

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інженерно-хімічного факультету

Протокол № 1 від 27 січня 2021 р.

Голова вченої ради _____ Євген ПАНОВ

м.п.

ПРОГРАМА

**вступного комплексного фахового випробування
для вступу на освітню програму підготовки магістра
«Інжиніринг паковань та пакувального обладнання»
за спеціальністю 131 Прикладна механіка**

Програму рекомендовано кафедрою
хімічного, полімерного і силікатного
машинобудування
протокол № 10 від 21.01.2021 р.
в. о. завідувача кафедри ХПСМ

_____ Олександр ГОНДЛЯХ

Київ – 2021

ВСТУП

Мета програми вступного комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг паковань та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка – донести до відома вступника комплекс питань, винесених на іспит, форму його проведення і критерії оцінювання.

Програма вступного комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг паковань та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка має наступну структуру:

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

Програма вступного комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг паковань та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка вміщує навчальний матеріал з дисципліни «Процеси, апарати і машини галузі» за трьома розділами (теплові, механічні і гідромеханічні процеси), які представлені у екзаменаційних білетах. Для комплексного фахового вступного випробування на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг паковань та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка 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 комплексного фахового випробування. Члени конкурсної комісії з комплексного 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 комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг паковань та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка – не більше 3-х академічних годин (135 хв.) без перерви. На організаційну частину комплексного фахового випробування (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання випробування, видача білетів і листів для оформлення роботи) відводиться 20 хвилин від всього часу на комплексного 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 комплексного фахового випробування здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. З результатами іспиту студент ознайомлюється згідно з правилами прийому в університет.

Результати письмового комплексного 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 комплексне фахове випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка наведено нижче.

1 Гідромеханічні процеси

Роль гідромеханічних процесів в хімічній технології та пакувальній техніці. 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 технології та пакувальній техніці. 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 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 технології та пакувальній техніці. 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 технології та пакувальній техніці. 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 подрібнюваного 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 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.

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. Вібротлини. 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 мілкого до крупного 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 технології та пакувальній техніці. 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 стационарної 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 неньютонівських 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 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, пластинчасті 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 Сушіння

Фізична сутність процесу сушіння та його застосування в хімічній технології та пакувальній техніці. 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 розрахунків 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.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

На вступному комплексному фаховому випробуванні для вступу на освітню програму підготовки магістра «Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання» за спеціальністю 131 Прикладна механіка 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 та обладнання хімічних технологій» (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 комплексне 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

Залежно від загальної суми отриманих балів вступнику, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка за 100 бальною шкалою, але згідно «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2020 році» при обчисленні конкурсного балу робота вступника повинна бути перерахована із застосування шкали оцінювання 100-200 балів, таблиця перерахунку наведена нижче:

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

1. Сформулювати визначення понять і обґрунтувати виведення основного закону теплопровідності.
2. Представити методику розрахунку пускової потужності лопатевих мішалок.
3. Проаналізувати основні фактори і способи подрібнення матеріалів.

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. Малиновский В.В. Гидродинамические процессы в химической технологии. Текст лекций - Киев: КПИ, 1987. – 68 с.

7. Малиновский В.В. Тепловые процессы в технологии переработки пластмасс. Текст лекций - Киев: КПИ, 1980. – 68с.
8. Малиновский В.В. Коваленко І.В. Процеси та апарати хімічної технології в прикладах і завданнях. - Київ: УМК ВО, 1992. – 192 с.
9. Малиновский В.В., Коваленко И.В. Процессы и аппараты химической технологии в примерах и задачах. - Киев: УМК ВО, 1992. – 196 с.
10. Малиновский В.В., Коваленко И.В. Основные процессы химических производств. - Киев: УМК ВО, 1990. - 228 с.
11. Малиновский В.В., Коваленко И.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 технологии. 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 технологии. 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. Лабораторній практикум по курсу «Основные процессы и аппараты химической технологии»: учеб. Пособие / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, В.А. ЛЕШЕНКО, 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

Доцент кафедри ХПСМ, к.т.н. доц.

Тетяна ШИЛОВИЧ

Доцент кафедри ХПСМ к.т.н. доц.

Олександр СОКОЛЬСЬКИЙ