

## **ПРОГРАМА**

вступного іспиту зі спеціальності  
**161 Хімічні технології та інженерія**  
для здобувачів вищої освіти третього  
(освітньо-наукового) рівня  
(2022 рік вступу)

### **Вступне слово**

Програма складена з урахуванням програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія. Вона містить три розділи, у першому з яких відображено теоретичні основи процесів, що відбуваються у хімічній технології, а у другому – Технологічні аспекти хімічних виробництв та інженерії, у третьому розглянуто апаратурне забезпечення процесів хімічної технології. Розроблені питання базуються на програмі вищої освіти магістра спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія, спрямовані на виявлення знань та умінь здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

### **Розділ 1. Теоретичні основи хімічної технології**

Теоретичні основи технології неорганічних речовин: кінетика і статика хіміко-

технологічних процесів (вплив різних чинників на швидкість і рівновагу ХТП); каталітичні

ХТП (види каталізу, швидкість гомогенного та гетерогенного каталізу, склад каталізаторів).

Фізико-хімічні основи виробництва нітратної кислоти; вплив тиску і температури на перебіг процесів на різних стадіях виробництва нітратної кислоти.

Теоретичні закономірності перероблення полімінеральних калійних руд у калійно-магнієві добрива.

Теоретичні основи виробництва сульфатної кислоти.

Фізико-хімічні основи виробництва полімерної, кристалічної, гранульованої сірки.

Фізико-хімічні основи виробництва нітроаммофоски, аміачної селітри.

Термодинаміка електрохімічних систем. Теорія міжіонної взаємодії. Електропровідність

розчинів електролітів. Дифузія в розчинах електролітів. Електрохімічні системи. Електрохімічні кола. Електрокінетичні та електрокапілярні явища. Подвійний електричний шар на межі електрод-електроліт.

Хімічна дія електричного струму. Кінетика електродних процесів. Концентраційна поляризація. Фазова та електрохімічна перенапруга.

Фізико-хімічні основи нанесення металевих, конверсійних і композиційних покриттів.

Теорія гальванотехніки, одержання металів електролізом, електрохімії наноматеріалів.

Теоретичні основи електролізу води, розчинів хлоридів.

Термодинамічні та кінетичні

критерії хімічної корозії. Теорії і механізм хімічного окиснення металів.

Теоретичні основи побудови кінетичних моделей складних реакцій.

Методи побудови кінетичних моделей.

Вибір оптимальних умов проведення паралельних, послідовних і паралельно-послідовних реакцій.

Принципи оптимізації параметрів процесу за термодинамічними та кінетичними даними, використання економічних критеріїв оптимальності.

Особливості гомогенного і гетерогенного каталізу.

Кислотний та основний катализ. Протонні та апротонні кислоти. Промислові катализатори.

Металокомплексний катализ в промисловому органічному синтезі. Будова комплексів металів. Природа і механізм основних стадій каталітичних реакцій з участю металокомплексів.

Гетерогенний катализ у промисловому органічному синтезі. Класифікація каталітичних реакцій. Теорія перехідного проміжного комплексу.

Типи гетерогенних катализаторів, їх будова, активні центри і роль адсорбції в гетерогенному катализі.

Макрокінетика, кінетика і механізм в гетерогенному катализі. Кінетика у внутрішньо-кінетичній, зовнішньо-кінетичній, внутрішньо-дифузійній та зовнішньо-дифузійній областях.

Технологічні параметри гетерогенних катализаторів і методи їх визначення. Промотори і активатори. Визначення фізико-хімічних характеристик катализаторів. Методи приготування гетерогенних катализаторів. Носії в гетерогенному катализі та їх характеристика. Дезактивація, отруєння і регенерація катализаторів, утилізація відпрацьованих катализаторів.

Механізм і кінетика гетеролітичних процесів гідратації, дегідратації, алкілювання, гідролізу, естерифікації, полімеризації.

Радикально-ланцюгові процеси в промисловому органічному синтезі. Кінетика та механізм реакцій хлорування, окиснення, гідрування-дегідрування, окиснювального амонілізу, полімеризації, каталітичного реформінгу та піролізу.

Особливості кінетики реакцій металокомплексного каталізу. Катализатори і механізм реакцій карбонілування метанолу, процесу оксосинтезу, процесів окиснення олефінів киснем і гідропероксидами, процесів гідрування і полімеризації.

Надмолекулярна структура полімерів. Внутрішньо- і міжмолекулярна взаємодія. Морфологія полімеру. Надмолекулярна структура аморфних полімерів. Надмолекулярна структура кристалічних полімерів. Моделі кристалічних полімерів. Методи дослідження структури полімерів.

Фізичні стани полімерів. Склоподібний стан полімерів і процес склування. Вплив структури полімеру на температуру склування. Визначення температури склування полімерів. Вискоеластичний стан полімерів. Особливості високоеластичної деформації. Вискоеластична деформація реальної сітки еластомеру. Вискоеластичність лінійних полімерів. В'язкотекучий стан полімерів. Механізм течії полімеру. Вплив структури полімеру на температуру текучості.

Пластифікація полімерів. Внутрішньоструктурна пластифікація. Міжструктурна пластифікація. Речовини, які використовують як пластифікатори.

Фізична модифікація, напрями здійснення. Фізико-хімічна модифікація. Додатки для фізичної модифікації. Технологічні вимоги до додатків. Додатки, що використовуються під час модифікації.

Хімічна модифікація. Види хімічної модифікації. Реакції заміщення в полімераналогічних перетвореннях. Реакції приєднання в полімераналогічних перетвореннях. Реакції ізомеризації в полімераналогічних перетвореннях. Основні чинники, що впливають на реакційну здатність функційних груп під час хімічної модифікації. Ізомерні перетворення у внутрішньомолекулярних перетвореннях. Внутрішньомолекулярні перетворення в основному ланцюзі. Внутрішньомолекулярні перетворення в бокових групах. Внутрішньомолекулярна циклізація. Зшивання в міжмолекулярних перетвореннях. Компатибілізація в міжмолекулярних перетвореннях. Прищеплена кополімеризація в міжмолекулярних перетвореннях.

Склоподібний стан речовини. Особливості склоподібного стану. Основні гіпотези будови скла. Будова основних видів скла.

Властивості скла і скломаси. Механічні, термічні, оптичні та електричні властивості скла. Кристалізаційні властивості скла. В'язкість та поверхневий натяг. Вплив хімічного складу на властивості скла.

Сировинні матеріали для варіння скла. Основні та допоміжні матеріали. Технологічні схеми підготовки сировинних матеріалів. Складання шихти та її види.

Класифікація керамічних виробів та їхні основні властивості.

Сировинні матеріали для отримання кераміки. Глинисті матеріали, непластичні матеріали: опіснювачі, топники, спеціальні додатки.

Основні властивості глинистих матеріалів, їхній хімічний, мінералогічний та гранулометричний склад. Структура глинистих мінералів. Гідрофільність глин, пластичність, способи регулювання пластичності та текучості шлікерів.

Класифікація і загальна характеристика виробів тонкої кераміки. Фарфор, його різновидності, напівфарфор, фаянс, майоліка. Сировинні матеріали, їхня підготовка, технологічні схеми приготування тонкокерамічних мас.

Класифікація вогнетривів. Основні властивості вогнетривів.

Магnezитові та хромомагnezитові вогнетриви.

Фізико-хімічні процеси карбонатного тверднення вапна. Вплив умов тверднення на швидкість процесу карбонізації вапна.

Фізико-хімічні основи гідросилікатного тверднення вапна. Формування структури та фазовий склад силікатного каменю.

Порівняльна характеристика мокрого та сухого способів отримання портландцементного клінкеру.

Процеси, що протікають під час випалу портландцементного клінкеру. Твердофазові реакції, рідкофазне спікання, роль швидкого охолодження клінкеру.

Фізико-хімічні основи гідратації та тверднення портландцементу. Вплив умов тверднення на структуру цементного каменю.

Корозія цементного каменю та бетону. Фізичні та хімічні процеси, що відбуваються у цементному камені в умовах дії різних агресивних середовищ.

Будівельні розчини, їхня класифікація, призначення та властивості.

Призначення напруженого армування бетонів. Способи попереднього напруження арматури.

Класифікація, призначення та властивості будівельних розчинових сумішей та розчинів.

Види та особливості застосування сухих будівельних сумішей.

Класифікація основних процесів та апаратів хімічної технології.

Загальна теорія явищ перенесення в середовищах. Механізми перенесення кількості руху енергії та маси.

Основи прикладної гідравліки. Загальні уявлення про рідини, як суцільні середовища.

Диференційні рівняння рівноваги та руху. Закони внутрішнього тертя.

Режими течії рідин, їх механізми. Профіль швидкостей при різних режимах течії.

Диференційні та інтегральні рівняння нерозривності потоку і руху в'язкої рідини,

рівняння Бернуллі, їх практичне значення.

Гідродинаміка стаціонарного шару. Гідродинамічна подібність. Критерії гідродинамічної подібності, їх фізична суть.

Гідравлічний опір трубопроводів і апаратів.

Теплопередача в хімічній апаратурі. Рушійна сила процесів теплообміну. Механізми переносу теплової енергії.

Теплопровідність. Закон Фур'є. Диференційні рівняння теплопровідності. Конвективний теплообмін. Фізична модель процесу. Вимушена і вільна конвекції. Загальні принципи розв'язання задач конвективного теплообміну. Основні критерії конвективного теплообміну, їх фізична суть.

Теплообмін при кипінні рідин. Фізична модель. Бульбашковий і плівковий режим кипіння. Визначення коефіцієнтів теплопередачі на основі теорії подібності.

Теплообмін випромінюванням. Основні закони. Теплообмін випромінюванням між твердими тілами. Складний теплообмін.

Теплопередача. Основне рівняння теплопередачі. Середня різниця температур.

Фізичні основи масообміну в системах з вільною і твердою (фіксованою) міжфазною поверхнею.

Перенесення речовини в гомогенних середовищах, закон молекулярної дифузії Фіка. Математична модель молекулярної дифузії (другий закон Фіка).

Рівняння масовіддачі. Рушійні сили і коефіцієнти масовіддачі.

Масообмін в системах з твердою фазою. Математична модель масопереносу. Дифузійні критерії Біо і Фур'є.

Основи процесів мембранної технології. Класифікація методів розділення рідинних та газових гомогенних сумішей.

Класифікація і загальна характеристика горючих копалин.

Характеристика товарних нафтопродуктів. Нафтові палива, оливи і мастила, інші нафтопродукти.

Напрямки переробки нафти. Підготовка нафти до переробки.

Теоретичні основи термічних процесів вторинної переробки нафти (термічний крекінг, коксування, піроліз).

Теоретичні основи каталітичного крекінгу.

Теоретичні основи процесів каталітичного риформінгу та каталітичної ізомеризації бензинових фракцій.

Теоретичні основи гідрогенізаційних процесів переробки нафтових фракцій (гідроочистка, гідрокрекінг, гідрування, гідроізомеризація).

Фізико-хімічні основи екстракційних процесів переробки нафти з метою одержання базових мінеральних олив (деасфальтизація, селективне очищення).

Фізико-хімічні основи процесу екстрактивної кристалізації переробки нафти з метою одержання базових мінеральних олив (депарафінація, виробництво парафіну та церезину).

Фізико-хімічні основи адсорбційних процесів переробки нафти з метою одержання базових мінеральних олив.

Основні показники якості твердих горючих копалин (ТГК) та їх класифікація. Показники технічного аналізу; показники, що характеризують ступінь метаморфізму (вуглефікації); показники, які визначають поведінку вугілля під час нагрівання без доступу повітря.

Основні термодеструктивні перетворення органічної маси ТГК. Хімізм та механізм. Кінетика, вплив чинників на процес.

Високотемпературне коксування. Характеристика летких продуктів, стадії їх вловлювання та переробки (поточна схема).

Процеси переробки вуглеводневих газів. Принцип переробки вуглеводневих газів різного походження.

Екологічні аспекти діяльності підприємств з переробки нафти і газу. Методи зменшення впливу на довкілля та запобігання втрат нафтопродуктів.

## **Розділ 2. Технології хімічних виробництв та інженерія**

Технологічна схема одержання сульфатної кислоти за методом подвійного контактування-подвійної абсорбції.

Технологія розведеної нітратної кислоти.

Технологія аміаку.

Технологія рідких комплексних добрив, способи виробництва.

Технології перероблення важкорозчинних калійних руд у безхлоридне калійно-магнієве і комплексні добрива.

Технологічні схеми виробництва нітроамофоски, аміачної селітри.

Виробництво фосфатних добрив: значення, класифікація і сировина для виробництва фосфатних добрив; механічні, хімічні (кислотні) і термічні методи перероблення фосфатної сировини.

Технології каталізаторів.

Діафрагмовий та мембранний методи виробництва хлору і каустичної соди.

Електрохімічне одержання водню.

Технологія електрохімічного одержання магнію, алюмінію, натрію з іонних розплавів.

Технології захисту обладнання та конструкцій від корозії.

Технології нанесення гальванічного покриття.

Теоретичні основи і технологія процесів галогенування, характеристика процесів. Радикально-ланцюгове та йонно-каталітичне хлорування. Окиснювальне хлорування та його поєднання з хлоруванням.

Технологія процесів конденсації по карбонільній групі, конденсація альдегідів і кетонів з ароматичними та азотвмісними сполуками. Одержання капролактаму, альдольна конденсація.

Теоретичні основи і технологія процесів гідролізу, гідратації та дегідратації.

Теоретичні основи і технологія процесів О-, N- та С-алкілування.

Теоретичні основи і технологія процесів гідрування і дегідрування. Дегідрування алкілароматичних сполук, окиснювальне дегідрування олефінів. Технологія рідиннофазного та газофазного гідрування.

Теоретичні основи і технологія процесів окиснення. Радикально-ланцюгове окиснення. Гетерогенно-каталітичне окиснення вуглеводнів і їх похідних. Окиснення олефінів по насиченому атому Карбону, окиснювальний амоноліз вуглеводнів, окиснення циклогексану.

Теоретичні основи і технологія процесів синтезу із оксиду карбону (II) та водню, оксосинтез, синтез карбонових кислот на основі оксиду вуглецю.

Композиційні полімерні матеріали. Особливості процесу одержання. Різновиди наповнювачів. Типи структур наповнення. Основні особливості технології наповнення. Властивості полімерних армованих пластиків.

Особливості деформації полімерів. Специфічні особливості течії полімерів. Основні види аномалії в'язкості полімерів. Класифікація реологічних рідин.

Використання реологічних моделей для опису та характеристики полімерних систем. В'язкість, як основна технологічна властивість полімерних матеріалів. Сучасні методи характеристики реологічної поведінки полімерних систем. Вплив температури та тиску на реологічні властивості полімерів.

Роль входових ефектів в процесах переробки полімерних і композиційних матеріалів. Вплив нормальних напружень на процеси течії полімерів. Еластичне відновлення струмини. Ефект Вайсенберга. Спотворення поверхні екструдату.

Теоретичні основи змішування полімерів. Особливості змішування розплавів полімерів. Роль процесів конвективного змішування, диспергування та гомогенізації у технології переробки полімерів та композиційних матеріалів.

Вплив технологічних властивостей полімерних матеріалів на процеси їх переробки та властивості виробів.

Технологічні аспекти створення полімерних композицій. Особливості підготовки полімерів та композиційних матеріалів до переробки.

Сучасні технології здійснення процесу переробки пластмас методом лиття під тиском. Стадії технологічного процесу. Вплив технологічних параметрів переробки на структуру та властивості виробів.

Особливості технології виготовлення полімерної плівки екструзією з роздуванням рукава. Рекомендації щодо керування та впливу на якість виробів і продуктивність процесу.

Технологічні процеси виготовлення полімерної плівки плоскощільною екструзією. Особливості технологій, рекомендації щодо керування та впливу на якість виробів і продуктивність процесу.

Способи формування основних видів скловиробів. Температурний інтервал формування. Виробництво листового скла.

Виробництво скляної тари. Способи її зміцнення.

Виробництво скляного посуду.

Виробництво оптичного скла.

Виробництво технічного і світлотехнічного скла.

Виробництво скляного волокна.

Технологія ситалів. Класифікація, властивості, застосування.

Способи підготовки керамічних мас: пластичний, сухий, шлікерний.

Способи формування керамічних виробів: напівсухе пресування, пластичне та шлікерне формування.

Технологія виробництва стінової кераміки.

Технологія виробництва плиток для підлоги, фасадних плиток, плиток для внутрішнього личкування стін.

Технологія виробництва керамзиту. Фізико-хімічні основи спучення глин.

Алюмосилікатні вогнетриви. Сировинні матеріали. Технологія виробництва шамотних вогнетривів, їх властивості та області застосування.

Кремнеземисті вогнетриви. Сировинні матеріали. Технологія виробництва динасових вогнетривів, їх властивості та області застосування.

Цирконійвмісні вогнетриви: сировинні матеріали, основні властивості, технологія виробництва та області застосування.

Механізм та процеси тверднення низьковипалених гіпсових в'язучих речовин. Регулювання термінів тужавіння низьковипаленого гіпсу.

Механізм та процеси тверднення високовипалених гіпсових в'язучих речовин. Фізико-хімічні основи отримання напівводного гіпсу.

Технологія та процеси отримання бетонів і розчинів коміркової структури.

Загальні принципи розрахунку процесів та апаратів. Визначення масових потоків і енергетичних витрат на основі матеріальних і енергетичних (теплових) балансів.

Швидкість осадження твердих частинок під дією сил тяжіння (відстоювання) та методи розрахунку.

Фільтрування суспензії і газів. Фізична та математична моделі процесу. Визначення констант фільтрування.

Відцентрове відстоювання і відцентрове фільтрування. Фактор розділення. Теоретичні основи процесів в центрифугах.

Розділення суспензій та емульсій в гідроциклонах. Теорія циклонів та гідроциклонів.

Перемішування рідин. Фізична і математична моделі процесу. Пневматичне перемішування.

Матеріальний баланс процесів масообміну. Лінія рівноваги і робоча лінія, напрям процесів масопередачі.

Співвідношення між коефіцієнтами масопередачі і масовіддачі. Можливості інтенсифікації процесу масопередачі.

Розрахунок середньої рушійної сили. Число одиниць переносу (ЧОП), зв'язок із середньою рушійною силою. Висота одиниць переносу (ВОП).

Абсорбція газів рідинами. Закон Генрі, границі застосування. Рівняння робочої лінії. Гідродинаміка насадкових колон. Основи розрахунку основних розмірів апаратів.

Адсорбція газів і розчинених речовин. Фізична модель процесів адсорбції та іонного обміну. Промислові адсорбенти та іоніти. Математична модель в шарі адсорбенту, переміщення адсорбції, масопередача.

Особливості технології процесів первинної переробки нафти.

Технологія термічних процесів вторинної переробки нафтової сировини – термічного крекінгу, вісбрекінгу, коксування піролізу.

Технологія процесу каталітичного крекінгу дистилятної та залишкової сировини.

Технологія процесів каталітичного риформінгу та каталітичної ізомеризації бензинових фракцій.

Технологія гідрогенізаційних процесів вторинної переробки нафтової сировини – гідроочистки та гідрокрекінгу, гідрування та гідроізомеризації, гідродеметалізації та гідродесульфуризації нафтових залишків.

Технологія процесу деасфальтизації гудрону.

Технологія процесу селективного очищення оливних фракцій.

Технологія процесів депарафінізації, виробництва парафіну і церезину.

Технологія процесу адсорбційного розділення (очищення) оливних фракцій.

Підготовка ТГК до переробки. Приймання і складування твердих палив. Грохотання. Дроблення. Окусковування. Збагачування.

Технологія процесу високотемпературного коксування вугілля.

Технологія процесів розділення та очищення вуглеводневих газів.

Технологія процесів алкілування ізо-бутану олефінами.

### **Розділ 3. Обладнання процесів хімічної технології**

Конструкція та принцип роботи п'ятишарового контактного апарату в технології сульфатної кислоти за методом «ДК-ДА».

Конструкція та принцип роботи колони синтезу аміаку.

Типові конструкції НВЧ- і ВЧ-плазмотронів.

Типові конструкції кавітаційних пристроїв.

Конструкція та принцип роботи амонізатора-гранулятора.

Обладнання для електрохімічного одержання металів з іонних розплавів.

Конструкції та принципи роботи сучасного обладнання гальванотехніки, електрометалургії.

Конструкції та принцип дії бездіафрагмових, діафрагмових та мембранних електролізерів.

Електролізери для нанесення електрохімічних покриттів. Стаціонарні немеханізовані та частково механізовані гальванічні ванни.

Будова ванн для електролізу води. Ванни з монополярними та біполярними електродами. Характеристика та класифікація основного обладнання для електролізу водних розчинів без виділення металів.



Основні моделі ідеальних і реальних реакторів. Класифікація хімічних реакторів.

Вибір типів реакторів з врахуванням їх продуктивності, селективності реакцій, теплових та кінетичних характеристик процесу.

Принципи розрахунку розмірів реакторів, складу продуктів і селективності за кінетичними даними з врахуванням моделі реактора та рівняння теплового балансу.

Характеристика конструкцій, матеріальних потоків, теплового режиму і організації реакційного вузла для основних гомогенних, гетерогенно-каталітичних і гетерофазних процесів промислового органічного синтезу.

Сучасні тенденції розвитку технології формування полімерних труб та кабелів.

Технологічні процеси виготовлення порожнистих виробів замкненого об'єму – екструзією з видуванням у формі, литтєвим видуванням, ротаційним методом. Обґрунтування вибору методу залежно від природи полімеру, габаритів та умов експлуатації виробів.

Технологія виготовлення листів методом екструзії – опис стадій, обґрунтування параметрів, заходи з керування процесом.

Технологічний процес формування виробів з полімерних листів методом термоформування (за видом діючої сили, за конструкцією форми), вплив технологічних параметрів і способу формування на різновісність і якість виробів.

Сучасні технології переробки термореактивних пластмас. Типовий технологічний процес пресування. Особливості розрахунку технологічних параметрів компресійного пресування та їх вплив на структуру та властивості виробів.

Основи створення полімерних композиційних матеріалів. Класифікація полімерних композиційних матеріалів. Основи технології переробки та використання полімерних композиційних матеріалів.

Прогресивні методи та устаткування для формування виробів з полімерних композиційних матеріалів.

Основні види конструкцій печей для скловаріння. Етапи скловаріння.

Теплова обробка керамічних виробів. Сушіння виробів. Типи сушарок.

Спінання керамічних мас. Послідовність процесів під час випалу глиняних мас. Криві ДТА глини. Інтервал випалу та інтервал спікання. Вогнетривкість глини. Типи печей для випалу кераміки.

Особливості формування тонкокерамічних виробів. Сушіння та випал тонкої кераміки.

Поливи для кераміки. Класифікація, склади полив, способи приготування та нанесення.

Процеси випалу вапна. Вплив технологічних чинників на швидкість та повноту декарбонізації вапняку.

Фізичні основи електрофільтрів. Конструкції електрофільтрів.

Класифікація насосів. Відцентрові та поршневі насоси. Характеристики насосів.

Компресорні машини. Класифікація, конструкції.

Теплопередача при безпосередньому контакті фаз. Основні конструкції теплообмінників. Нагрівання, охолодження, конденсація. Види теплоносіїв, вимоги до них.

Фізичні основи процесу випарювання розчинів. Випарювання під тиском і у вакуумі. Види та розрахунок депресій.

Багатокорпусні випарні установки (БВУ). Схеми проточейні, протитечійні та змішані, їх аналіз. Обмеження кількості корпусів і їх оптимальна чисельність.

Апарати з ступеневим та безперервним контактом фаз. Аналіз різних способів розрахунку основних розмірів масообмінних апаратів.

Перегонка рідин. Закони Рауля, Дальтона, Коновалова, їх використання для розрахунку рівноваги.

Ректифікація, фізична модель процесу. Принципові схеми установок для безперервної і періодичної ректифікації.

Безперервна ректифікація бінарних сумішей. Основи розрахунку колон. Визначення мінімального і робочого флегмового числа. Теплоенергетичний баланс колони.

Екстракція з розчинів. Фізико-хімічна модель процесу в системі рідина-рідина. Рівновага при екстракції. Матеріальний баланс екстракції. Графічне визначення кількості ступенів розділення.

Процес сушіння. Фізична модель сушіння. Основні способи сушіння. Основні характеристики сушильних агентів. Матеріальний та тепловий баланс. Теоретичний і дійсний процеси. Кінетика сушіння. Форми зв'язку вологи з матеріалом. Перший і другий періоди сушіння.

Кристалізація з розчинів та розплавів. Промислові методи кристалізації.

Класифікація реакторів ідеального змішування, ідеального витіснення і проміжного типу.

Класифікація і загальна характеристика технологічного обладнання процесів переробки нафти і газу. Теплообмінні та масообмінні апарати технологічних процесів переробки нафти і газу. Реактори технологічних процесів переробки нафти і газу. Конструкція, особливості експлуатації, принцип розрахунку.

Конструкційні матеріали для конструювання нафтозаводського обладнання. Вимоги до конструкційних матеріалів. Основні показники якості конструкційних матеріалів. Метали і неметали: склад, властивості, застосування.

### **Форми контролю та критерії оцінювання**

Організування та проведення вступних випробувань до аспірантури здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у відповідному році.

Вступний іспит зі спеціальності Хімічні технології та інженерія проводиться у письмово-усній формі згідно з окремим графіком, який затверджується Ректором Університету та оприлюднюється на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури й офіційному веб-сайті Університету не пізніше, ніж за 3 дні до початку прийому документів.

Екзаменаційні білети вступного іспиту зі спеціальності Хімічні технології та інженерія формуються в обсязі програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія та затверджуються на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту хімії та хімічних технологій.

Результати вступного іспиту зі спеціальності оцінюються за 100-бальною шкалою.

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності Хімічні технології та інженерія містить:

- письмову компоненту з трьох питань: одне питання з розділу «Теоретичні основи хімічної технології», одне питання з розділу «Технології хімічних виробництв та інженерія» і одне питання з розділу «Обладнання процесів хімічної технології» (кожне із трьох питань екзаменаційного білета оцінюється максимально в 30 балів, максимальна сумарна кількість балів письмової компоненти – 90 балів);
- усну компоненту вступного іспиту з двох питань (кожне із двох питань усної компоненти оцінюється максимально в 5 балів, максимальна сумарна кількість балів усної компоненти – 10 балів).

Критерії оцінювання кожного питання письмової та усної компоненти вступного іспиту зі спеціальності Хімічні технології та інженерія є такими:

Оцінка «відмінно» (18-20 балів для питань письмової компоненти та 5 балів для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, логічно та обґрунтовано будувати висновки.

Оцінка «добре» (14-17 балів для питань письмової компоненти та 4 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру добре засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, дає неповні визначення понять, допускає незначні порушення в послідовності викладення матеріалу та неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки, висловлює свої міркування щодо тих чи інших проблем, але припускається певних похибок у логіці викладу теоретичного змісту.

Оцінка «задовільно» (10-13 балів для питань письмової компоненти та 3 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру в основному засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; при відтворенні основного змісту питання допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, непереконливо відповідає, плутає поняття.

Оцінка «незадовільно» (0-9 балів для питань письмової компоненти та 0-2 бали для питань усної компоненти): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильну відповідь на запитання.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності Хімічні технології та інженерія передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну

добросесність у Національному університеті «Львівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил вступники в аспірантуру притягаються до відповідальності згідно вимог чинного законодавства.

### Рекомендована література

1. Теоретичні основи технології неорганічних виробництв: підруч. / О.Я. Лобойко, Г.І. Гринь, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ. – Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2017. – 152 с.
2. Загальна хімічна технологія: Підручник. 3-є вид. / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2014. – 540 с.
3. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин /І.М. Астрелін, А.К. Запольський, В.І. Супрунчук, Г.Н. Прокоф'єва./ Під ред. д-ра техн. наук проф. А.К.Запольського. - К.: Вища школа, 1992.- 399 с.
4. Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей : підручник / І.М. Астрелін, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О.Я. Лобойко; за ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2011. – 288 с.
5. Каталізатори в технології неорганічних речовин. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О.Я. Лобойко, А.М. Бутенко. За ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО, О.Я. Лобойка. Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2014. – 220 с.
6. Шестозуб А.Б. Концентрована азотна кислота та продукти на її основі. – Дніпродзержинськ, 2010. – 239 с.
7. Знак З.О., Гелеш А.Б. Інноваційні процеси у хімічних технологіях. Частина І.: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 208 с.
8. Яворський В.Т. Технологія сірки і сульфатної кислоти, Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. - 404 с.
9. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л. Технологія зв'язаного азоту / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Лобойко О.Я., Харків: НТУ "ХПІ", 2007. - 536 с.
10. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах: монографія / Вітенько Т.М. – Тернопіль, (вид-во ТДТУ ім. І. Пулюя). 2009. – 224 с.
11. Химическая технология неорганических веществ: В 2 кн. /Учебное пособие /Под ред. проф. Ахметова Т.Г.: / Т.Г. Ахметов, Р.Т. Порфирьева, В.М. Бусыгин, Л.Г. Гайсин, Л.Т. Ахметова, А.И. Хацринов, Я.М. Каримов. - М.: Высшая школа, 2002. - Ч. 1 - 688 с.; Ч. 2 - 533 с.
12. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. – К.: Либідь, 1993. – 540 с.
13. Данилов Ф.Й., Проценко В.С. Лінійна та циклічна вольтамперометрія: у 2-х книгах. Д. : ЛПРА, 2016. – Кн. 1–192 с. – Кн. 2 –182 с.
14. Кунтий О., Яцишин М., Зозуля Г., Добровецька О., Решетняк О. Електрохімічний синтез металевих наночастинок і нанокompозитів. Монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 288 с.
15. Кунтий О.І. Гальванотехніка: Навчальний посібник. – Львів: НУ —ЛПІ, 2004. –236с.

16. Якименко Г.Я., Артеменко ВМ. Технічна електрохімія. Ч. 3. Гальванічні виробництва: Підручник / За ред. Б.І. Байрачного. – Харків: НТУ —ХПІ, 2006. – 272 с.

17. Кунтий О.І. Електрохімія та морфологія дисперсних металів: Монографія. – Львів: НУ —ЛПІ, 2008. – 208 с.

18. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали / С. Волков, Є. Ковальчук, В. Огенко, О. Решетняк: монографія. – Київ: Наукова думка, 2008. – 423 с.

19. Нетрадиційні електрохімічні системи перетворення енергії / Є.В. Кузьмінський, Г.Я. Колбасов, Я.Ю. Тевтуль, Н.Б. Голуб. – Київ.: Академперіодика, 2002. – 182 с.

20. Горбачов А.К. Технічна електрохімія. Ч. I. Електрохімічні виробництва хімічних продуктів: Підручник / За ред.. проф. Б.І. Байрачного. – Харків: ВАТ —Видавництво —Прапор, 2002. – 254 с.

21. Кошель М.Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики: Підручник. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 430 с.

22. Байрачний Б.І. Технічна електрохімія. Ч. II. Хімічні джерела струму: Підручник. – Харків: НТУ —ХПІ, 2003. – 174 с.

23. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988, 592 с.

24. Піх З.Г. Теорія хімічних процесів органічного синтезу: Підручник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002, 396 с.

25. Піх З.Г., Мельник Ю.Р., Мельник С.Р. Каталіз в хімії та технології. Підручник. Львів: Видавництво Бадікова Н.О., 2016, 286 с.

26. Мельник С.Р., Мельник Ю.Р., Піх З.Г. Проектування та розрахунок технологічних процесів органічного синтезу. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006, 448 с.

27. Устаткування і основи організації виробництв тонкого органічного синтезу: Підручник. Г.А. Галстян, А.Г. Галстян, Г.О. Маршалок. Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2012. 453 с.

28. Грязнов М. А., Дигуров Н.Г., Кафаров В.В. и др. Проектирование и расчет аппаратов основного органического и нефтехимического синтеза. М., Химия, 1995. 256 с.

29. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Л.М. Технология нефтехимического синтеза. М., Химия, 1985, 608 с.

30. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория технологических принципов основного органического и нефтехимического синтеза, М., Химия, 1984, 376 с.

31. Рудавський Ю.К., Мокрий Є.М., Піх З.Г. та інші. Математичні методи в хімії і технології, Львів, Світ, 1993, 206 с.

32. Солтис М.М., Закордонський В.П. Теоретичні основи процесів хімічної технології. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003, 430 с.

33. Суберляк О.В., Баштанник П.І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: Підручник. – Львів: Растр-7, 2015. –456 с.

34. Гуменецький Т.В., Левицький В.Є., Суберляк О.В. Фізико-хімія полімерів: навчальний посібник. – Львів: Растр-7, 2020. – 420 с.
35. Суберляк О.В., Скорохода В.Й., Семенюк Н.Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. -Львів.-В-во «ЛП».-2014.-336с.
36. Левицький В.Є., Гуменецький Т.В. Методологія досліджень властивостей полімерних матеріалів: навчальний посібник. – Львів: Растр-7, 2021. 312 с.
37. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. 324 с.
38. Пахаренко В. А. Переробка полімерних композиційних матеріалів / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К.: Вид. комп. «Воля», 2006. – 552 с.
39. Спорягін Е. О. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів: навч. посіб. / Е. О. Спорягін, К. Є. Варлан. – Д. : Вид-во ДНУ, 2012. – 188с.
40. Тхір І.Г. , Гуменецький Т.В. Фізико-хімія полімерів / Навч. посібник. -Львів.: 2005. -130 с.
41. Пахаренко В.А. Наповнені термопласти: довідник / В.А. Пахаренко, В.Г. Зверлін, Є.М. Кириєнко; під ред. Ю.С. Іпатова. – К: Техніка, 1986. – 182с.
42. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки полимеров (механика процессов).-М. Химия, 1977.-464с.
43. Технологія виробництва та переробки полімерів медико-біологічного призначення : навч. посіб. / В. Л. Авраменко, Л. П. Підгорна, Г. М. Черкашина, О. В. Близнюк. – Харків: Видавництво та друкарня «Технологічний Центр», 2018. - 356 с.
44. Яцишин Й. М. Технологія скла : у 3-х част. – Ч. I : Фізика і хімія скла : підруч. / Й. М. Яцишин. – Львів : Видавництво “Бескид Біт”, 2008. – 204 с.
45. Яцишин Й. М. Технологія скла : у 3-х част. – Ч. II : Технологія скляної маси : підруч. / Й. М. Яцишин. – Львів : Видавництво “Бескид Біт”, 2004. – 250 с.
46. Технологія скла : у 3-х част. – Ч. III : Технологія скляних виробів : підручник / [Й. М. Яцишин, Я. І. Вахула, Т. Б. Жеплинський та ін.]. – Львів : Видавництво «Растр-7», 2011 р. – 416 с.
47. Сардак Е. М. Теплові процеси і агрегати в технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів : навч. посіб. / Е. М. Сардак, В. І. Голеус, О. В. Зайчук. – Дніпропетровськ : Видавництво “Свідлер А. Л.”, 2015. – 248 с.
48. Павлушкин Н. М. Основы технологии ситаллов / Н. М. Павлушкин. – М. : Стройиздат, 1979. – 540 с.
49. Вахула Я. І. Основы технологии ситалов : навч. посіб. / Я. І. Вахула. – Львів : Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 96 с.
50. Вахула Я. І. Скло. Минуле і майбутнє : навч. посіб. / Я. І. Вахула, Г. Я. Магорівська. – Львів: Растр-7, 2021. – 152 с.
51. Мороз И. И. Технология строительной керамики / И. И. Мороз. – К. : Вища школа, 1972. – 416 с.

52. Августиник А. И. Керамика / А. И. Августиник. – [2-е изд.]. – Л. : Стройиздат, 1975. – 592 с.
53. Технология фарфорового и фаянсового производства / [И. А. Булавин, А. И. Августиник, А. С. Жуков и др. ]; под ред. И. А. Булавина. – М. : Легкая индустрия, 1975. – 448 с.
54. Химическая технология керамики и огнеупоров / [П. П. Будников, В. Л. Балкевич, А. С. Бережной и др. ]; под ред. П. П. Будников. – М. : Стройиздат, 1972. – 552 с.
55. Кашкаев М. С. Производство глиняного кирпича / М. С. Кашкаев, Е. Ш. Шейнман. – М. : Высш. школа, 1978. – 248 с.
56. Кошляк Л. Л. Производство изделий строительной керамики : учебн. пос. / Л. Л. Кошляк, В. В. Калиновский. – М. : Высш. шк., 1979. – 191 с.
57. Хоменко О. С. Хімічна технологія кераміки та вогнетривів / О. С. Хоменко, Я. І. Кольцова. – Дніпропетровськ : ДВНЗ УДХТУ, 2014. – 192 с.
58. Пащенко О. О. В'язучі матеріали : підруч. / О. О. Пащенко, В. П. Сербін, О. О. Старчевська. – К. : Вища шк., 1995. – 416 с.
59. В'язучі матеріали : підруч. / Р. Ф. Рунова, Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. Л. Носовський. – К. : Основа, 2012. – 448 с.
60. Баженов Ю. М. Технология бетона : учебн. / Ю. М. Баженов. – М. : Изд-во АСВ, 2003. – 500 с.
61. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини : підруч. / В. І. Гоц. – К. : ТОВ УВПК “ЕксОб”, К. : КНУБА, 2003. – 472 с.
62. Дворкін Л. Й. Бетони і будівельні розчини / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін. – К. : Основа, 2008. – 448 с.
63. Заграй А. І. Неорганічні в'язучі та матеріали на їх основі : навч. посіб. / А. І. Заграй, Б. Б. Чеканський, Я. І. Вахула. – Львів: Растр-7, 2021. – 88 с.
64. Погожих М.І., Потапов В.О., Цуркан М.М. Технологія сушіння харчової сировини: Навч. посібник. - Харків: ХДУХТ, 2008. - 229 с.
65. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки – М.: Наука, 1997. – 448 с.
66. Сафонов А.О. Тепломассоперенос и динамика сушки дисперсных материалов в барабанных сушилах. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 239с.
67. Малезик І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред. проф. І. Ф. Малезика. К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
68. Кравець В.Ю. Процеси теплообміну у мініатюрних випарно – конденсаційних системах охолодження – Харків.: ФОП Бровін О.В., 2018. – 288 с
69. Шалугін В.С., Шмандій В.М. Процеси та апарати промислових технологій. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.
70. Стасевич М.В., Милянч А.О., Стрельников Л.С., Крутських Т.В., Бучкевич І.Р., Зайцев О.І., Гузьова І. О., Стрілець О.П., Гладух Є., В., Новіков В.П. Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості. – Львів: 'Новий Світ - 2000', 2016. – 410 с.

71. Проектування природоохоронних комплексів з використанням САПР: навч. посіб./М.А. Цейтлін, В.Ф. Райко, М.В. Бойко, О.В. Шестоपालов. – Х.:НТУ ‘ХПІ’. 2013. – 224 с.
72. Никитенко Н.И., Снежкин Ю.Ф., Сорокова Н.Н., Кольчик Ю.Н. Молекулярно-радиоационная теория и методы расчета тепло- и массообмена.-Киев, Наукова думка, 2014. -742с.
73. Пляцук Л.Д., Гурець Л.Л. Процеси та апарати природоохоронних технологій – Суми: Університетська книга,2011.-270с.
74. Науково – технічні розробки та інноваційні технології. – 4-те вид., доп.-К.: НУХТ, 2011 – 167 с.
75. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах: Учебник.-Одесса: Друк, 2008.-348с.
76. Василенко С.М., Українець А.І., Олішевський В.В. Основи тепломасообміну.- Київ: НУХТ, 2004.-250с.
77. Атаманюк В.М., Гумницький Я.М. Наукові основи фільтраційного сушіння дисперсних матеріалів.- Львів: Видавництво Львівської політехніки,2013.-276с.
78. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., ГОТЛІНСЬКА А.П., ЛЕЩЕНКО В.О., НЕЧИПОРЕНКО І.О., ЧЕРНИШОВ І.С. Процеси та апарати хімічної технології, ч.1.:Харків:НТУ ‘ХПІ’, 2007.-616с.
79. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., ГОТЛІНСЬКА А.П., ЛЕЩЕНКО В.О., НЕЧИПОРЕНКО І.О., ЧЕРНИШОВ І.С. Процеси та апарати хімічної технології, ч.2.:Харків:НТУ ‘ХПІ’, 2007.-540с.
80. Ханик Я.М., Дубинін А.І., Атаманюк В.М., Станіславчук О.В. Процеси та обладнання хімічних технологій - Навч. Посіб. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005, 192 с.
81. Дубинін А.І., Ханик Я.М., Атаманюк В.М. Обладнання для подрібнення матеріалів. Навч. Посіб. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005, 192 с.
82. Дубинін А.І., Ханик Я.М., Атаманюк В.М. Обладнання хімічних і силікатних виробництв. Навч. Посіб. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005, 195 с.
83. Дубинін А.І., Атаманюк В.М., Дулеба В.П., Симак Д.М. Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів. Навч. Посіб. Львів: Видавництво Львівська політехніка, Львів, 2013. 292 с.
84. Процеси та апарати хімічних технологій. Ч. II. Гідромеханічні процеси. Перемішування: Навч. посібник / Я.М. Ханик, А.І. Дубинін, О.В. Станіславчук, Л.З. Білецька; За ред. проф. Я.М. Ханика. – Серія “Дистанційне навчання”. – № 39. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2006. – 180 с.
85. Процеси та апарати хімічних технологій: Навч. посібник / Я.М. Ханик, А.І. Дубинін, В.М. Атаманюк, О.В. Станіславчук; За ред. Я.М. Ханика. Ч. 1. – Серія “Дистанційне навчання”. – № 30. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 192 с
86. Процеси та апарати хімічних технологій. Ч.ІІІ: Теплові процеси, нагрівання, охолодження, конструкції теплообмінників, випарювання Навч. посібник /Я.М. Ханик, Є.М. Семенишин, О.В. Станіславчук, Д.П. Кіндзера. –



Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2006. – 340 с.

87. Процеси та апарати хімічних технологій. Ч. V: Навч. посібник / Я. М. Ханик, В. І. Троцький, О. В. Станіславчук, В. В. Майструк, Р. І. Гаврилів. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 176 с.

88. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти і газу. – Львів: В-во НУ «Львівська політехніка», 2002. – 182 с.

Топільницький П. І., Гринишин О. Б., Мачинський О. В. Технологія первинної переробки нафти і газу. – Львів: В-во НУ «Львівська політехніка», 2014. – 488 с.

89. Братичак М. М. Основи промислової нафтохімії. – Львів: В-во НУ «Львівська політехніка», 2008. – 650 с.

Топільницький П. І. Переробка нафтових і природних газів. 2-ге видання. Навчальний посібник. – Львів: В-во НУ «Львівська політехніка», 2008. – 260 с.

90. Гуменецький В. В. Процеси та обладнання нафтопереробних заводів. – Львів, В-во НУ «Львівська політехніка», 2003. – 440 с.

91. Братичак М. М., Пиш'єв С. В., Рудкевич М. І. Хімія та технологія переробки вугілля. – Львів: В-во «Бескид Біт», 2006. – 272 с.

92. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти та газу. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 448 с.

Мачинський О., Топільницький П. Гідрокрекінг: Монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 348 с.

93. Топільницький П. І., Гринишин О. Б., Романчук В. В. Фізико-хімічні властивості товарних нафтопродуктів. – Львів: Видавництво «Левада», 2019. – 204 с.