

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

ЗАТВЕРДЖЕНО РАДОЮ  
інженерно–хімічного факультету  
Протокол № 6 від 20.02.2015

Декан ІХФ \_\_\_\_\_ Є.М. Панов

МП

**П Р О Г Р А М А**

фахового випробування для вступу на освітньо–професійну  
програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності  
8 (7).05050315 "Обладнання хімічних виробництв і підприємств  
будівельних матеріалів"

Програму рекомендовано кафедрою  
хімічного, полімерного і силікатного  
машинобудування

Протокол № 5 від 21.01.2015 р.

Завідувач кафедри ХПСМ

\_\_\_\_\_ В. І. Сівецький

Програму рекомендовано кафедрою  
машин та апаратів хімічних і  
нафтопереробних виробництв

Протокол № 7 від 28.01.2015 р.

Завідувач кафедри МАХНВ

\_\_\_\_\_ Я. М. Корнієнко

## ВСТУП

Мета програми фахового випробування для вступу на освітньо–професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» – визначити у вступників здатності з дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі», яка вивчалася ними до випробувань за напрямом підготовки «Машинобудування» і виноситься на вступне фахове випробування:

- робити обґрунтований вибір обладнання для реалізації теплообмінних процесів та знати методики і формули їх параметричних розрахунків;
- робити обґрунтований вибір обладнання для реалізації механічних процесів та знати методики і формули їх параметричних розрахунків;
- робити обґрунтований вибір обладнання для реалізації гідромеханічних процесів та знати методики і формули їх параметричних розрахунків.

Задача програми фахового випробування для вступу на освітньо–професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» – визначити у вступників сформовану систему знань і умінь з дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі»:

- представляти теорію основних процесів, принципи побудови машин та апаратів, які використовуються для проведення цих процесів;
- проводити аналіз закономірностей проходження основних процесів;
- представляти узагальнені методики і формули розрахунків апаратів та машин, що відбуваються в них на основі фундаментальних, законів фізики, хімії (фізичної та органічної), термодинаміки, економіки та інших наук.

Програма фахового випробування для вступу на освітньо–професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» має наступну структуру:

- Вступ;
- Основний виклад;
- Прикінцеві положення;
- Список літератури;
- Перелік розробників програми.

Програма фахового випробування для вступу на освітньо–професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» вміщує навчальний матеріал з дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі» за трьома розділами (теплові, механічні і гідромеханічні процеси), які представлені у екзаменаційних білетах. Для фахового вступного випробування на освітньо–професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» передбачено 30 екзаменаційних білетів. Екзаменаційний білет складається з 3–х теоретичних питань за кожним з трьох розділів (теплові, механічні і гідромеханічні процеси) дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі».

Методика проведення фахового випробування. Члени конкурсної комісії з фахового випробування інформують вступників про порядок проведення і оформлення робіт з фахового випробування, видають вступникам 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.

Тривалість фахового випробування для вступу на освітньо–професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» – не більше 3–х академічних годин (135 хв.) без перерви. На організаційну частину фахового випробування (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання випробування, видача білетів і листів для оформлення роботи) відводиться 20 хвилин від всього часу на фахового випробування, на відповіді на кожне з трьох рівновагових питань екзаменаційного білету вступнику дається по 35 хвилин і на заключну частину (збір білетів

і письмових робіт у випускників членами конкурсної комісії) – 10 хвилин.

По закінченні часу, відведеного на складання фахового випробування, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання. Оцінка проводиться всіма членами комісії. Члени конкурсної комісії приймають спільне рішення щодо оцінки відповіді на кожне питання екзаменаційного білета. Такі оцінки виставляються на аркуші з відповідями студента.

Підведення підсумку фахового випробування здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. З результатами іспиту студент ознайомлюється.

Результати письмового фахового випробування можуть бути оскаржені в порядку, передбаченому для оскарження рішень конкурсної комісії.

## 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 фахове випробування для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» наведено нижче.

### Розділ 1. Гідромеханічні процеси

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

**Тема 1.** Основи гідродинаміки. Основні характеристики потоку. Режимы 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.

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

**Тема 2.** 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.

**Тема 3.** 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.

**Тема 4.** 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).

**Тема 5.** 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 ньютонівських рідин. Порядок вибору мішалок.

**Тема 6.** 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.

## Розділ 2. Механічні процеси

**Тема 1.** Теоретичні основи процесів подрібнення. Подрібнення матеріалів. Призначення процесів. Основний принцип процесу подрібнення. Основні фактори процесу подрібнення: витрати енергії 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.

**Тема 2.** 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.

**Тема 3.** 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.

**Тема 4.** 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 роликів 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.

**Тема 5.** 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 мелючими 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.

**Тема 6.** Механічне сортування матеріалів. Класифікація матеріалів по крупності. Призначення процесу. Способи класифікації: від мілкого до крупного і навпаки. Грохоти, їх класифікація. Грохоти, які хитаються і обертаються. Дротяні сита, їх маркування. ККД грохота. Методи визначення продуктивності грохотів. Гиращі грохоти. Числа обертів в залежності від напрямку руху матеріалів. Потужність і продуктивність. Конструкції гиращіх 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.

## Розділ 2. Теплові процеси

**Тема 1.** Роль теплових процесів в хімічній та нафтохімічній технології. Тепловий баланс. Промислові теплоносії. Способи організації теплообміну зі зміною агрегатного стану.

**Тема 2.** 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.

**Тема 3.** 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 неньютонівських рідинах.

**Тема 4.** Теплообмін при змінах агрегатного стану. Тепловіддача при кипінні, конденсації, плавленні, твердінні. Теплообмін з зернистими шарами і насадками. Критерії Біо, Фур'є. Безрозмірна температура.

**Тема 5.** 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.

**Тема 6.** 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.

**Тема 7.** 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, протитечіїні 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.

**Тема 8.** 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.

### Розділ 3. Масообмінні процеси

**Тема 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 дифузії. Сформулювати основне рівняння конвективної дифузії. Вивести рівняння на межі розділу фаз. Вивести критерії подібності та критеріальні залежності для масообмінних процесів.

**Тема 2.** 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.

**Тема 3.** Масопередача в системах з твердою фазою. Масопровідність. Проаналізувати дифенційне рівняння масопровідності. Коефіцієнт масопровідності. Критеріальне рівняння масопередачі в системах з твердою фазою.

**Тема 4.** 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 поглиначів. Неізотермічна абсорбція. Десорбція. Кінетика процесу. Принципові схеми процесів абсорбції: протитечієві, прямотечієві 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.

**Тема 5.** 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 багатокомпонентних сумішей. Принципові схеми процесів.

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

**Тема 6.** 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 протитечієвій 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.

**Тема 7.** 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.

**Тема 8.** 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.

**Тема 9.** 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.

**Тема 10.** 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 крізь мембрани. Апаратура для здійснення процесу; апарати з плоско–камерними та трубчастими фільтруючими елементами, фільтруючими елементами рулонного типу та порожнистими волокнами. Схеми розрахунку апаратів.

**Тема 8.** 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 твердих і газових фазах. Типи конвективних і кондуктивних сушарок та алгоритм їх розрахунку.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

На фаховому випробуванні для вступу на освітньо–професійну програму підготовки

магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» за змістом завдань у екзаменаційному білеті немає необхідності використання допоміжного матеріалу (довідники, прилади, тощо).

**Критерії оцінювання фахового вступного випробування.**

Вступне фахове випробування проводять лише за затвердженим комплектом екзаменаційних білетів. Кількість варіантів білетів має забезпечити самостійність виконання завдання кожним студентом.

Відмова студента від написання фахового вступного випробування за екзаменаційним білетом атестується як незадовільна відповідь.

Під час вступного випробування 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 фахового вступного випробування студентам надається не більше 135 хвилин.

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

Повна, правильна та обгрунтована відповідь на питання екзаменаційного білету, який складається з трьох рівновагових питань за кожним з трьох розділів курсу «Процеси, апарати і машини галузі» (з теплових, механічних, гідромеханічних процесів), оцінюється такою кількістю балів:

- перше питання –  $R_1=35$  балів;
- друге питання –  $R_2=35$  балів;
- третє питання –  $R_3=30$  балів,

де  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  – значення рейтингу за відповідно перше, друге, третє питання екзаменаційного білету фахового вступного випробування.

Підставами для зниження рейтингу є:

- неповна відповідь на питання екзаменаційного білету (–5 балів);
- неправильна відповідь на питання екзаменаційного білету (–10 балів);
- неточності у моделюванні процесів, виведенні рівнянь, формулюваннях термінів, правил, законів (–3 бали);
- відсутність обгрунтування 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).

Сумарна кількість балів набраних вступником за фахове випробування (значення рейтингу фахового вступного випробування  $R = R_1 + R_2 + R_3 = 35 + 35 + 30 = 100$  балів).

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

| Рівень відповіді | Кількість балів за відповідь на питання |           |
|------------------|---|-----------|
|                  | питання 1 і 2                           | питання 3 |
| Відмінно         | 33 – 35                                 | 28 – 30   |
| Добре            | 26 – 32                                 | 23 – 27   |
| Задовільно       | 21 – 25                                 | 18 – 22   |
| Незадовільно     | 0 – 20                                  | 0 – 17    |

Підставами для зниження рейтингу є:

Відповідність сумарної кількості набраних студентом балів (значення рейтингу) оцінкам за шкалою ECTS ( $R_D$ ) і традиційним екзаменаційним оцінкам наведена в таблиці 1.



Таблиця 1 – Відповідність кількості балів оцінкам за шкалою ECTS ( $R_D$ ) і традиційним екзаменаційним оцінкам

| Сума балів,<br>$R_D$ | Оцінка ECTS та її визначення                      | Традиційна оцінка |
|----------------------|---|-------------------|
| 95 ... 100           | A – Відмінно                                      | Відмінно          |
| 85 ... 94            | B – Дуже добре                                    | Добре             |
| 75 ... 84            | C – Добре   |                   |
| 65 ... 74            | D – Задовільно                                    | Задовільно        |
| 60 ... 64            | E – Достатньо (задовольняє мінімальним критеріям) |                   |
| 0 ... 60             | Fx – Незадовільно                                 | Незадовільно      |

При цьому підсумкові традиційні оцінки мають відповідати таким узагальненим критеріям:

**ВІДМІННО** – студент демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, відсутність помилок в тексті відповідей, правильні відповіді на не менше ніж два додаткових питання.

**ДОБРЕ** – студент допускає несуттєві неточності в тексті відповідей та додаткових питаннях, має труднощі в трансформації умінь у нових умовах.

**ЗАДОВІЛЬНО** – студент засвоїв основний теоретичний матеріал, але допускає неточності в тексті відповідей та додаткових питаннях, що не є перешкодою до подальшого навчання. Уміє використовувати знання для вирішення стандартних завдань.

**НЕЗАДОВІЛЬНО** – студент не засвоїв окремих розділів, невірні відповіді на додаткові питання, не здатен застосувати знання на практиці, що робить неможливим його подальше навчання.

### Приклад типового завдання фахового випробування

магістра:

1. Проаналізувати складний теплообмін та порядок розрахування загального коефіцієнту тепловіддачі.
2. Обґрунтувати фізичну модель молекулярної дифузії. Вивести диференціальні рівняння молекулярної дифузії.
3. Проаналізувати тепловий баланс трьохкорпусної випарної установки.

спеціаліста:

1. Проаналізувати фізичну та математичну модель конвективного теплообміну. Проаналізувати основні принципи розв'язання рівнянь математичної моделі на основі теорії подібності.

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

3. Температури гріючої і вторинної пари у випарному апараті становлять  $t_r=135^{\circ}\text{C}$  і  $t_b=100^{\circ}\text{C}$ , відповідно. Сума температурної і гідростатичної депресій дорівнює  $\Delta' + \Delta'' = 15^{\circ}\text{C}$ . Визначити загальну  $\Delta t_{\text{заг}}$  і корисну  $\Delta t_{\text{кор}}$  різниці температур.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна література

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. І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник. – К.: “Інрес”: “Волл”, 2006. – 261с.
  4. І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: “Норіта-плюс”, 2007. – 216с.
  5. І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. Навчальні дослідження процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: “Норіта-плюс”, 2006. – 160с.
  6. Малиновський В.В. Гидродинамические процессы в химической технологии. Текст лекций – Киев: КПИ, 1987. – 68 с.
  7. Малиновський В.В. Тепловые процессы в технологии переработки пластмасс. Текст лекций – Киев: КПИ, 1980.– 68с.
  8. Малиновський В.В. Коваленко І.В. Процеси та апарати хімічної технології в прикладах і завданнях. – Київ: УМК ВО, 1992. – 192 с.
  9. Малиновський В.В., Коваленко І.В. Процессы и аппараты химической технологии в примерах и задачах. – Киев: УМК ВО, 1992. – 196 с.
  10. Малиновський В.В., Коваленко І.В. Основные процессы химических производств. – Киев: УМК ВО, 1990. – 228 с.
  11. Малиновський В.В., Коваленко І.В. Расчеты оборудования химических производств. Примеры и задания. – Киев: УМК ВО, 1988.– 220 с.
  12. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., ГОТЛИНСКАЯ А.П., и др. Процессы и аппараты химической технологи. Учебник. В двух частях. Часть 1./ Под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харьков: НТУ «ХПИ» 2004. – 632 с.: ил. – На русск. Яз.
  13. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., ГОТЛИНСКАЯ А.П., и др. Процессы и аппараты химической технологи. Учебник. В двух частях. Часть 2./ Под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харьков: НТУ «ХПИ» 2004. – 632 с.: ил. – На русск. Яз.
  14. Врогов А.П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв. Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007 – 284 с.
  15. 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.
  16. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтеперерабатывающей технологии. М.: Химия, 1987, 406 с.
  17. Касаткин А. Г., Основные процессы и аппараты химической технологии. М. Химия, 1973, 754 с.
  18. Скобло А.Й., Трегубова Й.А., Молоханов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. –М.; Химия, 1982, 583 с.
  19. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2–е В 2–х кн.Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. М.: Химия. 1995. – 400 с.
  20. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2–е В 2–х кн.Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия. 1995. – 368с.
  21. Чернобыльский И. И. Выпарные установки. – К.: Вища школа, 1970. – 244 с.
  22. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1. – М.: Химия, 1995. – 400 с.
  23. Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
  24. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергия. 1975. – 487 с.

### Додаткова література

1. Андреев С.Е. и др. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых.– М.: Госгортехиздат, 1966.– 378 с.
2. Барабашкин В.П. Молотковые и роторные дробилки.– М: Недра, 1963.–218с.

3. Богданов А.И. Механическое оборудование цементных заводов.– М.: Промстройздат, 1961. – 296 с.
4. Кольман–Иванов Э.Э. Конструирование и расчет химических производств. – М.: Машиностроение, 1985. –408 с.
5. Коган В.В. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. Л.: Химия, 1977.
5. Перри Д. Справочник инженера–химика. Т.1 и 2, перевод с английского под ред. Н.М.Жаворонкова и П.Г.Романкова. Л.; Химия, 1969.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – М.: Химия, 1987, 576 с.
7. Клушанцев Б.В. Щековые дробилки. – М.: ЦИНТИ , 1962.– 181с.
8. Машины химических производств: Атлас конструкций: Учеб. пособие (Под ред. Э.Э. Кольмана–Иванова) – М.: Машиностроение, 1981. – 118с.
9. Олевский В.А. Размольное оборудование обогатительных фабрик.– М.: Госгортехиздат, 1963.– 243 с.

### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Завідувач кафедри МАХНВ,  
доктор технічних наук, професор

\_\_\_\_\_ / Я. М. Корнієнко /

Доцент кафедри ХПСМ, к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_ / В. В. Малиновський /