

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної
та методичної роботи
к.психол.н., професор

_____ О. О. Назаров

"__" _____ 20__ р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація «Радіаційний та хімічний захист»

(назва спеціалізації)

Харків 2016 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв» для здобувачів вищої освіти

за спеціальністю «Хімічні технології та інженерія»
(назва спеціальності)

за спеціалізацією «Радіаційний та хімічний захист»
(назва спеціалізації)

Розробники: Скородумова О.Б. - професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, старший науковий співробітник
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

Робочу програму навчальної дисципліни рекомендовано кафедрою спеціальної хімії та хімічної технології.
(назва кафедри)

Протокол від. « 26 » 08 2016 року № 1

Начальник (завідувач) кафедри спеціальної хімії та хімічної технології
(назва кафедри)

Тарахно О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ року

Схвалено вченою радою факультету оперативно-рятувальних сил

Протокол від « ____ » _____ 20__ року № ____

Голова вченої ради факультету оперативно-рятувальних сил
(назва факультету)

Безуглов О.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 9,5	Галузь знань 0513 "Хімічна технологія та інженерія" (шифр і назва)	Нормативна	
	Напрямок підготовки <u>6.051301 "Хімічна технологія"</u> (шифр і назва)		
Модуль 1	Спеціальність (професійне спрямування):	Рік підготовки:	
Змістових модулів 5		2016-2016	
Індивідуальне науково-дослідне завдання ____-_ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин 342		7-8 й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 4 самостійної роботи студента 2,6	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		60 год.	0 год.
		Практичні, семінарські	
		66 год.	0 год.
		Лабораторні	
		14 год.	0 год.
		Самостійна робота	
		202 год.	0 год.
Індивідуальні завдання: 0 год.			
Вид контролю: бсем-диф.залік, 7 сем-іспит			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 140/202

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Підготовка фахівців до викладацької та дослідницької діяльності за спеціальністю зі сформованим систематизованим комплексом знань про основні процеси хімічних виробництв та навички їх використання в різних галузях харчової промисловості.

Завдання: Забезпечити комплексну підготовку студентів шляхом засвоєння ними теоретичних знань, практичних вмінь та навичок обґрунтування вибору типу обладнання та розрахунку його основних характеристик для кожного технологічного процесу хімічних виробництв.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- Теорію основних процесів хімічних виробництв та рушійних сил, під дією яких вони протікають;

- методи розрахунку апаратів та машин.
- схеми та принцип дії різних промислових апаратів хімічної промисловості
- закономірності переходу від лабораторних процесів до виробничих.

вміти:

- розрахувати гідравлічну систему для подачі рідких і газових (парових) матеріальних потоків у різні апарати, розраховувати оптимальні параметри роботи насосів, вентиляторів, компресорів.

- вибрати апарат для очищення рідких і газових неоднорідних систем.
- розрахувати основні геометричні параметри відстійних і фільтрувальних апаратів.
- вибирати і розраховувати апарати, у яких використовується відцентрова сила для підвищення ефективності очищення рідини і газів.
- вибрати апарат для дроблення і помелу сировинних матеріалів.
- вибрати пристрій, що перемішує, і розрахувати потужність привода мішалки.
- застосовувати теоретичні закономірності для вибору теплоносіїв для проведення теплових процесів.
- розрахувати необхідну поверхню теплопередачі теплообмінного апарата.
- розрахувати необхідні геометричні параметри випарних апаратів.
- застосовувати теоретичні знання для вибору масообмінної апаратури.
- розрахувати геометричні параметри колонних апаратів.
- вибрати необхідну технологічну схему для проведення процесів ректифікації, абсорбції, адсорбції, екстракції, кристалізації.
- користатися діаграмою Рамзіна для визначення параметрів сушильного агента.
- вибрати і розрахувати устаткування для проведення процесу сушіння сипучих матеріалів.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти:

Компетентності загальні (КЗ):

1. Здатність використовувати базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загальнопрофесійних дисциплін.
2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
3. Здатність до системного мислення.
4. Здатність аналізувати, оптимізувати й застосовувати сучасні інформаційні технології під час рішення наукових завдань.
5. Здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі фундаментальних дисциплін для теоретичного освоєння загальнопрофесійних дисциплін і рішення практичних завдань.

Компетентності професійні (КП):

1. Здатність застосовувати основні фізико-хімічні методи аналізу й оцінки стану мікро-технологічних систем.

2. Розуміти принципи роботи основних типів апаратів хімічних виробництв та визначати основні недоліки в роботі цих апаратів .
3. Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи роботи з технологічними об'єктами в промислових і лабораторних умовах.
4. Навички роботи із сучасною вимірювальною апаратурою.
5. Мати базові уявлення про основні закономірності розвитку й сучасні досягнення в апаратурному оформленню хімічних технологій.

1. Програма навчальної дисципліни

Модуль №1. ПРИКЛАДНА ГІДРАВЛИКА

Тема 1.2. Гідравлічні процеси. Гідростатика

Класифікація процесів хімічних виробництв. Класифікація та вимоги до обладнання хімічних виробництв.

Рідина як робочі тіла гідравлічних систем. Основні поняття, фізичні властивості рідин. Визначення параметрів стану рідини. Закон Паскаля. Визначення тиску на дно та стінки судин. Зв'язок одиниць вимірювання фізичних величин у різних системах одиниць. Властивості неньютоновських рідин. Основне рівняння гідростатики та його практичне застосування. Епюри гідростатичного тиску. Сполучені посудини, принцип дії гідравлічного пресу.

Тема 1.3. Гідродинаміка

Режими руху в'язких рідин. Диференційні рівняння Ейлера для потоку ідеальної рідини. Основне рівняння гідродинаміки (рівняння Бернуллі). Рівняння Бернуллі для потоку ідеальної та реальної рідини. Поняття еквівалентного діаметру. Практичне використання рівняння Бернуллі в приладах для вимірювання швидкості та витрату. Гідравлічний опір у трубопроводах. Гідравлічний удар. Течія в'язкопластичних хімічних продуктів по трубопроводах.

Витікання рідини з отворів та насадків при постійному рівні рідини. . Основи теорії подібності. Теореми подібності. Гідродинамічна подібність, критерії подібності.

Тема 1.4. Класифікація, області використання та основні характеристики гідравлічних машин

Класифікація насосів. Поршневі, роторні, плунжерні, пластинчасті, шестеренні, відцентрові та вакуумні насоси. Напір, продуктивність, потужність насосів. Висота всмоктування. Характеристика насосів. Вибір насосів. Конструкції основних типів насосів, їх принцип дії. Порівняння та область застосування насосів різних типів.

Класифікація компресорних машин. Термодинамічні основи процесу стиску газів: процеси стиску газів, робота стиску та споживана потужність. Ізотермічне, адіабатичне, політропне стиснення. Поршневі компресори: типи компресорів, одноступеневий стиск, продуктивність, коефіцієнт подачі, границя одноступеневого стиску. Багатоступеневий стиск. Конструкції основних типів компресорних машин, їх принцип дії. Спеціальні гідравлічні машини хімічних виробництв.

Модуль №2. ГІДРОМЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ

Тема 2.1. Перемішування хімічних продуктів

Перемішування рідких та сипучих сумішей. Змішувачі рідких, сипучих та пластичних продуктів. Гомогенізація. Продуктивність змішувачів. Вибір конструкції змішувача для конкретного хімічного процесу.

Тема 2.2 Процеси розділення хімічних продуктів

Ознаки, що використовуються для розділення сумішей. Осадження у полі тяжіння, під дією відцентрових сил, електроосадження. Конструкції, технічні характеристики та принцип дії центрифуг, сепараторів, циклонів.

Тема 2.3. Фільтрація

Основне кінетичне рівняння фільтрації. Фільтрація рідких систем. Фільтрувальні перегородки. Конструкції основних типів фільтрів Рукавні, фільтри, пилоосаджувальні камери. Фільтрація під впливом відцентрових сил. Типи фільтруючих центрифуг. Мембранна технологія.

Модуль №3. МЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ

Тема 3.1. Механічні процеси

Методи подрібнення, ступінь подрібнення. Машини крупного, середнього, дрібного та колоїдного подрібнення. Конструкції та принцип дії дробарок та млинів. Продуктивність дробарок (щоккових, конусних, валкових). Середнє подрібнення у бігунах, та млинів. Різання, розпилення, шліфування. Обробка матеріалу тиском. Основні методи та машини для обробки тиском. Процеси, що відбуваються в шнекових формоутворюючих пресах. Моделі руху матеріалів в каналах шнека. Подрібнення у повітряному потоці. Дія потоку повітря на матеріал, що подрібнюється. Подрібнення у струминному та роторному млині.

Тема 3.2. Основи механіки мелкодисперсних хімічних продуктів. Сепарування

Внутрішнє тертя в сипучому середовищі. Утворення зводів над випускним отвором. Транспортування сипучих продуктів. Розділення сипучих сумішей. Вібраційне сепарування. Віброударне, пневматичне, вібропневматичне, магнітне сепарування. Практичне використання теорії подрібнення та розділення..

Модуль №4. ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ

Тема 4.1. Основи теплопередачі

Основне рівняння теплопередачі. Види теплообміну.. Теплопровідність, конвекція, випромінювання. Теплопровідність: закон Фур'є, диференціальне рівняння теплопровідності. Теплопровідність плоскої стінки. Теплопровідність циліндричної стінки. Розрахунок процесів теплопровідності крізь одно- та багат шарову плоску стінку. Процес теплопровідності циліндричної стінки. Конвекційний теплообмін. Закон Н'ютона-Ріхмана. Диференціальне рівняння конвекційного теплообміну. Теплова подібність, критерії подібності. Визначення коефіцієнту тепловіддачі з використанням критеріальних рівнянь. Визначення коефіцієнту тепловіддачі при конденсації та кипінні. Теплопередача крізь плоску та циліндричну стінку при постійних та перемінних температурах теплоносіїв, рушійна сила. Визначення рушійної сили процесу теплопередачі. Визначення необхідної поверхні теплообміну теплообмінного апарату.

Основні закони променистого теплообміну. Теплообмін випромінюванням між плоско-паралельними поверхнями. Теплообмін випромінюванням між тілами обмежених розмірів. Визначення середньої рушійної сили процесу теплопередачі.

Тема 4.2. Нагрівання, охолодження, конденсація

Нагрівання водяною парою, топковими газами, проміжними теплоносіями, електричним струмом. Конструкції основних типів теплообмінних апаратів, їх порівняльна характеристика. Розрахунки теплообмінників. Визначення нестационарного температурного поля приблизними методами Розв'язання задач теплопровідності.

Тема 4.3. Випарювання

Фізичні основи випарювання. Методи випарювання. Однокорпусні та багатокорпусні випарні установки. Конструкція випарних апаратів та їх класифікація. Схема розрахунку випарних апаратів. Області застосування та вибір випарних апаратів. Конденсація. Тепловий баланс барометричного конденсатору. Багатокорпусне випарювання. Типові схеми багатокорпусних випарних установок. Матеріальний і тепловий баланси. Явище самовипаро-

вування розчину. Класифікація конденсаторів. Конденсація в поверхневих та контактних конденсаторах.

Тема 4.4. Холодильні процеси. Штучне охолодження

Прямий та зворотній цикл Карно. Помірне охолодження. Визначення питомої холодопродуктивності. Схема холодильних машин. Основне та допоміжне холодильне устаткування.

Модуль №5. МАСООБМІННІ ПРОЦЕСИ

Тема 5.1. Основи масопередачі

Класифікація та загальна характеристика масообмінних процесів. Основне рівняння масопередачі. Визначення напрямку процесу масопередачі. Швидкість масопередачі. Закони дифузії: перший, другий закони Фіка. Механізм масопередачі. Масообмінні апарати з плівковою течією та барботажем. Основні закономірності руху двухфазного середовища.

Турбулентний масоперенос. Конвекційний масообмін. Моделі процесів масопереносу. Рівняння масовіддачі Щукарьова. Диференціальне рівняння масообміну. Подібність масообмінних процесів. Критерії подібності. Рівняння масопередачі. Коефіцієнт масопередачі. Залежність між коефіцієнтами масопередачі та масовіддачі. Рушійна сила та число одиниць переносу. Розрахунок основних розмірів апаратів.

Тема 5.2. Сорбційні процеси

Класифікація. Абсорбція та десорбція. Матеріальний баланс. Розрахунок видатку абсорбенту. Тепловий баланс. Кінетика процесу. Рівновага в процесі абсорбції. Принципові схеми абсорберов. Адсорбція. Типові схеми адсорберов. Іонообмінна адсорбція.

Тема 5.3. Перегонка

Методи перегонки. Діаграма температур. Схеми й конструкції тарілкових перегінних колон. Молекулярна дистиляція. Рівновага системи рідина-пара. Проста перегонка. Матеріальний баланс фракційної перегонки. Перегонка з дефлегмацією. Принцип ректифікації бінарних систем. Схеми безперервно діючої та періодичної ректифікаційної установок. Матеріальний баланс безперервнодіючої ректифікаційної установки. Мінімальне та дійсне флегмове число. Побудова робочих ліній на у-х діаграмі. Тепловий баланс. Конструкції ректифікаційних колон.

Тема 5.4. Сушіння хімічних продуктів

Фізичні основи сушіння. Рівновага при сушінні. Визначення параметрів вологого повітря за допомогою діаграми Рамзіна. Матеріальний і тепловий баланс конвекційної сушарки. Розрахунок питомих видатків повітря та тепла на сушіння. Нормальний варіант сушіння. Розрахунок видатків повітря та тепла для теоретичної сушарки. Розрахунок реального процесу сушіння. Варіанти процесу сушіння. Кінетика сушіння. Класифікація основних типів сушарок. Розрахунок поверхні калорифера. Розрахунок видатку повітря у сушарці з рециркуляцією повітря. Конструкції основних типів сушарок.

Тема 5.5. Екстракція

Загальні відомості. Екстракція в системі рідина - рідина. Екстракція в системі рідина - тверде тіло.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Семестр 6													
Модуль 1 Прикладна гідравліка													
<i>Тема 1.1.</i> Гідравлічні процеси. Гідростатика.	28	4	4			20							
<i>Тема 1.3.</i> Гідродинаміка.	30	4	4	4		20							
<i>Тема 1.4.</i> Класифікація, області використання та основні характеристики гідравлічних машин.	24	4	4			16							
Разом за змістовим модулем 1	90	12	12	4		60							
Модуль 2. Гідромеханічні процеси													
<i>Тема 2.1.</i> Перемішування хімічних продуктів.	12	2	2			8							
<i>Тема 2.2.</i> Процеси розділення хімічних продуктів.	16	2	2	4		10							
<i>Тема 2.3.</i> Фільтрація.	14	2	2			8							
Разом за змістовим модулем 2	42	6	6	4		26							
Модуль 3. Механічні процеси													
<i>Тема 3.1.</i> Механічні процеси.	16	4	4			8							
<i>Тема 3.2.</i> Основи механіки мелкодисперсних хімічних продуктів. Сепарування	14	2	2	4		8							
Разом за змістовим модулем 3	30	6	6	4		16							
Модуль 4. Теплові процеси													
<i>Тема 4.1.</i> Основи теплопередачі.	36	4	4			18							
<i>Тема 4.2.</i> Нагрівання, охолодження, конденсація.	22	6	6			12							
<i>Тема 4.3.</i> Випарювання.	20	4	4			12							
Разом за змістовим модулем 4	90	14	14	4		50							
Разом за семестр 6		38	38	12									
Модуль 5. Масообмінні процеси													
<i>Тема 5.1.</i> Основи масо-	22	2	2										

передачі.													
Тема 5.2. Сорбційні процеси.	26	4	2										
Тема 5.3. Перегонка.	16	4	2										
Тема 5.4. Сушіння хімічних продуктів.	18	4	6	4									
Разом за змістовим модулем 5	90	18	20	2			50						
Разом за семестр 7	180	14	12	4			100						
Усього годин	342	52	50	16			202						

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Ден.	Заочн.
1	Тема 1.1. Розв'язання задач по темі 1	2	
2	Тема 1.2. Розв'язання задач по темі «Гідростатика»	4	
3	Тема 1.3. Гідродинаміка. Розв'язання задач	4	
4	Тема 1.4. Розрахунок насосів та компресорів	4	
5	Тема 2.1. Розрахунки продуктивності змішувачів	2	
6	Тема 2.2. Розрахунки продуктивності центрифуг	2	
7	Тема 2.3. Розрахунки ефективності процесу фільтрації	4	
8	Тема 3.1. Розрахунки ступеню подрібнення та продуктивності дробарок та млинів.	4	
9	Тема 3.2. Розрахунки продуктивності сепараторів.	2	
10	Тема 4.1. Основи теплопередачі. Розв'язання задач	6	
11	Тема 4.2. Нагрівання, охолодження, конденсація. Розв'язання задач	6	
12	Тема 4.3. Випарювання. Розрахунки ефективності випарних установок	4	
13	Тема 4.4. Холодильні процеси. Штучне охолодження. Розв'язання задач	2	
14	Тема 5.1. Основи масопередачі. Розв'язання задач	4	
15	Тема 5.2. Сорбційні процеси. Розв'язання задач	4	
16	Тема 5.3. Перегонка. Розрахунок ректифікаційних установок	4	
17	Тема 5.4. Сушіння хімічних продуктів. Розрахунок кінетики сушіння	6	
18	Тема 5.5. Екстракція. Розв'язання задач	2	
	Разом	66	

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження режиму руху рідини	2
2	Дослідження процесу відстоювання у центрифугі	2

3	Дослідження процесу подрібнювання матеріалів	2
4	Ситовий аналіз дисперсних систем	2
5	Дослідження впливу уявної щільності теплоізоляції на процес теплопередачі.	4
6	Дослідження кінетики сушки	2
	Всього	32

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Тема 1.1. Предмет і завдання курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв».	4	
2	Тема 1.2. Гідравлічні процеси. Гідростатика	20	
3	Тема 1.3. Гідродинаміка.	20	
4	Тема 1.4. Класифікація, області використання та основні характеристики гідравлічних машин.	16	
5	Тема 2.1. Перемішування хімічних продуктів.	8	
6	Тема 2.2. Процеси розділення хімічних продуктів.	10	
7	Тема 2.3. Фільтрація.	8	
8	Тема 3.1. Механічні процеси.	8	
9	Тема 3.2. Основи механіки мелкодисперсних хімічних продуктів. Сепарування	8	
10	Тема 4.1. Основи теплопередачі.	18	
11	Тема 4.2. Нагрівання, охолодження, конденсація.	12	
12	Тема 4.3. Випарювання.	12	
13	Тема 4.4. Холодильні процеси. Штучне охолодження.	8	
14	Тема 5.1. Основи масопередачі.	14	
15	Тема 5.2. Сорбційні процеси.	18	
16	Тема 5.3. Перегонка.	8	
17	Тема 5.4. Сушіння хімічних продуктів.	6	
18	Тема 5.5. Екстракція.	4	
	Разом	202	

6. Індивідуальні завдання (не передбачено навчальним планом)

7. Методи навчання

- **репродуктивний:** викладач дає завдання, у процесі виконання якого курсанти (студенти) здобувають уміння застосовувати знання за зразком;
- **проблемного виконання:** викладач формулює проблему і вирішує її, курсанти (студенти) стежать за ходом творчого пошуку (подається своєрідний еталон творчого мислення);
- **частково-пошуковий** (евристичний): викладач формулює проблему, поетапно вирішення якої здійснюють курсанти (студенти) під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності курсантів (студентів)).

8. Методи контролю

Критерії оцінювання успішності навчання, форми та засоби діагностики засвоєння змістових модулів, у тому числі з використанням засобів тестового контролю.

Поточний контроль засвоєння вивченого матеріалу здійснювати на кожному занятті шляхом проведення усного і письмового опитування, а також за практичні дії. Він призначений для перевірки якості засвоєння навчального матеріалу, стимулювання навчальної роботи курсантів (студентів) та вдосконалення методики проведення занять. Після закінчення основних розділів проводяться контрольні заняття.

Підсумковий контроль проводити з метою перевірки рівня та якості підготовки курсантів (студентів), їх відповідності освітньо-кваліфікаційним характеристикам. Його здійснювати у формі екзамену методом роздільної перевірки рівня теоретичних знань, а також якості практичної підготовки.

Критерії оцінювання відповіді курсанта (студента) на екзамені повинні враховувати насамперед її повноту і правильність, а також здатність курсанта (студента) узагальнювати отримані знання; застосовувати правила, методи, принципи, закони у конкретних ситуаціях; аналізувати і оцінювати факти, події, інтерпретувати схеми, графіки, обстановку на топографічних картах; викладати матеріал чітко, логічно, послідовно.

9. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти: для екзамену

Поточний контроль та самостійна робота										Підсумковий контроль (екзамен)	Сума балів за семестр
Модуль 1				Модуль 2			Модуль 3				
T1.1.	T.1.2	T.1.3	T.1.4	T.2.1	T2.2.	T.2.3	T.3.1	T.3.2			
6	6	7	7	6	7	7	7	7	40	100	

Поточний контроль та самостійна робота										Підсумковий контроль (екзамен)	Сума балів за семестр
Модуль 4				Модуль 5							
T4.1.	T.4.2	T.4.3	T.4.4	T.5.1	T5.2.	T.5.3	T.5.4	T.5.5			
6	6	7	7	6	7	7	7	7	40	100	

Оцінка за бальною шкалою елементів навчальної діяльності з дисципліни

Відвідування та робота на занятті	20
Тестовий контроль	10
Контрольні роботи на практичних заняттях	20
Виконання та захист лабораторних робіт	10
Усього – максимум за період	60
Складання екзамену (максимум)	40
<i>Додаткові необов'язкові завдання та науково-дослідна діяльність студента</i>	<i>до 20</i>
Накопичувальний підсумок	100-120

Елементи навчальної діяльності	Усього за II семестр балів
Відвідування та робота на занятті	20
Тестовий контроль	10
Контрольні роботи на практичних заняттях	20
Виконання та захист лабораторних робіт	10
Усього – максимум за період	60
Складання екзамену (максимум)	40

Додаткові необов'язкові завдання та науково-дослідна діяльність студента	до 20
Накопичувальний підсумок	100-120

Шкали оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності за шкалою ВНЗ	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		екзамен, диф. залік	залік
90-100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
65-79	C		
55-64	D	задовільно	
50-54	E		
35-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

10. Методичне забезпечення

10.1. Контрольні питання для проведення підсумкового контролю (модульний контроль, екзамен).

1. Модуль 1

- Пояснити сутність поняття «тепловий баланс» та «матеріальний баланс». Навести рівняння.
- Навести та пояснити основне рівняння гідростатики.
- Сформулювати закон Паскаля.
- Назвати прилади, які використовують для визначення атмосферного, барометричного, манометричного та надлишкового тиску.
- Сформулювати принцип Ле Шательє.
- Пояснити сутність поняття «крапельні рідини». Навести приклади.
- Надати класифікацію крапельних рідин.
- Пояснити особливості ідеальної рідини. Навести приклади.
- Пояснити особливості ньютонівської рідини та навести приклади.
- Навести порівняльну характеристику ньютонівської та неньютонівської рідин.
- Пояснити принцип дії гідравлічного пресу.
- Охарактеризувати режими руху рідини. Пояснити сутність поняття «критерій Рейнольдса». Навести формулу. Доказати розмірність критерію.
- Навести диференційні рівняння руху ідеальної рідини Ейлера.
- Навести рівняння Бернуллі для ідеальної рідини та пояснити його сутність.
- Навести рівняння Бернуллі для реальної рідини та пояснити його сутність.
- Навести принцип дії поршневого насосу простої дії.
- Навести принцип дії поршневого насосу подвійної дії.
- Навести принцип дії діафрагмового насосу.
- Навести принцип дії відцентрового насосу.
- Навести принцип дії диференційного насосу.
- Навести принцип дії компресору подвійної дії
- Навести принцип дії двоступеневого компресору.
- Навести принцип дії сифонів та монтежу.
- Навести принцип схему установки вакуум-насосу.

Модуль 2

26. Класифікація змішувачів. Области використання.
27. Навести принцип дії лопаткового змішувача.
28. Навести принцип дії планетарного змішувача.
29. Навести принцип дії дискового змішувача.
30. Навести принцип дії повітряного барботеру.
31. Навести принцип дії z- подібного змішувача.
- 32. Процеси розділення хімічних продуктів.**
33. Процеси розділення суспензій. Класифікація основних апаратів розділення суспензій.
34. Відстійні центрифуги. Принцип дії та особливості конструкції.
35. Фільтруючі центрифуги, Принцип дії та особливості конструкції.
36. Навести принцип дії тарілкового сепаратору.
- 37. Фільтрація.**
38. Навести принцип дії пилоосаджувальної камери.
39. Навести принцип відстійного газоходу.
40. Навести принцип дії пінних апаратів.
- 41.** Навести принцип дії рукавних фільтрів.

Модуль 3

42. Назвати апарати грубого, середнього та тонкого подрібнення. Навести принцип роботи дробарок.
43. Навести принцип дії молоткової дробарки.
44. Навести принцип дії кульового млину.
45. Навести принцип дії валкової дробарки.
46. Навести принцип дії шокової дробарки.
47. Навести принцип дії конусної дробарки.
48. Навести принцип дії дезінтегратору.
49. Основи механіки мелкодисперсних хімічних продуктів.
50. Сепарування. Ситовий аналіз.
51. Навести принцип дії магнітного сепаратору.
52. Навести принцип дії циклону.
53. Навести принцип дії грохоту.
54. Навести принцип дії барабанного сепаратору.

Модуль 4

55. Охарактеризувати основні види передачі тепла.
56. Основне рівняння теплопередачі.
57. Навести формулу коефіцієнту теплопередачі та пояснити сутність поняття.
58. Теплопередача через плоску стінку.
59. Теплопередача через циліндричну стінку.
60. Конвекція. Закон Ньютона.
61. Теплове випромінювання. Променистий теплообмін між двома тілами.
62. Класифікація теплообмінних апаратів.
63. Пояснити сутність понять «глуха пара» та «гостра пара» та навести приклади їх використання у теплообмінниках.
64. Навести принцип дії парового барботеру.
65. Навести принцип дії теплообміннику «труба в трубі».
66. Навести принцип дії кожухотрубного теплообміннику.
67. Навести принцип дії багатоходових кожухотрубних теплообмінників.
68. Навести принцип дії зрошуючого теплообміннику.
69. Основні принципи процесу випарювання.
70. Навести принцип дії випарного апарату.
71. Навести принцип дії однокорпусної випарної установки.

72. Навести принцип дії багатокорпусної випарної установки.
73. Пояснити цикл Карно.
74. Призначення та принцип дії барометричного конденсатору.
75. Навести схему компресійної холодильної установки та пояснити принцип її дії.

Модуль 5

76. Навести рівняння масопередачі.
77. Класифікація масообмінних процесів.
78. Навести перший закон Фіка та пояснити його.
79. Навести закон Шугарьова та пояснити його.
80. Класифікація сорбційних процесів. Пояснити сутність поняття «абсорбція» та «адсорбція». Апарати для проведення процесів абсорбції та адсорбції.
- 81.** Навести принцип дії пластинчастого графітового абсорбера.
82. Навести принцип дії плівкового абсорбера з водяним охолодженням.
83. Навести принцип дії барботажного абсорберу.
84. Навести принцип дії механічного абсорберу.
- 85.** Навести схему установки для адсорбції та пояснити принцип дії.
86. Основні принципи сушки порошкових матеріалів.
87. Навести принцип дії тунельного сушила.
88. Навести принцип дії камерного сушила.

Задачі:

89. Дзвін мокрого газосховища (газгольдера) для азоту діаметром 5,2 м важить із додатковим баластом 2700 кгс. Зневажаючи втратою у вазі зануреної у воду частини дзвона, визначити надлишковий тиск газу в наповненому газосховищі.
90. У відкритому резервуарі перебуває рідина густиною 1,21. Манометр, приєднаний у деякій крапці до стінки резервуара, показує тиск $P_{\text{надл}} = 0,39 \text{ кгс/см}^2$. На якій висоті над даною крапкою перебуває рівень рідини в резервуарі?
91. До двох крапок горизонтального трубопроводу приєднаний U-образний скляний дифманометр, заповнений ртуттю. Різниця рівнів ртуті в дифманометрі дорівнює 28 мм. Яка різниця тисків у цих крапках, якщо по трубопроводу проходить вода (густина ртуті дорівнює 13600 кг/м^3) ?
92. Тиск над поверхнею рідини в резервуарі становить 775 мм рт.ст. Визначити абсолютний тиск у резервуарі, якщо рідина піднімається в барометричній трубці на висоту 1,5 м (у Па).
93. Вакуумметр на барометричному конденсаторі показує вакуум, рівний 60 см рт.ст. Барометричний тиск 748 мм рт.ст. На яку висоту піднімається вода в барометричній трубці ?
94. Визначити режим течії рідини в між трубному просторі теплообмінника типа «труба в трубі» при умовах: внутрішня труба теплообмінника має діаметр 25 x 2 мм, зовнішня труба – 51 x 2,5 мм, масова витрата рідини складає 3730 кг/год, густина рідини 1150 кг/м^3 , динамічний коефіцієнт в'язкості $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
95. Теплообмінник зроблений зі сталі; товщина сталеві стінки $\delta_{\text{ст}} = 5 \text{ мм}$, товщина ізоляції $\delta_{\text{із}} = 50 \text{ мм}$. Температура рідини в теплообміннику $t_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, температура зовнішнього повітря $t_5 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. Коефіцієнт тепловіддачі від рідини до стінки апарата $\alpha_1 = 232 \text{ Вт/(м}^2\text{K)}$, коефіцієнт тепловіддачі від поверхні ізоляції до повітря $\alpha_2 = 10,4 \text{ Вт/(м}^2\text{K)}$, коефіцієнт теплопровідності ізоляції $\lambda_{\text{із}} = 0,12 \text{ Вт/(мK)}$, коефіцієнт теплопровідності сталі $\lambda_{\text{ст}} = 46,5 \text{ Вт/(мK)}$. Визначити температуру t_2 внутрішньої поверхні стінки теплообмінника.
96. Сталевий теплообмінник покритий ізоляцією. Товщина сталеві стінки $\delta_{\text{ст}} = 5 \text{ мм}$, товщина ізоляції $\delta_{\text{із}} = 50 \text{ мм}$. Температура рідини в теплообміннику $t_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, температура зовнішнього повітря $t_5 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. Коефіцієнт тепловіддачі від рідини до

стінки апарата $\alpha_1 = 232 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, коефіцієнт тепловіддачі від поверхні ізоляції до повітря $\alpha_2 = 10,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, коефіцієнт теплопровідності ізоляції $\lambda_3 = 0,12 \text{ Вт}/(\text{мК})$, коефіцієнт теплопровідності сталі $\lambda_{ст} = 46,5 \text{ Вт}/(\text{мК})$. Визначити температуру t_3 зовнішньої поверхні стінки теплообмінника.

97. Стінка печі складається із двох шарів: вогнетривкої цегли ($\delta_1 = 500\text{мм}$) і легкової цегли ($\delta_2 = 250 \text{ мм}$). Температура усередині печі 1300°C , температура навколишнього простору 25°C . Коефіцієнт тепловіддачі від пічних газів до стінки $\alpha_1 = 34,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря $\alpha_2 = 16,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коефіцієнт теплопровідності легкової цегли $\lambda_{із} = 0,237 \text{ Вт}/(\text{мК})$, коефіцієнт теплопровідності вогнетривкої цегли $\lambda_{ц} = 1,16 \text{ Вт}/(\text{мК})$. Визначити втрати теплоти з 1 м^2 поверхні стінки.
98. Стінка печі складається із двох шарів: вогнетривкої цегли ($\delta_1 = 500\text{мм}$) і легкової цегли ($\delta_2 = 250 \text{ мм}$). Температура усередині печі 1300°C , температура навколишнього простору 25°C . Коефіцієнт тепловіддачі від пічних газів до стінки $\alpha_1 = 34,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря $\alpha_2 = 16,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коефіцієнт теплопровідності легкової цегли $\lambda_{із} = 0,237 \text{ Вт}/(\text{мК})$, коефіцієнт теплопровідності вогнетривкої цегли $\lambda_{ц} = 1,16 \text{ Вт}/(\text{мК})$. Визначити коефіцієнт теплопередачі.
99. Стінка печі складається із двох шарів: вогнетривкої цегли ($\delta_1 = 300\text{мм}$) і легкової цегли ($\delta_2 = 250 \text{ мм}$). Температура усередині печі 1300°C , температура навколишнього простору 35°C . Коефіцієнт тепловіддачі від пічних газів до стінки $\alpha_1 = 34,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря $\alpha_2 = 16,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коефіцієнт теплопровідності легкової цегли $\lambda_{із} = 0,237 \text{ Вт}/(\text{мК})$, коефіцієнт теплопровідності вогнетривкої цегли $\lambda_{ц} = 1,16 \text{ Вт}/(\text{мК})$. Визначити коефіцієнт теплопередачі.
100. Стінка печі складається із двох шарів: вогнетривкої цегли ($\delta_1 = 300\text{мм}$) і легкової цегли ($\delta_2 = 250 \text{ мм}$). Температура усередині печі 1300°C , температура навколишнього простору 35°C . Коефіцієнт тепловіддачі від пічних газів до стінки $\alpha_1 = 34,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря $\alpha_2 = 16,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коефіцієнт теплопровідності легкової цегли $\lambda_{із} = 0,237 \text{ Вт}/(\text{мК})$, коефіцієнт теплопровідності вогнетривкої цегли $\lambda_{ц} = 1,16 \text{ Вт}/(\text{мК})$. Визначити температуру t_3 на грані між вогнетривкою й легковою цеглою.

10.2. Плани практичних занять.

Плани практичних занять наведені у додатку 1 до цієї програми.

10.3. Завдання для самостійної роботи здобувачів вищої освіти.

Опрацювати наступні теми:

1. Зв'язок одиниць вимірювання фізичних величин у різних системах одиниць.
2. Течія в'язкопластичних хімічних продуктів по трубопроводам.
3. Порівняння та область застосування насосів різних типів.
4. Спеціальні гідравлічні машини хімічних виробництв.
5. Вибір конструкції змішувача для конкретного хімічного процесу.
6. Ознаки, що використовуються для розділення сумішей.
7. Мембранна технологія.
8. Різання, розпилення, шліфування.
9. Практичне використання теорії подрібнення та розділення.
10. Визначення необхідної поверхні теплообміну теплообмінного апарату.
11. Розрахунки теплообмінників.
12. Схема розрахунку випарних апаратів.

13. Прямий та зворотній цикл Карно.
14. Закони дифузії: перший, другий закони Фіка.
15. Іонообмінна адсорбція.
16. Принцип ректифікації бінарних систем.
17. . Визначення параметрів вологого повітря за допомогою діаграми Рамзіна.
18. Екстракція в системі рідина - тверде тіло.

10.4. Методичні вказівки і тематика контрольних робіт.

Матеріали до контрольних робіт денної форми навчання наведені в **додатку 2** до цієї програми.

10.5. Пакет комплексних контрольних робіт (ККР) для перевірки знань

Пакет ККР для перевірки знань наведений у **додатку 3** до цієї програми.

11. Рекомендована література:

Базова

- 1.Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М:Химия,1973.- 560с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию./Г.С.Борисов, В.П.Брыков, Ю.И.Дытнерский. / под ред. Ю.И.Дытнерского.- М.:Химия.- 1991.- 496с.
- 3.Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.-Л:Химия.-1987.- 576с.
- 4.Антипов С.Т. , Кретов И.Т., Остриков А.Н. Машины и аппараты пищевых производств.- М:Высшая школа.- 2001.- 703с.

Допоміжна

- 1.Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств, М:Колос, 2007.- 760с.
- 2.Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевых производств.- М:Колос, 2000.- 551с.

14. Інформаційні ресурси

1. Методичне забезпечення дисципліни на електронних носіях.

Розробник(и):

(підпис)

Скородумов О.Б.

(прізвище та ініціали)