

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського"
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою
Інженерно-хімічного факультету
Протокол № 3 від 25.04.2022 р.

Голова вченої ради _____ Анатолій ЖУЧЕНКО

ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
здобувачів вищої освіти
освітнього ступеня «бакалавр»
за освітньо-професійною програмою «Обладнання хімічних
нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв»
спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Розроблено та рекомендовано кафедрою
Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних
виробництв, ІХФ

Протокол № 14 від 16.02.2022 р.

Київ – 2022

ПРЕМБУЛА

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації студентів (здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр») з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «Обладнання хімічних нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв» вимогам стандарту вищої освіти зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування, зокрема:

Здатність до абстрактного мислення.

Здатність планувати та управляти часом

- Здатність системно мислити.
- Здатність досягати поставлені цілі.
- Здатність аргументовано переконливо та зрозуміло висловлювати свою точку зору.
- Здатність до письмової та усної комунікації і професійного мовлення державною та іноземною мовами.

– Здатність враховувати процеси соціально-політичної історії України в контексті історичного розвитку Європи у поведінці і формуванні загальних цінностей особистості та при здійсненні професійної діяльності.

– Здатність працювати з інформацією (здійснювати пошук, обробляти, оцінювати, використовувати, редагувати, оформлювати, презентувати тощо).

– Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем у хімічній інженерії.

– Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, порівняння аналогів та використання доступних даних.

– Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерних завдань

– Здатність використовувати знання фізичних основ механічних, гідромеханічних, теплових та масообмінних процесів при вирішенні професійно орієнтованих завдань.

– Здатність визначати параметри хіміко-технологічних процесів та здійснювати раціональний вибір обладнання для їх проведення та режимів його роботи в заданих виробничих умовах.

Для перевірки вищезазначених результатів до програми комплексного атестаційного екзамену включено питання з навчальної дисципліни:

- Процеси та обладнання хімічних технологій.

Розробники програми:

СТЕПАНЮК Андрій Романович, в.о. завідувача кафедри МАХНВ, кандидат технічних наук, доцент

КОРНІЄНКО Ярослав Микитович, доктор технічних наук, професор кафедри МАХНВ, професор,

Гулієнко Сергій Валерійович – доцент кафедри МАХНВ, кандидат технічних наук, доцент

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

Порядок проведення атестаційного іспиту в дистанційному режимі відповідає діючому Регламенту (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

Опис процедури проведення атестаційного іспиту з використанням дистанційних технологій навчання

1. Атестаційний екзамен проводиться на відкритому засіданні екзаменаційної комісії за участю не менше половини її складу за обов'язкової присутності голови екзаменаційної комісії.

2. Кожне засідання екзаменаційної комісії щодо приймання атестаційного екзамену оформлюється протоколом. Протокол складається в одному примірнику. Без підпису голови екзаменаційної комісії та підписів членів екзаменаційної комісії, які були присутні на засіданні протокол вважається недійсним.

3. Атестаційний екзамен проводиться у письмовій формі.

4. Голова екзаменаційної комісії обов'язково має бути присутній при виконанні здобувачем екзаменаційної роботи. Оцінювання відповіді за екзаменаційним білетів проводиться згідно РСО.

5. Результати атестаційного екзамену голова екзаменаційної комісії оголошує здобувачам після перевірки робіт, але не пізніше наступного дня.

6. Методика проведення атестаційного екзамену. Члени конкурсної комісії атестаційного екзамену інформують випускників про порядок проведення і оформлення робіт з атестаційного екзамену, видають випускникам екзаменаційні білети за варіантами і спеціально роздруковані листи для оформлення робіт, які потрібно підписати, зробити в них письмові відповіді на питання екзаменаційного білету і поставити наприкінці листа дату і особистий підпис вступника.

7. Тривалість атестаційного екзамену для випуску на освітньо-професійної програмою підготовки бакалавра по спеціальності – не більше 3-х академічних годин (135 хв.) без перерви. На організаційну частину атестаційного екзамену (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання випробування, видача білетів і листів для оформлення роботи) відводиться 20 хвилин від всього часу атестаційного екзамену, на відповіді на кожне з чотирьох рівновагових питань екзаменаційного білету вступнику дається по 35 хвилин і на заключну частину (збір білетів і письмових робіт у вступників членами конкурсної комісії) - 10 хвилин.

8. Після закінчення атестаційного екзамену, на закритому засіданні екзаменаційної комісії, визначається середній бал оцінювання членами екзаменаційної комісії кожного питання екзаменаційного білета. Оцінка проводиться всіма членами комісії. Члени комісії приймають спільне рішення щодо оцінки відповіді на кожне питання екзаменаційного білета. Такі оцінки виставляються на аркуші з відповідями студента. Сума цих середніх балів переводиться до оцінок згідно з «Положенням про систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського».

9. Підведення підсумку атестаційного екзамену здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. З результатами екзамену студент ознайомлюється.

10. Результати письмового атестаційного екзамену можуть бути оскаржені в порядку, передбаченому для оскарження рішень комісії.

Розклад роботи екзаменаційної комісії та проведення атестаційного екзамену

Робота екзаменаційної комісії відбувається згідно розкладу, затвердженого Наказом Ректора.

Інформація про зміст і структуру екзаменаційного білету

Програма атестаційного екзамену для бакалаврів освітньо-професійної програми підготовки «Обладнання хімічних нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв» по спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» вміщує навчальний матеріал з дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі» за трьома розділами (теплові, механічні і гідромеханічні процеси), які представлені у екзаменаційних білетах. Для атестаційного екзамену бакалаврів освітньо-професійної програми підготовки «Обладнання хімічних нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв» по спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» передбачено 27 екзаменаційних білетів. Екзаменаційний білет складається з 4-х теоретичних питань за кожним з трьох розділів (теплові, механічні і гідромеханічні процеси) дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі».

Перелік наочного приладдя, матеріалів довідкового характеру, технічних та дидактичних засобів і обладнання, що дозволені для використання здобувачами під час підготовки відповідей на запитання/завдання у ході атестаційного екзамену

Наочне приладдя, матеріали довідкового характеру, технічні та дидактичні засоби і обладнання, що дозволені для використання здобувачами під час підготовки відповідей на запитання/завдання у ході атестаційного екзамену – не потрібні.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

В дисципліні «Процеси, апарати і машини галузі» вивчається теорія основних процесів, принципи побудови та методи розрахунків машин та апаратів, які використовуються для проведення цих процесів. Аналіз закономірностей проходження основних процесів та розробка узагальнених методів розрахунків апаратів та машин проводиться на основі фундаментальних, законів фізики, хімії (фізичної та органічної), термодинаміки, економіки та інших наук.

Дисципліна будується на знаходженні аналогії зовні різнорідних процесів та апаратів незалежно від галузі хімічної промисловості, в якій вони використовуються. В ньому вивчаються закономірності переходу від лабораторних процесів та апаратів до промислових.

Це інженерна дисципліна, яка є важливим розділом теоретичних основ хімічної технології. В той же час це складова частина комплексу дисциплін, які висвітлюють різні аспекти хімічної технології як науки, і її закономірності можуть бути використані під час розробки найбільш ефективних з техніко-економічної точки зору процесів любых хімічних машин та апаратів.

Розділи і повний перелік навчального матеріалу з дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі», які виносяться на комплексний атестаційний екзамен наведено нижче.

1 Гідромеханічні процеси

Роль гідромеханічних процесів в хімічній та нафтохімічній технологіях. Класифікація, характеристика неоднорідних систем. Базові гідромеханічні процеси.

1.1 Основи гідродинаміки

Основні характеристики потоку. Режими течії. Пояснити рівняння нерозривності. Вивести рівняння руху та рівняння Нав'є-Стокса. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Пояснити утворення пограничного шару. Аналіз рівнянь Нав'є-Стокса методами теорії подібності. Узагальнені (критеріальні) рівняння гідродинаміки. Основи гідродинаміки двофазних потоків. Фізико-хімічні засади механіки дисперсних систем.

1.2 Розділення неоднорідних систем

Навести класифікацію неоднорідних систем за агрегатним станом дисперсійного середовища та дисперсної фази.

1.2.1 Розділення неоднорідних систем в полі сил тяжіння

Фізична модель осадження в полі гравітаційних сил. Вивести диференційне рівняння осідання в полі сил тяжіння. Одержати критеріальне рівняння для розрахунку швидкості осідання методом теорії подібності. Пояснити фізичну суть стисненого осідання в рідинних відстійниках. Матеріальний баланс рідинного відстійника. Типові конструкції газових та рідинних відстійників. Алгоритм розрахунку газових та рідинних відстійників.

1.2.2 Розділення неоднорідних систем в полі відцентрових сил

Фізична суть процесу осадження в полі відцентрових сил та приклади його застосування в хімічній та нафтохімічній технологіях. Вивести диференціальне рівняння осідання в полі відцентрових сил. Одержати критеріальні залежності для визначення швидкості осідання твердих

частинок в полі відцентрових сил. Порівняти швидкості осідання твердих частинок в гравітаційному та відцентровому полі. Вивести модифікований критерій Архімеда. Фактор розділення. Типові конструкції циклонів. Апарат із зустрічними закрученими потоками. Фізична модель розділення рідких неоднорідних систем в гідроциклонах. Фактори які впливають на ефективність розділення в гідроциклонах. Область застосування. Основні конструкції гідроциклонів. Методика розрахунку гідроциклонів. Центрифуги для розділення суспензій відстійного типу. Класифікація центрифуг. Матеріальний баланс центрифуги. Вивести формулу для фактору розділення. Обґрунтувати параметри, які суттєво впливають на фактор розділення. Вивід рівняння поверхні розділення в барабані центрифуги. Визначення середнього та внутрішнього радіусу шару осаду в барабані центрифуги. Особливості конструкції барабану центрифуги. Типові конструкції центрифуг відстійного типу періодичної та безперервної дії. Центрифуги для розділення емульсій. Сепаратори для розділення рідин. Розрахунок продуктивності періодичного та безперервного процесу центрифугування. Порядок розрахунку відстійних центрифуг. Фільтруючі центрифуги. Визначення рушійної сили процесу у фільтруючих центрифугах. Типові конструкції фільтруючих центрифуг періодичної та безперервної дії. Порядок розрахунку фільтруючих центрифуг. Вивести залежності основних витрат потужності центрифуг в пусковий та робочий періоди.

1.2.3 Розділення неоднорідних систем методом фільтрації

Фізична сутність процесу фільтрації газових та рідинних неоднорідних систем. Типи фільтруючих перегородок для фільтрування газових неоднорідних систем та особливості їх застосування в хімічній та нафтохімічній промисловості. Конструкції рукавних, керамічних та металокерамічних фільтрів та фільтрів із зернистим рухомим шаром. Особливості фільтрування суспензій. Фактори, які впливають на швидкість фільтрації. Виведення диференційного рівняння руху рідини, що не стискується в порах осаду. Виведення основного рівняння фільтрації. Виведення критеріальної залежності для процесу фільтрації. Визначення еквівалентного діаметру пор осаду. Перетворення основного рівняння фільтрування при постійному тиску та постійній швидкості. Типові конструкції фільтрів періодичної та безперервної дії з різними способами формування рушійної сили. Порядок розрахунку газових фільтрів та фільтрів для суспензій безперервної дії (стрічкового та барабанного).

1.2.4 Перемішування в рідинному середовищі

Фізична сутність процесу перемішування і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Інтенсивність та ефективність перемішування. Перетворення критеріїв Рейнольдса та Ейлера для мішалок. Виведення залежності для розрахунку витрат потужності для мішалок в пусковий та робочий періоди. Пневматичне, циркуляційне та кавітаційне перемішування. Типи механічних мішалок. Перемішування неньютонівських рідин. Порядок вибору мішалок.

1.3 Псевдозрідження

Фізична сутність процесу і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Гідродинамічні основи процесу псевдозрідження. Крива псевдозрідження. Визначення швидкостей початку псевдозрідження і початку виносу. Види структур псевдозрідженого шару. Розрахунок гідравлічного опору в псевдозрідженому шарі. Порядок розрахунку апарату із псевдозрідженим шаром. Навести основні типи газорозподільчих решіток.

1.4 Механічні процеси

Теоретичні основи процесів подрібнення. Подрібнення матеріалів. Призначення процесів. Основний принцип процесу подрібнення. Основні фактори процесу подрібнення: витрати енергії і ступінь подрібнення.

Гранулометрія. Визначення середньозваженого розміру матеріалу. Номінальна і середня ступінь подрібнення. Класифікація матеріалів за крупністю та фізико-механічними властивостями. Подрібнення і помел.

Способи подрібнення матеріалів, їх аналіз. Робота та потужність подрібнення. Три теорії подрібнення, їх аналіз і можливості застосування. Застосування об'ємної теорії для розрахунку потужності шоквої дробарки. Потужність процесу подрібнення. Напружений стан твердого тіла. Формула потужності подрібнення і її аналіз.

Попереднє подрібнення. Шокові дробарки. Основні конструкції. Кут захвату. Число обертів, продуктивність, потужність. Конусні дробарки. Область застосування. Основні конструкції машин з крутим конусом та грибовидною головкою. Основні параметри конусних дробарок з крутим конусом. Кут захвату. Число обертів. Продуктивність. Потужність. Основні параметри дробарок з пологим конусом, грибовидною головкою. Число обертів (максимальне і оптимальне). Продуктивність, потужність.

Проміжне подрібнення. Валкові дробарки. Область застосування. Кут захвату. Співвідношення між розмірами подріблюваного матеріалу і валків. Продуктивність. Максимальне число обертів. Потужність. Молоткові дробарки. Область застосування. Основні конструкції. Теорія роботи молоткової дробарки. Розрахунки параметрів дробарки.

Грубий помел. Бігуни. Область застосування. Основні конструкції. Співвідношення між розмірами подріблюваного матеріалу і розмірами котків. Число обертів при обертанні котків і чаші. Різні методи розвантаження бігунів. Потужність приводу, продуктивність. Роликові млини. Принципи роботи і область застосування. Типи роликівих кільцевих млинів: з центробіжним натиском на ролики та кулі. Будова, робота та деякі параметричні і силові розрахунки. Молоткові, шахтні та пневматичні млини. Дезінтегратори. Конструкції і основні розрахунки.

Тонкий та сверхтонкий помел. Кульові млини. Область застосування. Класифікація млинів, їх основні конструкції. Млини однокамерні та багатокамерні. Число обертів млинів. Продуктивність. Аналіз рівняння для визначення продуктивності. Замкнутий цикл роботи кульового млина. Ступінь завантаження мелющими тілами і оптимальні умови роботи млинів. Потужність. Вібромлини. Область їх застосування. Основні конструкції. Методи розрахунків основних параметрів (потужність, опори, дебаланси). Млини колоїдні. Основні види. Конструктивні особливості. Принцип роботи.

Механічне сортування матеріалів. Класифікація матеріалів по крупності. Призначення процесу. Способи класифікації: від мілкою до крупною і навпаки. Грохоти, їх класифікація. Грохоти, які хитаються і обертаються. Дротяні сита, їх маркировка. ККД грохота. Методи визначення продуктивності грохотів. Гираційні грохоти. Числа обертів в залежності від напрямку руху матеріалів. Потужність і продуктивність. Конструкції гираційних грохотів. Горизонтальні грохоти на похилих гнучких стійках. Число обертів в залежності від напрямку руху матеріалу. Врівноважування грохотів. Розрахунки гнучких стійок. Потужність приводу. Розрахунки продуктивності. Інерційні грохоти. Направлений та ненаправлений дебаланси. Розрахунки дебалансів та пружин. Потужність і продуктивність. Напіввібраційні грохоти.

2 Теплові процеси

Роль теплових процесів в хімічній та нафтохімічній технології. Тепловий баланс. Промислові теплоносії. Способи організації теплообміну зі зміною агрегатного стану.

2.1 Основи теплопередачі

Навести основне рівняння теплопередачі. Рушійна сила теплових процесів. Обчислення середньої різниці температур для прямого, перехресного та змішаного току. Коефіцієнти теплопередачі та тепловіддачі.

Теплопровідність. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Виведення диференційного рівняння нестационарної теплопровідності. Точні розв'язання рівнянь стаціонарної та нестационарної теплопровідності. Теплове випромінювання.

Конвективний теплообмін. Виведення диференційного рівняння конвективного теплообміну. Спільне розв'язання рівнянь гідродинаміки та конвективного теплообміну методами теорії подібності. Тепловіддача. Закон Ньютона. Одержання критеріального рівняння конвективного теплообміну. Тепловіддача в ньютонівських рідинах.

Теплообмін при змінах агрегатного стану. Тепловіддача при кипінні, конденсації, плавленні, твердінні.

Теплообмін з зернистими шарами і насадками. Критерії Біо, Фур'є. Безрозмірна температура.

2.2 Нагрівання, охолодження, конденсація

Значення нагрівання, охолодження, конденсації при реалізації хіміко-технологічних та нафтохімічних процесів. Межі застосування температур та вибір відповідного теплоносія або охолоджуючого агента.

Нагрівання водяною парою, димовими газами, проміжними теплоносіями, електричним струмом. Охолодження водою, повітрям, льодом.

Конденсація поверхнева та змішана. Конденсація парогазових сумішей.

Класифікація теплообмінної апаратури. Теплообмінники рекуперативного типу. Теплообмінники кожухотрубчасті одно- та багатоходові, спіральні, ребристі, пластинчаті та ін. Теплообмінна апаратура регенеративного типу. Визначення оптимальних швидкостей теплоносіїв та кінцевих перепадів температур. Алгоритм розрахунку теплообмінної апаратури рекуперативного та регенеративного типу. Конденсатори змішання, алгоритм їх розрахунку.

2.3 Випарювання

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Випарювання під тиском і вакуумом. Однократне випарювання. Схема однокорпусної випарної установки. Матеріальний та тепловий баланс однократного випарювання. Теплота розчинення. Загальна та корисна різниця температур. Визначення загальної різниці температур з урахуванням температурної та гідростатичної депресій. Гідравлічні втрати. Визначення витрат гріючої пари та площі поверхні теплообміну. Питомі витрати гріючої пари.

Багатократне випарювання. Сутність та переваги багатократного випарювання. Прямотечійні, протитечійні багатокорпусні випарні установки та установки з тепловим насосом. Порівняльна характеристика різних схем випарювання. Матеріальний та тепловий баланси багатократного випарювання. Розподіл загальної різниці температур в багатокорпусній випарній установці. Розподіл корисної різниці температур по корпусам. Оптимальна кількість корпусів в установках багатократного випарювання. Конструкції випарних апаратів і їх класифікація. Випарні апарати з природною та вимушеною циркуляцією. Гравітаційні та роторні випарні апарати. Алгоритм розрахунку випарних установок.

2.4 Штучне охолодження

Пояснити фізичну суть перенесення теплоти з низького на високий температурний рівень.

Зворотний цикл Карно. Холодильний коефіцієнт. Охолодження при ізоентропійному та ізоентальпійному розширенні. Температура інверсії.

Помірне охолодження. Способи помірного охолодження. Парокомпресійні холодильні установки. Холодильні агенти. Цикли з сухим ходом компресора. Побудова циклів в T-S та P-I діаграмах, визначення питомої холодопродуктивності, теплового навантаження теплообмінної апаратури, витрати холодоагенту та розрахунок потужності компресора. Схеми пароводяної, електричної та абсорбційної холодильних установок. Схема розрахунку установок помірного охолодження.

Глибоке охолодження. Мінімальна робота для зрідження газів. Ступеневе охолодження із застосуванням проміжних холодильних агрегатів. Регенеративний цикл з ізоентальпійним

розширенням стиснутого газу. Алгоритм розрахунку установок глибокого охолодження.

3 Масообмінні процеси

3.1 Основи масопередачі

Фізична сутність процесу масопередачі. Стан рівноваги. Правило фаз. Механізм процесу масопередачі. Молекулярна, турбулентна та конвективна дифузії. Моделі дифузійних процесів. Перший закон Фіка. Вивести диференційне рівняння молекулярної та конвективної дифузій. Сформулювати основне рівняння конвективної дифузії. Вивести рівняння на межі розділу фаз. Вивести критерії подібності та критеріальні залежності для масообмінних процесів.

Матеріальний баланс процесів масообміну для абсорбції. Вивести рівняння робочої лінії процесу для абсорбції для випадків коли лінія рівноваги пряма та крива. Визначення середньої рушійної сили процесу, коли лінія рівноваги прямі і крива. Провести перетворення основного рівняння масопередачі для насадкових апаратів. Пояснити фізичну суть числа і висоти одиниць масопереносу. Вивести залежність коефіцієнта масопередачі. Порядок розрахунку масообмінних апаратів. Визначення висоти насадкових апаратів. Визначення числа дійсних тарілок за кінетичними кривими.

Масопередача в системах з твердою фазою. Масопровідність. Проаналізувати дифенційне рівняння масопровідності. Коефіцієнт масопровідності. Критеріальне рівняння масопередачі в системах з твердою фазою.

3.2 Абсорбція і десорбція

Фізична сутність процесу і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага в процесах абсорбції. Фізична та хімічна абсорбція. Матеріальний та тепловий баланси абсорбції. Визначення мінімальних витрат поглинача. Неізотермічна абсорбція. Десорбція. Кінетика процесу. Принципові схеми процесів абсорбції: протитечійні, прямотечійні та з рециркуляцією по рідкій та газовій фазі.

Фізична сутність процесу десорбції. Матеріальний баланс процесу. Скласти рівняння матеріального балансу процесу в диференціальній формі. Одержання рівняння робочої лінії процесу. Способи проведення десорбції.

3.3 Ректифікація

Фізична сутність процесу і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Фазова рівновага системі рідина–пар для бінарних сумішей. Вивести рівняння матеріального і теплового балансу ректифікації. Флегмове число. Періодична та безперервна ректифікації. Вивести рівняння робочих ліній для верхньої та нижньої частини колони. Кінетика процесу ректифікації. Азеотропна та екстрактивна ректифікація. Визначення мінімального флегмового числа. Способи розрахунку числа дійсних тарілок. Ректифікація багатоконпонентних сумішей. Принципові схеми процесів.

Дистиляція. Однократне випаровування. Проста перегонка та перегонка з дефлегмацією, перегонка з водяною парою. Вивести рівняння для розрахунку простої перегонки.

3.4 Базові конструкції апаратів для абсорбції і ректифікації

Плівкові колони. Принцип роботи. Типи плівкових колон. Режими роботи. Гідродинаміка плівкових апаратів.

Насадкові колони. Принцип роботи. Типи насадок. Робочі режими. Гідродинаміка насадкових колон. Визначення робочої швидкості газу при протитечійній схемі.

Тарілчасті колони. Принцип роботи. Основні тарілки: клапанні, ковпачкові, сітчасті та провальні. Робочі режими. Гідродинаміка тарілчастих колон. Схеми розрахунку апаратів для проведення процесів абсорбції та ректифікації.

3.5 Процеси екстракції в системах рідина–рідина

Фізична сутність процесу екстракції та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага в процесах екстракції. Матеріальний баланс. Діаграми процесів екстракції. Кінетичні закономірності. Принципові схеми процесів екстракції. Базові конструкції екстракторів. Графоаналітичний спосіб визначення числа ступенів екстракції.

3.6 Процеси розчинення та екстракції в системах тверде тіло–рідина

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага, матеріальний баланс, кінетика процесу розчинення. Визначення числа ступенів екстракції і побудова діаграми. Принципові схеми процесів, апаратури. Схеми розрахунку апаратів.

3.7 Адсорбція

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага в процесах адсорбції. Теплота адсорбції. Адсорбенти. Умови десорбції. Матеріальний баланс процесу. Кінетика адсорбції. Принципові схеми процесів адсорбції, апаратура. Схема розрахунку адсорберів.

3.8 Процес розділення з використанням роздільних перегородок

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Мікропористі та полімерні мембрани. Мембранне розділення рідин, газів, мембранне випаровування. Зворотній осмос та ультрафільтрація. Теорія проникнення речовин скрізь мембрани. Апаратура для здійснення процесу; апарати з плоско-камерними та трубчатими фільтруючими елементами, фільтруючими елементами рулонного типу та порожнистими волокнами. Схеми розрахунку апаратів.

3.9 Сушіння

Фізична сутність процесу сушіння та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Способи теплового сушіння. Рівноважна вологість та форми зв'язку вологи з матеріалом. Властивості вологого газу. Побудова I–X діаграм. Матеріальний та тепловий баланс сушіння. Зображення процесів сушіння на діаграмі вологого повітря. Принципові схеми процесів сушіння та їх розрахунок по I–X діаграмі. Визначення витрати повітря і теплоти. Кінетика процесу сушіння. Періоди постійної і падаючої швидкості сушіння. Масоперенесення в твердій і газовій фазах. Типи конвективних і кондуктивних сушарок та алгоритм їх розрахунку.

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна програма – «Обладнання хімічних нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____

Комплексного атестаційного екзамену на здобуття освітнього ступеня бакалавра зі спеціальності
133 Галузеве машинобудування

1. Сформулювати визначення понять і обґрунтувати виведення основного закону теплопровідності.
2. Охарактеризувати процес магнітної сепарації сухих і рідких матеріалів та конструкції магнітних сепараторів.
3. Проаналізувати основні фактори і способи подрібнення матеріалів.
4. Проаналізувати конструкції багатокорпусних випарних установок.

Короткий опис критеріїв оцінювання: Повна, правильна та обґрунтована відповідь на питання екзаменаційного білету, який складається з чотирьох рівновагових питань за кожним з чотирьох розділів курсу «Процеси та обладнання хімічних технологій» оцінюється такою кількістю балів: кожне з чотирьох питань по 25 балів.

У відповідях на теоретичні завдання екзаменаційного білета оцінюється:

- повнота розкриття питання;
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків.

Підставами для зниження рейтингу є:

- неповна відповідь на питання екзаменаційного білету (-15 балів);
- неправильна відповідь на питання екзаменаційного білету (-25 балів);
- неточності у моделюванні процесів, виведенні рівнянь, формулюваннях термінів, правил, законів (-3 бали);
- відсутність обґрунтування наведених висновків (-5 балів);
- недостатня здатність студента до узагальнення та аналізу фактів, інтерпретування схем, графіків і діаграм (-5 балів);
- нечітке, недостатньо логічне, непослідовне викладення матеріалу тощо (- 3 бали). Кожне питання екзаменаційного білету залікової контрольної роботи оцінюється згідно з таблицею:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
24-25	Відмінно
21-23	Дуже добре
18-20	Добре
16-17	Задовільно
15	Достатньо
менше 14	Незадовільно

Затверджено на засіданні кафедри Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв
Протокол № _____ від «___» _____ 20__ р.

В. о. завідувача кафедри МАХНВ

Андрій СТЕПАНЮК

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

Критерії та система оцінювання (PCO) відповідають вимогам Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПШ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/37>).

Атестаційний іспит проводять лише за затвердженим комплектом екзаменаційних білетів. Кількість варіантів білетів має забезпечити самостійність виконання завдання кожним студентом.

Відмова студента від написання атестаційного екзамену за екзаменаційним білетом атестується як незадовільна відповідь.

Під час атестаційного екзамену студентам дозволяється користуватися ручкою та листами вступного випробування. При виявленні факту використання студентом недозволених матеріалів екзаменаційна комісія має право припинити випробування студента і виставити йому незадовільну оцінку.

Для написання атестаційного екзамену студентам надається не більше 135 хвилин.

Письмові роботи студентів з фахового вступного випробування оцінюють за системою ECTS (100-бальною шкалою).

Повна, правильна та обґрунтована відповідь на питання екзаменаційного білету, який складається з чотирьох рівновагових питань за кожним з трьох розділів курсу «Процеси та обладнання хімічних технологій» (з теплових, механічних, гідромеханічних процесів), оцінюється такою кількістю балів:

- перше питання – $R_1 = 25$ балів;
- друге питання – $R_2 = 25$ балів;
- третє питання – $R_3 = 20$ балів;
- четверте питання – $R_4 = 25$ балів,

де R_1, R_2, R_3, R_4 - значення рейтингу за відповідно перше, друге, третє та четверте питання екзаменаційного білету атестаційного екзамену.

У відповідях на теоретичні завдання екзаменаційного білету оцінюється:

- повнота розкриття питання;
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків.

Підставами для зниження рейтингу є:

- неповна відповідь на питання екзаменаційного білету (-15 балів);
- неправильна відповідь на питання екзаменаційного білету (-25 балів);
- неточності у моделюванні процесів, виведенні рівнянь, формулюваннях термінів, правил, законів (-3 бали);
- відсутність обґрунтування наведених висновків (-5 балів);
- недостатня здатність студента до узагальнення та аналізу фактів, інтерпретування схем, графіків і діаграм (-5 балів);
- нечітке, недостатньо логічне, непослідовне викладення матеріалу тощо (- 3 бали).

Після закінчення атестаційного екзамену, на закритому засіданні екзаменаційної комісії, визначається середній бал оцінювання членами екзаменаційної комісії кожного запитання.

Кожне питання екзаменаційного білету залікової контрольної роботи оцінюється згідно з таблицею:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
24-25	Відмінно
21-23	Дуже добре
18-20	Добре
16-17	Задовільно
15	Достатньо
менше 14	Незадовільно

Сумарна кількість балів набраних вступником за комплексне фахове випробування (значення рейтингу фахового вступного випробування $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 25 + 25 + 25 + 25 = 100$ балів).

Результуючі рейтингові бали окремого студента переводяться в оцінку за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології 1: підручник / Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К. : НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.1 – 416 с.

2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології 2: підручник / Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К. : НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.2 – 416 с.

3. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., ГОТЛИНСКАЯ А.П., и др.. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник. В двух частях. Часть 1./ Под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харьков: НТУ «ХПИ» 2004. – 632 с.: ил. – На русск. Яз.

4. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., ГОТЛИНСКАЯ А.П., и др. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник. В двух частях. Часть 2./ Под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харьков: НТУ «ХПИ» 2004. – 632 с.: ил. – На русск. Яз.

5. Врогов А.П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв. Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007 – 284 с.

6. Лабораторний практикум по курсу «Основные процессы и аппараты химической технологии»: учеб. Пособие / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, В.А. Лещенко, А.П. Готлинская и др.; под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. Харьков: НТУ «ХПИ», 2008 – 420 с.- На рус.яз.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

В. о. завідувача кафедри МАХНВ
кандидат технічних наук, доцент

Андрій СТЕПАНЮК

доктор технічних наук,
професор кафедри МАХНВ, професор

Ярослав КОРНІЄНКО

кандидат технічних наук, д
оцент кафедри МАХНВ, доцент

Сергій ГУЛІЄНКО