масопередачі.

Розділ 2. Основи моделювання процесів синтезу полімерів

Тема 2.1. Загальна математична модель процесів синтезу.

Розглядаються рівняння збереження маси та енергії для реакторів періодичної дії (ємнісного типу), їх фізична суть та часткові випадки. Розглядаються рівняння збереження маси, енергії і кількості руху в загальному вигляді. Розглядається рівняння збереження маси та енергії для реакторів безперервної дії (трубчатого і колонного типів), їх фізична суть та часткові випадки. Розглядаються основні закони перенесення маси і енергії, поняття про суцільне середовище. Розглядається фізичний зміст поняття «реактори ідеального змішування та ідеального витіснення». Наводиться принцип формулювання математичних моделей реакторів періодичної та безперервної дії. Наводиться система рівнянь збереження в загальному вигляді і принципи її розв'язання. Розглядається гідродинаміка в реакторах ємнісного і трубчатого типів. Наводиться методика розрахунку числа обертів перемішувачів пристроїв. Наводиться класифікація перемішувачів пристроїв. Аналізуються процеси теплообміну в реакторах. Розглядається тепловий баланс і теплопередача в реакторах. Визначаються умови стабільної

роботи реакторів. Розглядається фізичний зміст теплоти дисипації і її вплив на перебіг процесів синтезу полімерів.

Тема 2.2. Моделювання апаратів періодичної дії.

Розглядається математична модель, алгоритм розрахунку, тепловий і матеріальний баланси реакторів періодичної дії.

Тема 2.3. Моделювання апаратів безперервної дії.

Розглядається математична модель, алгоритм розрахунку, тепловий і матеріальний баланси реакторів безперервної дії.

Розділ 3. Основні методи переробки полімерів.

Тема 3.1. Класифікація методів і їх реалізація в технологічних схемах.

Розглядаються основні властивості полімерів і наводиться класифікація основних методів їх переробки (екструзія, лиття під тиском, видувне формування, пневмо- та вакуумформування, пресування, каландрування), а також технологічні схеми цих методів.

Розділ 4. Екструзійні методи переробки.

Тема 4.1. Обладнання для підготовки розплаву.

Розглядається принцип дії та конструктивні особливості екструдерів, фізична модель екструзії, принцип розрахунку за допомогою методу ступеневої апроксимації.

Тема 4.2. Моделювання процесів підготовки розплаву.

Розглядаються математичні моделі процесів, що перебігають в окремих зонах екструдера (подачі, плавлення, гомогенізації), алгоритми їх розрахунку. Наводить принцип побудови загального алгоритму розрахунку черв'ячних екструдерів, вибору геометрії робочих органів і режимів переробки полімерів.

Тема 4.3. Процеси і обладнання для формування виробів.

Розглядаються особливості формування виробів і конструкція формувальних головок, узагальнений алгоритм їх розрахунку, функціональний зв'язок екструдера і формувальної головки, робочі характеристики та робочі точки.

Тема 4.4. Процеси і обладнання для термообробки виробів.

Розглядаються принципи моделювання процесів термообробки і конструктивні особливості устаткування. Розглядається алгоритм розрахунку процесів термообробки на прикладі схеми охолодження полімерної труби.

Розділ 5. Моделювання термічних процесів глибокої переробки нафти.

Тема 5.1. Моделювання процесів термічного крекінгу.

Вступ. Аналізується моделювання процесів термічного та термokatалітичного крекінгу. Викладаються загальні поняття та класифікація термічних процесів. Аналізується сировина, кінцевий продукт. Аналізуються технологічні схеми процесу.

Аналізуються та наводиться класифікація термічних процесів переробки нафти, конструкції і принцип дії основних видів установок термічного крекінгу.

Тема 5.2. Моделювання процесів вісбрекінгу. Моделювання процесів виробництва коксу.

Аналізується моделювання процесів вісбрекінгу. Обґрунтовується призначення процесу. Аналізується сировина та кінцевий продукт переробки. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принципу дії основних видів установок вісбрекінгу. Аналізується моделювання процесів виробництва коксу. Аналізується сировина, яка використовується та її характеристики. Обґрунтовується призначення коксу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принципу дії основних видів установок коксування.

Розділ 6. Моделювання термokatалітичних процесів нафтопереробки

Тема 6.1. Моделювання процесів термokatалітичного крекінгу.

Аналізується моделювання процесів термokatалітичного крекінгу. Наводяться основні характеристики каталізаторів, отрути й забруднювачі каталізаторів. Аналізується процес

каталітичного крекінгу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкції і принцип дії основних видів установок термokatалітичного крекінгу.

Тема 6.2. Моделювання процесів каталітичного риформінгу.

Аналізується моделювання процесів каталітичного риформінгу. Аналізується сировина та її характеристики. Обґрунтовується необхідність очистки сировини. Аналізуються каталізатори процесу риформінгу, отрути каталізаторів та боротьба з забрудненням каталізатора. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкції і принцип дії основних видів установок риформінгу.

Тема 6.3. Моделювання процесів гідроочистки дистиляційних фракцій. Моделювання процесів гідрокрекінгу.

Аналізується моделювання процесів гідроочистки дистиляційних фракцій. Наводяться фізико-хімічні основи процесу гідроочистки. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються каталізатори, сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. Аналізується моделювання процесів гідрокрекінгу. Наводяться фізико-хімічні основи процесу гідрокрекінгу. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються каталізатори, сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.

Розділ 7. Моделювання процесів переробки нафтових газів.

Тема 7.1. Моделювання процесів газофракціювання.

Аналізується моделювання процесів газофракціювання. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу газофракціювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.

Тема 7.2. Моделювання процесів алкілювання нафтових газів. Моделювання процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів.

Аналізується моделювання процесів алкілювання нафтових газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу сірчаноокислого алкілювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу фтороводневого алкілювання. Наводиться типові технологічні схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. Аналізується моделювання процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу полімеризації. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу ізомеризації парафінових вуглеводнів. Наводиться типові технологічні схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.

Розділ 8. Моделювання процесів очищення рідких палив.

Тема 8.1. Моделювання процесів фурфурольного очищення газойлів.

Аналізується моделювання процесів фурфурольного очищення газойлів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу фурфурольного очищення газойлів. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.

Тема 8.2. Моделювання процесів каталітичної демаркапталізація.

Аналізується моделювання процесів каталітичної демаркапталізація. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу каталітичної демаркаптанізації. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.

3. Навчальні матеріали та ресурси

3.1 Базова

1. Конспект лекцій. Доступ з екрану: <http://login.kpi.ua>.
2. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії: Наук. посібник. – К.: ІЗМН, 1999. – 220с.

3. Радченко Л.Б. Сівецький В.І. Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів: Наук. посібник. – К.: Політехніка, 2002. – 152с.
4. Півень О.Н., Гречана Н.А., Чорнобильський Й.І. Теплофізичні властивості полімерних матеріалів. Довідник. - К.: Вища школа, 1975. - 317 с.
5. Дослідження реологічних властивостей розчинів полімерів. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи студентів спеціальності: 133 Галузеве машинобудування, спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв, освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст з дисципліни “Обладнання для синтезу і переробки полімерних матеріалів”: [Електронний ресурс] / „КПІ ім. Ігоря Сікорського”; уклад. М. П. Швед, А. Р. Степанюк. – Київ: „КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2017. 17с. Доступ з екрану: <http://ci.kpi.ua>.
6. Дослідження лінії для виробництва рукавної полімерної плівки. Методичні вказівки до лабораторної роботи / Радченко Л.Б., Ружинська Л.І., Швед М.П., Степанюк А.Р. - К.: НТУУ “КПІ”, 1998. - 44 с.
7. Обладнання для переробки полімерних матеріалів у виробі. / Доброногова С.І., Магазій П.М., Ружинська Л.І., Назаренко Е.А. - К.: КПІ, 1983. - 25 с.
8. Алгоритми розрахунку валкових і черв'ячних машин для переробки полімерів / Лукач Ю.Ю., Доброногова С.І., Радченко Л.Б., Ружинська Л.І. - К.: КПІ, 1983. - 55 с.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних глибоких знань з дисципліни, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі роботи критичної творчої роботи спільно з викладачем;
- виховання у здобувачів професійних якостей та розвиток у них самостійного творчого мислення;
- усвідомлення світових тенденцій розвитку науки в області процесів та технології первинної газу і нафтопереробки;
- усвідомлення методів обробки інформаційних ресурсів та визначення основних напрямків щодо вирішення конкретних науково – технічних задач;
- викладання матеріалів досліджень чіткою та якісною мовою з дотримання структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх наведених термінів і понять доступних для сприйняття аудиторією.

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| | Розділ 1. Теоретичні основи процесів виробництва полімерів. | |
| | Тема 1.1. Властивості полімерів як високомолекулярних сполук. | |
| 1-1 | Структура, основні властивості та сировина для виробництва полімерів. Склад пластмас. Види деформацій. Література: 1-5. Завдання на СРС: Теплофізичні властивості полімерів. Простий зсув. Закон Гука. Енергія дисипації. | 1 |
| 1-2 | Властивості розплавів полімерів. Класифікація ньютонівських рідин. Степеневе рівняння. Обробка кривих течії. Література: 3-8, 18. | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| | Завдання на СРС: Види полімерних матеріалів і їх маркування. Основні характеристики і області застосування. | |
| Тема 1.2. Типові технологічні схеми синтезу полімерів. | | |
| Тема 1.3. Кінетика хімічних перетворень під час синтезу полімерів. | | |
| 2-1 | Загальна характеристика процесів синтезу полімерів. Реакції полімеризації і поліконденсації, механізм перебігу. Приклади технологічних схем процесів синтезу. Синтез полімерів в масі. Література: 1, 2, 11-14. Завдання на СРС: Загальна класифікація реакторів синтезу. Швидкість реакції і швидкість перетворення. Керування швидкістю перетворення. | 1 |
| 2-2 | Приклади технологічних схем процесів синтезу. Синтез полімерів в розчині. Література: 1, 2, 11-14. Завдання на СРС: Кінетика гомогенних перетворень. Проста і складна (оборотна) хімічні реакції. | 1 |
| 3-1 | Приклади технологічних схем процесів синтезу. Синтез полімерів в емульсії і суспензії. Переваги і недоліки методів синтезу полімерів (в масі, розчині, емульсії та суспензії). Література: 1, 2, 11-14. Завдання на СРС: Кінетика гетерогенних перетворень в системах рідина-рідина, рідина-тверде тіло. | 1 |
| Розділ 2. Основи моделювання процесів синтезу полімерів | | |
| Тема 2.1. Загальна математична модель процесів синтезу. | | |
| 3-2 | Основні закони перенесення маси і енергії. Поняття про суцільне середовище. Рівняння збереження маси та енергії для реакторів періодичної дії (ємнісного типу). Фізична суть та часткові випадки. Література: 7, 8. Завдання на СРС: Рівняння збереження маси та енергії для реакторів безперервної дії (трубчатого і колонного типів). Фізична суть та часткові випадки. | 1 |
| 4-1 | Гідродинаміка в реакторах ємнісного і трубчатого типів. Види перемішувачів пристроїв. Розрахунок числа обертів перемішувачів пристроїв. Література: 14. Завдання на СРС: Реактори ідеального змішування та ідеального витіснення. Формулювання математичних моделей реакторів періодичної та безперервної дії. Література: 7-13. | 1 |
| 4-2 | Теплообмін в реакторах. Тепловий баланс, теплопередача. Література: 15. Завдання на СРС: Умови стабільної роботи реакторів. | 1 |
| Тема 2.2. Моделювання апаратів періодичної дії. | | |
| 5-1 | Математична модель реактора періодичної дії ємнісного типу. Література: 11, 16, 17. Завдання на СРС: Алгоритм розрахунку реактора періодичної дії ємнісного типу. | 1 |
| Тема 2.3. Моделювання апаратів безперервної дії. | | |
| 5-2 | Математична модель реактора безперервної дії. Література: 11, 16, 17. | 1 |

| | | |
|-----|---|---|
| | Завдання на СРС: Алгоритм розрахунку реактора безперервної дії. | |
| | Розділ 3. Основні методи переробки полімерів | |
| | Тема 3.1. Класифікація методів і їх реалізація в технологічних схемах | |
| 6-1 | Властивості полімерів. Класифікація основних методів переробки їх у виробі (екструзія, лиття під тиском, видувне формування, пневмо- та вакуумформування, пресування, каландрування). Література: 1, 5, 6. Завдання на СРС: Технологічні схеми, які ілюструють основні методи переробки (екструзія, лиття під тиском, видувне формування, пневмо- та вакуумформування, пресування, каландрування), і обладнання для їх реалізації. Література: 2-10. | 1 |
| | Розділ 4. Екструзійні методи переробки полімерів | |
| | Тема 4.1. Обладнання для підготовки розплаву | |
| 7-1 | Характеристика обладнання для підготовки розплаву. Екструдери. Принцип дії, класифікація, конструктивні особливості. Література: 5-10. Завдання на СРС: Конструктивні особливості екструдерів. Література: 5-10. | 1 |
| 7-2 | Фізична модель процесів в каналі черв'яка (подачі, плавлення, гомогенізації). Принципи побудови алгоритмів розрахунку екструдерів в цілому як послідовності алгоритмів розрахунку окремих процесів. Література: 5-6. Завдання на СРС: Узагальнений алгоритм розрахунку екструдерів. Література: 5-10. | 1 |
| | Тема 4.2. Моделювання процесів підготовки розплаву | |
| | Математична модель процесу подачі в каналі черв'яка і її аналіз. Література: 5-10. Завдання на СРС: Алгоритм розрахунку процесу подачі в каналі черв'яка. Література: 5-6. | |
| 8-1 | Математична модель процесу плавлення в каналі черв'яка і її аналіз. Література: 5-10. Завдання на СРС: Алгоритм розрахунку процесу плавлення в каналі черв'яка. Література: 5-6. | 1 |
| 8-2 | Математична модель процесу гомогенізації в каналі черв'яка і її аналіз. Вибір розмірів і конструювання геометрії робочих органів черв'ячного екструдера. Література: 2-10. Завдання на СРС: Алгоритм розрахунку процесу гомогенізації. Алгоритм проектного розрахунку черв'ячного екструдера. Література: 5-6. | 1 |
| | Тема 4.3. Процеси і обладнання для формування виробів | |
| 9-1 | Конструктивні особливості формувальних головок і принципи їх розрахунку. Література: 2-10. Завдання на СРС: Узагальнений алгоритм розрахунку формувальних головок. | 1 |

| | | |
|-----|---|---|
| | Література: 5-6. | |
| 9-2 | Функціональний зв'язок екструдера і формувальної головки. Робочі характеристики і робочі точки. Література: 5-6. Завдання на СРС: Оптимізація геометрії робочих органів екструдерів. Література: 2-10. | 1 |
| | Розділ 5. Термічні процеси глибокої переробки нафти | |
| | Тема 5.1. Процеси термічного крекінгу. | |
| 10 | Вступ. Аналізується моделювання процесів термічного та термokatалітичного крекінгу. Викладаються загальні поняття та класифікація термічних процесів. Аналізується сировина, кінцевий продукт. Аналізуються технологічні схеми процесу. Аналізується моделювання процесів вісбрекінгу. Обґрунтовується призначення процесу. Аналізується сировина та кінцевий продукт переробки. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принципу дії основних видів установок вісбрекінгу. | 2 |
| | Література [14-17]. | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів термічного крекінгу. | |
| | Література [14-17]. | |
| | Тема 5.2. Процеси виробництва коксу. | |
| 11 | Аналізується моделювання процесів виробництва коксу. Аналізується сировина, яка використовується та її характеристики. Обґрунтовується призначення коксу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принципу дії основних видів установок коксування. | 2 |
| | Література [14-17]. | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів коксування. | |
| | Література [14-17]. | |
| | Розділ 6. Термокatalітичні процеси нафтопереробки | |
| | Тема 6.1. Процеси термокatalітичного крекінгу. | |
| 12 | Аналізується моделювання процесів термокatalітичного крекінгу. Наводяться основні характеристики кatalізаторів, отрути й забруднювачі кatalізаторів. Аналізується процес кatalітичного крекінгу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкції і принцип дії основних видів установок термокatalітичного крекінгу. | 2 |
| | Література [14-17]. | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів для процесів термокatalітичного крекінгу. | |
| | Література [14-17]. | |
| | Тема 6.2. Процеси кatalітичного риформінгу | |
| 13 | Аналізується моделювання процесів кatalітичного риформінгу. Аналізується сировина та її характеристики. Обґрунтовується необхідність очистки сировини. Аналізуються кatalізатори процесу риформінгу, отрути кatalізаторів та боротьба з забрудненням кatalізатора. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкції і принцип дії основних видів установок риформінгу. | 2 |

| | | |
|------|--|---|
| | Література [14-17]. | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів риформінгу | |
| | Тема 6.3. Процеси гідроочистки дистиляційних фракцій. Процеси гідрокрекінгу. | |
| 14 | Аналізується моделювання процесів гідроочистки дистиляційних фракцій. Наводяться фізико-хімічні основи процесу гідроочистки. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються каталізатори, сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. Аналізується моделювання процесів гідрокрекінгу. Наводяться фізико-хімічні основи процесу гідрокрекінгу. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються каталізатори, сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. | 2 |
| | Література [14-17] | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів гідроочистки ТА гідрокрекінгу | |
| | Розділ 7. Процеси переробки нафтових газів. | |
| | Тема 7.1. Процеси газофракціювання | |
| 15-1 | Аналізується моделювання процесів газофракціювання. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу газофракціювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання насичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання ненасичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. | 1 |
| | Література [14-17] | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів | |
| | Тема 7.2. Процеси алкилювання нафтових газів. | |
| 15-2 | Аналізується моделювання процесів алкилювання нафтових газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу сірчанокислового алкилювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу фтороводневого алкилювання. Наводиться типові технологічні схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. Аналізується моделювання процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу полімеризації. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу ізомеризації парафінових вуглеводнів. Наводиться типові технологічні схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. | 1 |
| | Література [14-17] | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів та процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів | |
| | Література [14-17] | |

| | | |
|------|---|---|
| | Розділ 8. Процеси очищення рідких палив. | |
| | Тема 8.1. Процеси фурфурольного очищення газойлів. | |
| 16-1 | Аналізується моделювання процесів фурфурольного очищення газойлів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу фурфурольного очищення газойлів. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. | 1 |
| | Література [14-17] | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів фурфурольного очищення газойлів | |
| | Література [14-17] | |
| | Розділ 9. Процеси виробництва олив. | |
| | Тема 9.1. Процеси виробництва олив | |
| 16-2 | Аналізується моделювання процесів виробництва олив. Наводяться фізико-хімічні принципи екстракційних та сорбційних та гідрогенізаційних процесів виробництва олив. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються апаратурне оформлення технологічної схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. | 1 |
| | Література [14-17] | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва олив | |
| | Література [14-17] | |
| | Розділ 10. Виробництво нафтового бітуму. | |
| | Тема 10.1. Виробництво нафтового бітуму. | |
| 17 | Аналізується моделювання процесів виробництва нафтового бітуму. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу виробництва нафтового бітуму. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. | 2 |
| | Література [14-17] | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва нафтового бітуму | |
| | Література [14-17] | |
| 18 | Модульна контрольна робота | 2 |
| | Завдання на СРС: Повторнити розділи 5-11 | |
| | Література [14-17] | |

Практичні заняття

Повинні допомагати здобувачам розвивати творче мислення, креативний підхід до наукового обґрунтування напрямку та методології досліджень. Основні задачі циклу практичних занять:

- допомогти здобувачам поглибити знання теоретичного характеру в області процесів та технології первинної газу і нафтопереробки;
- сприяти навчанню здобувачам методології визначення властивостей нафт і особливостей їх переробки;
- формувати критерії оцінки ефективності процесів первинної газу і нафтопереробки.

| № з/п | Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС) | Кількість годин |
|--|---|-----------------|
| Розділ 1. Теоретичні основи процесів виробництва полімерів | | |
| Тема 1.1. Властивості полімерів як високомолекулярних сполук. | | |
| 1-2 | Дослідження теплофізичних і реологічних властивостей розплавів полімерів. Література: 3-8, 18-24. | 4 |
| 3 | Дослідження показника плинності розплаву полімера. Література: 11, 16, 17. | 2 |
| 4-5 | Дослідження теплофізичних і реологічних властивостей розплавів полімерів. Література: 3-8, 18-24. | 4 |
| Розділ 4. Екструзійні методи переробки полімерів | | |
| Тема 4.2. Моделювання процесів підготовки розплаву | | |
| 6-8 | Лабораторна робота 4. Дослідження процесу та обладнання при виготовленні полімерних труб методом екструзії. Література: 5-8. | 6 |
| Розділ 6. Термокаталітичні процеси нафтопереробки | | |
| Тема 6.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. | | |
| 9 | Моделювання процесів в реакторі термокаталітичного крекінгу. Тепловий та матеріальний баланс. Література 14-17. | 2 |
| СРС: підготувати Тема 11.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. Література 14-17 | | |
| 10 | Моделювання процесів в регенераторі термокаталітичного крекінгу. Визначення геометричних розмірів реактора та циклонів. Література 14-17. | 2 |
| СРС: підготувати Тема 5.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. Література 1-5 | | |
| Розділ 6. Процеси переробки нафтових газів. | | |
| Тема 6.1. Процеси газофракціювання | | |
| 11 | Моделювання процесів у фракціювальній колоні. Тепловий та матеріальний баланси. Визначення параметрів укріплюючої та відгонної частини Література 14-17. | 2 |
| СРС: підготувати Тема 6.1. Процеси газофракціювання. Література 14-17 | | |
| 12 | Моделювання процесів у фракціювальній колоні. Визначення розмірів колони. Література 14-17. | 2 |
| СРС: підготувати Тема 6.1. Процеси газофракціювання. Література 1-5 | | |
| Тема 6.2. Процеси алкилювання нафтових газів. | | |
| 13 | Моделювання процесів в реакторі-алкилаторі Література 14-17. | 2 |
| СРС: підготувати Тема 6.2. Процеси алкилювання нафтових газів. Література 14-17 | | |

| | | |
|-------|---|---|
| | Тема 6.3. Процеси полімеризації та модифікації вуглеводневих газів. | |
| 14 | Моделювання процесів в реакторі-полімеризаторі | 2 |
| | Література 14-17. | |
| | СРС: підготувати Тема 6.3. Процеси полімеризації та модифікації вуглеводневих газів. | |
| | Література 1-5 | |
| | Розділ 7. Процеси виробництва мастил. | |
| | Тема 7.1. Процеси виробництва мастил | |
| 15 | Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Матеріальний та тепловий баланс. | 2 |
| | Література 14-17. | |
| | СРС: підготувати Тема 7.1. Процеси виробництва мастил | |
| | Література 14-17 | |
| 16 | Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Визначення числа тарілок. Визначення геометричних розмірів колони. | 2 |
| | Література 14-17. | |
| | СРС: підготувати Тема 7.1. Процеси виробництва мастил | |
| | Література 14-17 | |
| | Тема 8.1. Виробництво нафтового бітуму. | |
| 17-18 | Моделювання процесів у колоні синтезу бітуму | 4 |
| | Література 14-17. | |
| | СРС: підготувати Тема 8.1. Процеси виробництва бітуму | |
| | Література 14-17 | |

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота становить 50% вивчення кредитного модуля, до якої входить і підготовка до заліку. Головне завдання самостійної роботи здобувачів – це поглиблення світоглядних та наукових знань у напрямках, визначених у лекціях, шляхом пошуку необхідної інформації, формування наполегливості та творчого пошуку у формуванні робочих гіпотез.

| № з/п | Назва теми, перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| | Розділ 1. Теоретичні основи процесів виробництва полімерів. | |
| | Тема 1.1. Властивості полімерів як високомолекулярних сполук. | |
| 1 | Теплофізичні властивості полімерів. Простий зсув. Закон Гука. Енергія дисипації. Література: | 4 |
| 2 | Види полімерних матеріалів і їх маркування. Основні характеристики і області застосування. Література: | 4 |
| | Тема 1.2. Типові технологічні схеми синтезу полімерів. Тема 1.3. Кінетика хімічних перетворень під час синтезу полімерів. | |
| 3 | Загальна класифікація реакторів синтезу. Швидкість реакції і швидкість перетворення. Керування швидкістю перетворення. Література: | 4 |
| 4 | Кінетика гомогенних перетворень. Проста і складна (оборотна) хімічні реакції. Література: | 4 |

| | | |
|----|---|---|
| 5 | Кінетика гетерогенних перетворень в системах рідина-рідина, рідина-тверде тіло. Література: | 4 |
| | Розділ 2. Основи моделювання процесів синтезу полімерів | |
| | Тема 2.1. Загальна математична модель процесів синтезу. | |
| 6 | Рівняння збереження маси та енергії для реакторів безперервної дії (трубчатого і колонного типів). Фізична суть та часткові випадки. Література: | 4 |
| 7 | Реактори ідеального змішування та ідеального витіснення. Формулювання математичних моделей реакторів періодичної та безперервної дії. Література: 7-13. | 4 |
| 8 | Умови стабільної роботи реакторів. Література: | 4 |
| | Тема 2.2. Моделювання апаратів періодичної дії. | |
| 9 | Алгоритм розрахунку реактора періодичної дії ємнісного типу. Література: | 4 |
| | Тема 2.3. Моделювання апаратів безперервної дії. | |
| 10 | Алгоритм розрахунку реактора безперервної дії. Література: | 4 |
| | Розділ 3. Основні методи переробки полімерів | |
| | Тема 3.1. Класифікація методів і їх реалізація в технологічних схемах | |
| 11 | Технологічні схеми, які ілюструють основні методи переробки (екструзія, лиття під тиском, видувне формування, пневмо- та вакуумформування, пресування, каландрування), і обладнання для їх реалізації. Література: 2-10. | 4 |
| | Розділ 4. Екструзійні методи переробки полімерів | |
| | Тема 4.1. Обладнання для підготовки розплаву | |
| 12 | Конструктивні особливості екструдерів. Література: 5-10. | 4 |
| 13 | Узагальнений алгоритм розрахунку екструдерів. Література: 5-10. | 4 |
| | Тема 4.2. Моделювання процесів підготовки розплаву | |
| 14 | Алгоритм розрахунку процесу подачі в каналі черв'яка. Література: 5-6. | 5 |
| 15 | Алгоритм розрахунку процесу плавлення в каналі черв'яка. Література: 5-6. | 5 |
| 16 | Алгоритм розрахунку процесу гомогенізації. Алгоритм проектного розрахунку черв'ячного екструдера. Література: 5-6. | 5 |
| | Тема 4.3. Процеси і обладнання для формування виробів | |
| 17 | Узагальнений алгоритм розрахунку формувальних головок. Література: 2-10. | 5 |
| 18 | Оптимізація геометрії робочих органів екструдерів. Література: 2-10. | 5 |
| | Розділ 5. Термічні процеси глибокої переробки нафти | |
| | Тема 5.1. Процеси термічного крекінгу. | |

| | | |
|----|---|----|
| 19 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів термічного крекінгу. | 7 |
| | Література [14-17]. | |
| | Тема 5.2. Процеси виробництва коксу. | |
| 20 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів коксування. | 7 |
| | Література [14-17]. | |
| | Розділ 6. Термокаталітичні процеси нафтопереробки | |
| | Тема 6.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. | |
| 21 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів для процесів термокаталітичного крекінгу. | 7 |
| | Література [14-17]. | |
| | Тема 6.2. Процеси каталітичного риформінгу | |
| | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів риформінгу | 7 |
| | Тема 6.3. Процеси гідроочистки дистиляційних фракцій. Процеси гідрокрекінгу. | |
| 22 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів гідроочистки ТА гідрокрекінгу | 7 |
| | Розділ 7. Процеси переробки нафтових газів. | |
| | Тема 7.1. Процеси газофракціювання | |
| 23 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів | 7 |
| | Тема 7.2. Процеси алкилювання нафтових газів. | |
| 24 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів та процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів | 7 |
| | Література [14-17] | |
| | Розділ 8. Процеси очищення рідких палив. | |
| | Тема 8.1. Процеси фурфурольного очищення газойлів. | |
| 25 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів фурфурольного очищення газойлів | 7 |
| | Література [14-17] | |
| | Розділ 9. Процеси виробництва олив. | |
| | Тема 9.1. Процеси виробництва олив | |
| 26 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва олив | 7 |
| | Література [14-17] | |
| | Розділ 10. Виробництво нафтового бітуму. | |
| | Тема 10.1. Виробництво нафтового бітуму. | |
| 27 | Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва нафтового бітуму | 3 |
| | Література [14-17] | |
| 28 | Модульна контрольна робота | 10 |
| | Завдання на СРС: Повторити розділи 5-10 | |
| | Література [14-17] | |

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим. Здобувачі зобов'язані брати активну участь у навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважних причин, не заважати викладачу проводити заняття та не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих доробків та робочих гіпотез.
Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.
- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення академічних заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких формальних обставин, здобувачі мають зв'язатися з викладачем для узгодження алгоритму дій, пов'язаних із вирішенням існуючих проблем.

Політика академічної доброчесності

Плагиат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагиату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Здобувачі мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, адекватно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

| Семестр | Навчальний час | | Розподіл навчальних годин | | | | Контрольні заходи | | |
|---------|----------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|-----|-------------------|----|----------------------|
| | Кредити | акад. год. | Лекції | Практичні | Лаб. роб. | СРС | МКР | РР | Семестровий контроль |
| 2 | 7,5 | 225 | 36 | 36 | – | 136 | -- | – | екзамен |

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг здобувача з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях лекціях і МКР.

Семестровим контролем є екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Ваговий бал на запитання на лекціях по 1 балу

Ваговий бал на практичних заняттях складає по 2 бали;

Ваговий бал за екзамен 25 балів

Критерії оцінювання виконання практичного завдання

| Повнота та ознаки виконання завдання | Бали |
|--|------|
| Завдання виконане в повній мірі | 2 |
| Незначні недоліки за пунктом 1 | 1,5 |
| Несвоєчасне виконання завдання | 1,0 |
| Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1 | 1,0 |
| Неякісне виконання завдання | 1,0 |
| Невиконання завдання | 0 |

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 34 \cdot 1 + 2 \cdot 13 + 1 \cdot 28 = 34 + 36 + 25 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний здобувач» має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) здобувач отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний здобувач» має набрати 90 балів. На другій атестації (14-й тиждень) здобувач отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є рейтинг, що складає не менше 40 % від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Здобувачі, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів R переводиться згідно з таблицею:

| Кількість балів | Оцінка |
|---------------------------|--------------|
| 95...100 | відмінно |
| 85...94 | дуже добре |
| 75...84 | добре |
| 65...74 | задовільно |
| 60...64 | достатньо |
| RD < 60 | незадовільно |
| Не виконані умови допуску | не допущено |

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Орієнтовний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Білет складається з трьох питань

Частина 1

- Обґрунтуйте призначення черв'ячних машин.
- Які головні робочі органи черв'ячного екструдера?
- Наведіть види класифікацій високомолекулярних речовин.
- Наведіть класифікацію високомолекулярних речовин по походженню високомолекулярних сполук (ВМС).
- Наведіть класифікацію високомолекулярних речовин по природі ВМС. розділяються на:
- Наведіть класифікацію високомолекулярних речовин по типу реакцій отримання ВМС

- Наведіть класифікацію високомолекулярних речовин по відношенню до дії підвищених температур ВМС.
- Наведіть класифікацію високомолекулярних речовин в залежності від складу основного (головного) ланцюга ВМС
- Проаналізуйте будову макромолекул полімерів
- Проаналізуйте поняття реактопласти і термопласти.
- Проаналізуйте поняття механічного гістерезису.
- Проаналізуйте поняття поліолефіни та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття полістирол і його співполімери та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття полівінілхлорид і його співполімери та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття полівінілацетатні пластмаси та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття поліметилметакрилат та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття поліаміди та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття поліетилентерефталат та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття наповнювачі та композиційні матеріали на основі полімерів та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття поліолефіни та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття поліолефіни та їх властивості.
- Проаналізуйте поняття поліолефіни та їх властивості.
- Проаналізувати стадії хіміко-технологічних процесів.
- Проаналізувати найбільш вживані наступні ознаки класифікації хімічних реакторів.
- Проаналізувати поняття гідродинамічна обстановка в реакторі.
- Проаналізувати поняття умови теплообміну в реакторі,
- Проаналізувати поняття фазовий склад реакційної суміші в реакторі.
- Проаналізувати поняття спосіб організації процесу в реакторі.
- Проаналізувати поняття характер зміни параметрів процесу в часі в реакторі.
- Проаналізувати поняття конструктивні характеристики реакторів.
- Проаналізувати параметри технологічного процесу в реакторі періодичної дії.
- Проаналізувати параметри технологічного процесу в реакторі безперервної дії.
- Проаналізувати особливості конструкторської ємнісного реактора.
- Проаналізувати особливості конструкторської колонного реактора.
- Проаналізувати особливості конструкторської трубчастого реактора.
- Проаналізувати основи теорії хімічних реакторів. реактори для гомогенних процесів
- Проаналізувати математичну модель реактора ідеального змішування періодичного дії
- Проаналізувати математичну модель реактора ідеального витіснення безперервної дії
- Проаналізувати математичну модель реактора ідеального змішування безперервної дії
- Проаналізувати методи виготовлення виробів з пластмас.
- Проаналізувати класифікацію методів виготовлення виробів з пластмас.
- Проаналізувати фізико-хімічні основи переробки пластмас
- Проаналізувати поняття текучість і її використання під час переробки полімерів
- Проаналізувати області використання показник текучості розплаву.
- Проаналізувати поняття реологічні властивості розплавів полімерів
- Проаналізувати визначення в'язкості розплавів полімерів на капілярному віскозиметрі
- Проаналізувати роботу віскозиметрів з коаксиальними циліндрами («циліндр-циліндр») та типу «конус-площина».
- Проаналізувати принцип дії і конструктивні схеми екструдерів.
- Проаналізувати застосування черв'ячних екструдерів.

- Проаналізувати принцип дії і конструктивну схему одночерв'ячного екструдера одночерв'ячних екструдерів.
- Проаналізувати схему процесу плавлення полімерного матеріалу в стандартному шнеку.
- Проаналізувати конструкції шнеків з однозахідною нарізкою.
- Обґрунтувати використання дисперсійних змішувачих елементів.
- Проаналізувати принцип дії і конструктивні схеми багатостадійних екструдерів.
- Проаналізувати принцип дії і необхідність використання шестеренних насосів в каскадній дисково-шестеренній екструзії.
- Проаналізувати принцип дії і загальну будову та принцип дії черв'ячного екструдера.
- Проаналізувати принципи моделювання екструдерів.

Частина 2

- Переробка нафтових газів
- Газофракціювання
- Типи установки газофракціювання
- Сировина установки газофракціювання.
- Продукція установки газофракціювання.
- Фракції що виділяються на газофракціонуючих установках, які працюють з насиченими газами.
- Фракції які отримують на газофракціонуючих установках ненасичених вуглеводнів.
- Витратні показники установки газофракціювання.
- Технологічна схема переробки насичених вуглеводнів
- Установка конденсаційно – компресорного типу
- Нормування газових фракцій по технічних умовах
- Технологічна схема переробки ненасичених вуглеводнів
- Газофракціонуюча установка абсорбційно – ректифікаційного типу
- Технологічна схема установки газофракціювання на різних НПЗ
- Розподіл затрат на газофракціювання
- Потужність установок газофракціювання.
- Матеріальний баланс установки газофракціювання
- Витратні показники на 1 т. сировини
- Сірнокисле алкелювання
- Реакції що проходять під час сірнокисле алкелювання
- Групи вуглеводнів що утворюються в результаті реакції сірнокислого алкелювання
- Сировина сірнокислого алкелювання
- Продукція сірнокислого алкелювання
- Каталізатор сірнокислого алкелювання
- Установка сірчано-кислотного алкелювання
- Матеріальний баланс установок сірнокислого алкелювання
- Склад сировини сірнокислого алкелювання
- Витратні показники на 1 тону алкіл – бензину
- Пароводневе алкелювання.
- Склад олефінової сировини
- Фтороводневе алкелювання
- Сировина фтороводневого алкелювання
- Продукція фтороводневого алкелювання

- Каталізатор фтороводневого алкелювання
- Установа фторо-водневого алкилювання
- Полімеризація
- Продукція установок полімеризації
- Недоліки полімер-бензинів
- Каталізатори установок полімеризації
- Установа полімеризації ББФ
- Крекінг на фосфорно кислотному каталізаторі
- Сировина установок полімеризації
- Продукти реакцій установок полімеризації
- Селективна полімеризація ізобутилена
- Установа СЕЛЕКТОПОЛ
- Сировина установки СЕЛЕКТОПОЛ
- Модифікації установки СЕЛЕКТОПОЛ
- Олігомеризація ізобутилена
- Установа олігомеризації ізобутилену
- Демиризація
- Сировина, продукти установки демиризації
- Установа ДИМЕРСОЛ
- Ізомеризація парафінових вуглеводнів
- Типи реакції ізомеризації парафінових вуглеводнів
- Каталізатори ізомеризації парафінових вуглеводнів
- Ізомеризація бутану
- Ізомеризація пентангексанової фракції
- Установа ТИП.
- 2.Установа ізомеризації пентанової фракції
- Виробництво мастил.
- Технологія виробництва мастил
- Очистка сировини виробництва мастил
- Доочиска мастил
- Каталізатори ізомеризації парафінових вуглеводнів
- Ізомеризація бутану
- Ізомеризація пентангексанової фракції

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент Андрій Степанюк
доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент Микола Швед

Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 19 від 17.05.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.05.2023)