



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

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7,5 кредитив</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор /Практичні/Лабораторні: доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент М.П.Швед, <mpchved46@gmail.com> Лектор /Практичні/Лабораторні: доцент кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, доцент А.Р.Степанюк, <arstepaniuk@gmail.com></i>
Розміщення курсу	<i>https://ci.kpi.ua/uk/syllabuses-bac-disciplines/#place</i>

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 перемішуючих пристроїв. Наводиться класифікація перемішуючих 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 термокаталітичного 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 термокаталітичних процесів нафтопереробки

Тема 6.1. Моделювання процесів термокаталітичного крекінгу.

Аналізується моделювання процесів термокаталітичного 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 термокаталітичного 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 сірчанокислого 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.

их колон. Наводиться методика розмірів елементів фракціонуючої ректифікаційної колони.

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 І.І. Теплофізичні властивості полімерних матеріалів. Довідник. - К.: Вища школа, 1975. - 317 с.
5. Теплофізичні і реологічні характеристики і коефіцієнти тертя наповнених термопластів. Довідник /Під ред. Ю.С. Ліпатова. - К.: Наук. думка, 1977. - 244 с.
6. 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>.
7. 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.

3.2. Допоміжна

1. Трохін Ю.І., Бебко В.В. Процеси і обладнання виробництва полімерних матеріалів. - К.: КПІ, 1985. - 11 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 неньютонівських рідин. Степеневе рівняння. Обробка кривих течії. Література: 3-8, 18. Завдання на СРС: Види полімерних матеріалів і їх маркування. Основні характеристики і області застосування.	1

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 перемішувачих пристроїв. Розрахунок числа обертів перемішувачих 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. Завдання на СРС: Алгоритм розрахунку реактора безперервної дії.	1
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.	1

	<i>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.</i>	
	Розділ 4. Екструзійні методи переробки полімерів	
	Тема 4.1. Обладнання для підготовки розплаву	
7-1	<i>Характеристика обладнання для підготовки розплаву. Екструдери. Принцип дії, класифікація, конструктивні особливості. Література: 5-10. Завдання на СРС: Конструктивні особливості екструдерів. Література: 5-10.</i>	1
7-2	<i>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.</i>	1
	Тема 4.2. Моделювання процесів підготовки розплаву	
	<i>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.</i>	
8-1	<i>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.</i>	1
8-2	<i>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.</i>	1
	Тема 4.3. Процеси і обладнання для формування виробів	
9-1	<i>Конструктивні особливості формувальних головок і принципи їх розрахунку. Література: 2-10. Завдання на СРС: Узагальнений алгоритм розрахунку формувальних головок. Література: 5-6.</i>	1
9-2	<i>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.</i>	1
	Розділ 5. Термічні процеси глибокої переробки нафти	
	Тема 5.1. Процеси термічного крекінгу.	
10	<i>Вступ. Аналізується моделювання процесів термічного та термокаталітичного 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. Література [14-17].</i>	2

	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів термічного крекінгу.</i>	
	<i>Література [14-17].</i>	
	Тема 5.2. Процеси виробництва коксу.	
11	<i>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.</i>	2
	<i>Література [14-17].</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів коксування.</i>	
	<i>Література [14-17].</i>	
	Розділ 6. Термокаталітичні процеси нафтопереробки	
	Тема 6.1. Процеси термокаталітичного крекінгу.	
12	<i>Аналізується моделювання процесів термокаталітичного крекінгу. Наводяться основні характеристики каталізаторів, отрути й забруднювачі каталізаторів. Аналізується процес каталітичного крекінгу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принцип дії основних видів установок термокаталітичного крекінгу.</i>	2
	<i>Література [14-17].</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів для процесів термокаталітичного крекінгу.</i>	
	<i>Література [14-17].</i>	
	Тема 6.2. Процеси каталітичного риформінгу	
13	<i>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, конструкцій і принцип дії основних видів установок риформінгу.</i>	2
	<i>Література [14-17].</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів риформінгу</i>	
	Тема 6.3. Процеси гідроочистки дистиляційних фракцій. Процеси гідрокрекінгу.	
14	<i>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.</i>	2
	<i>Література [14-17]</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів гідроочистки ТА гідрокрекінгу</i>	
	Розділ 7. Процеси переробки нафтових газів.	
	Тема 7.1. Процеси газофракціювання	
15-1	<i>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</i>	1

	<i>схеми. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання ненасичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.</i>	
	<i>Література [14-17]</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів</i>	
	Тема 7.2. Процеси алкилювання нафтових газів.	
15-2	<i>Аналізується моделювання процесів алкилювання нафтових газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу сірчаноокислого 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.</i>	1
	<i>Література [14-17]</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів та процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів</i>	
	<i>Література [14-17]</i>	
	Розділ 8. Процеси очищення рідких палив.	
	Тема 8.1. Процеси фурфурольного очищення газойлів.	
16-1	<i>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.</i>	1
	<i>Література [14-17]</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів фурфурольного очищення газойлів</i>	
	<i>Література [14-17]</i>	
	Розділ 9. Процеси виробництва олів.	
	Тема 9.1. Процеси виробництва олів	
16-2	<i>Аналізується моделювання процесів виробництва олів. Наводяться фізико-хімічні принципи екстракційних та сорбційних та гідрогенізаційних процесів виробництва олів. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються апаратурне оформлення технологічної схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.</i>	1
	<i>Література [14-17]</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва олів</i>	
	<i>Література [14-17]</i>	
	Розділ 10. Виробництво нафтового бітуму.	
	Тема 10.1. Виробництво нафтового бітуму.	
17	<i>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.</i>	2

	<i>Література [14-17]</i>	
	<i>Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва нафтового бітуму</i>	
	<i>Література [14-17]</i>	
18	<i>Модульна контрольна робота</i>	2
	<i>Завдання на СРС: Повторнити розділи 5-11</i>	
	<i>Література [14-17]</i>	

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	<i>Дослідження теплофізичних і реологічних властивостей розплавів полімерів. Література: 3-8, 18-24.</i>	4
3	<i>Дослідження показника плинності розплаву полімера. Література: 11, 16, 17.</i>	2
4-5	<i>Дослідження теплофізичних і реологічних властивостей розплавів полімерів. Література: 3-8, 18-24.</i>	4
Розділ 4. Екструзійні методи переробки полімерів		
Тема 4.2. Моделювання процесів підготовки розплаву		
6-8	<i>Лабораторна робота 4. Дослідження процесу та обладнання при виготовленні полімерних труб методом екструзії. Література: 5-8.</i>	6
Розділ 6. Термокаталітичні процеси нафтопереробки		
Тема 6.1. Процеси термокаталітичного крекінгу.		
9	<i>Моделювання процесів в реакторі термокаталітичного крекінгу. Тепловий та матеріальний баланс. Література 14-17.</i>	2
	<i>СРС: підготувати Тема 11.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. Література 14-17</i>	
10	<i>Моделювання процесів в регенераторі термокаталітичного крекінгу. Визначення геометричних розмірів реактора та циклонів. Література 14-17.</i>	2
	<i>СРС: підготувати Тема 5.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. Література 1-5</i>	
Розділ 6. Процеси переробки нафтових газів.		

	Тема 6.1. Процеси газофракціювання	
11	Моделювання процесів у фракціювальній колоні. Тепловий та матеріальний баланс. Визначення параметрів укріплюючої та відгонної частини	2
	Література 14-17.	
	СРС: підготувати Тема 6.1. Процеси газофракціювання.	
	Література 14-17	
12	Моделювання процесів у фракціювальній колоні. Визначення розмірів колоні.	2
	Література 14-17.	
	СРС: підготувати Тема 6.1. Процеси газофракціювання.	
	Література 1-5	
	Тема 6.2. Процеси алкилювання нафтових газів.	
13	Моделювання процесів в реакторі-алкилаторі	2
	Література 14-17.	
	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 колоні.	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. Література [14-17].	7
	Тема 5.2. Процеси виробництва коксу.	
20	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів коксування. Література [14-17].	7
	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. Література [14-17].	7
	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 Розділ 7. Процеси переробки нафтових газів.	7
	Тема 7.1. Процеси газофракціювання	
23	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів Тема 7.2. Процеси алкилювання нафтових газів.	7
24	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів та процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів Література [14-17]	7
	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 Література [14-17]	7
	Розділ 9. Процеси виробництва олів.	
	Тема 9.1. Процеси виробництва олів	
26	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва олів Література [14-17]	7
	Розділ 10. Виробництво нафтового бітуму.	
	Тема 10.1. Виробництво нафтового бітуму.	

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 емнісного 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 змішуючих 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 алкилювання

- Матеріальний баланс установок сірнокислого алкелювання
- Склад сировини сірнокислого алкелювання
- Витратні показники на 1 тону алкил – 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)

