

## ВСТУП

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Гідродинаміка і тепломасообмін у гетерогенних середовищах» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є процеси, що мають місце в багатофазних середовищах, та підпорядковані їм системи рівнянь, а також закони гідродинаміки і теплообміну в пористих середовищах.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета.** Метою навчальної дисципліни є отримання студентами основ дослідження багатофазних середовищ та вмінь кількісного аналізу теплових і гідравлічних процесів у конкретних видах технологічного обладнання (трубопроводи, насоси, теплообмінники і т.д.), та систематизація знань з теплообміну та гідродинаміки у пористих середовищах на прикладі теплообмінних апаратів при вимушеній конвекції теплоносія в каналі з високопористими вставками, а також аналіз можливостей максимальної інтенсифікації тепловіддачі при помірних гідравлічних витратах.

**Завдання.** Завдання дисципліни полягає в оволодінні основними поняттями теорії багатофазних середовищ, методології теплових та гідравлічних розрахунків багатофазних середовищ для практичних задач в трубопроводах, насосах різної конфігурації, теплообмінниках і т.д., користуючись фізичними законами та математичним апаратом, а також методами математичної та статистичної обробки експериментальних даних, та дослідженні процесів тепло- та масопереносу в агрегатах та установках промисловості з пористими елементами на прикладі руху рідини в каналах с високопористими упорядкованими та хаотичними структурами при вимушеній конвекції теплоносія в теплообмінних апаратах.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні поняття теорії багатофазних середовищ;
- методи розв'язання задач з теплового розрахунку багатофазних середовищ;
- методи розв'язання задач з гідравлічного розрахунку багатофазних середовищ;
- структури двофазних потоків в трубах і каналах енергетичних і технологічних пристроїв;
- методи комп'ютерного моделювання гідродинаміки та теплообміну багатофазних середовищ;
- класифікацію та властивості пористих матеріалів;
- основні рівняння нестационарної фільтрації;
- особливості режимів течії рідини в пористих середовищах;
- актуальність проведення досліджень гідродинаміки та теплообміну в каналах с високопористими матеріалами;

- основні конструкції та особливості застосування пористих теплообмінних елементів в літальних апаратах;
- основні задачі транспіраційного охолодження;

**вміти:**

- досліджувати та аналізувати процеси у багатофазних середовищах, користуючись фізичними законами та математичним апаратом ;
- володіти методами математичної та статистичної обробки експериментальних даних;
- обчислювати пористість об'єму, заповненого пористим матеріалом;
- обчислювати коефіцієнти проникнення та фільтрації з використання лінійного закону Дарсі;
- застосовувати критерій Рейнольдса та нелінійні закони фільтрації до розрахунків параметрів у задачах фільтрації, до яких неможливо застосувати закон Дарсі;
- розраховувати одномірний рух нестисливої рідини в умовах напірного режиму.

**Програма навчальної дисципліни  
VII семестр**

**Змістовий модуль 1.**

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО БАГАТОФАЗНІ СЕРЕДОВИЩА. ВИДИ БАГАТОФАЗНИХ СЕРЕДОВИЩ. ТЕПЛООБМІННІ ПРОЦЕСИ В БАГАТОФАЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ.

**Тема 1.** Основні відомості про багатофазні середовища, системи рівнянь, що описують процеси у багатофазних середовищах.

**Тема 2.** Види багатофазних середовищ.

**Тема 3.** Теплообмін і течія при плавленні та кристалізації.

**Тема 4.** Теплообмін і течія при кипінні та конденсації.

**Тема 5.** Процеси сушіння, методи їх розрахунку та інтенсифікації, підвищення ефективності сушильного обладнання.

**Змістовий модуль 2.**

ГІДРОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В БАГАТОФАЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ.

**Тема 6.** Структури двофазних потоків в трубах і каналах енергетичних і технологічних пристроїв.

**Тема 7.** Аналіз структури двофазних потоків в трубах і каналах енергетичних і технологічних пристроїв.

**Тема 8.** Методи розрахунку гідродинамічних та тепломасопереносних процесів при відливанні зливків.

**Тема 9.** Методи дослідження процесів гідродинаміки при плавлінні.

**Тема 10.** Методи комп'ютерного моделювання гідродинаміки та теплообміну багатofазних середовищ.

## **VIII семестр**

### **Змістовий модуль 1.**

**ПОРИСТІ МАТЕРІАЛИ: КЛАСИФІКАЦІЯ, ЗАСТОСУВАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ**

**Тема 1.** Структура та класифікація пористих матеріалів.

**Тема 2.** Пористе середовище та її властивості.

### **Змістовий модуль 2.**

**ОСНОВНІ РІВНЯННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ**

**Тема 3.** Закон фільтрації однорідної рідини. Проникність. Питома поверхня.

**Тема 4.** Рівняння нерозривності.

**Тема 5.** Пружний режим фільтрації. Рівняння п'єзопровідності.

**Тема 6.** Рівняння стану рідини.

**Тема 7.** Граничні умови задач теорії пружного режиму.

**Тема 8.** Типи та механізми течії рідини в пористих середовищах: ламінарна та турбулентна течії в'язкої рідини в пористому середовищі.

### **Змістовий модуль 3.**

**ГІДРОДИНАМІКА ТА ТЕПЛООБМІН В ПОРИСТИХ ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

**Тема 9.** Основні конструкції та особливості застосування пористих теплообмінних елементів в літальних апаратах.

**Тема 10.** Опір та теплообмін при русі однофазного теплоносія в пористих матрицях. Рівняння Рейнольдса-Форшхеймера.

**Тема 11.** Особливості руху крапельних рідин.

**Тема 12.** Особливості теплопровідності пористих металів та теплоносія.

**Тема 13.** Внутрішньопоровий конвективний теплообмін в металокерамічних матеріалах.

**Тема 14.** Основні задачі транспіраційного охолодження. Граничні умови для системи транспіраційного охолодження. Фізична модель процесу. Температурний стан пористої стінки, що охолоджується, із зовнішнім нагрівом.

## **3. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Давидсон, В.Е. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах[Текст]: учеб.пособие/В.Е.Давидсон. – Д.Изд-во ДНУ, 2006. – 380 с.
2. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика[Текст]/Д.В. Штеренлихт. – М: Энергоиздат,

1984. – 640 с.

3. Вакина, В.В. Машиностроительная гидравлика[Текст]/ В.В. Вакина, И.Д. Денисенко, А. Л. Столяров. – К.: Вищ. шк., 1986. – 208 с.
4. Аронова Н.Н. Расчет температурных полей при фильтрации в пористом слое / Н.Н. Аронова, А.В. Шуриков //Физические процессы горного производства: теплоперенос в горных выработках и породных коллекторах. – 1985. – С. 26-32.
5. Бери. Нестационарный теплообмен в пористых цилиндрах / Бери, Пиви, Ален // Теплопередача. – 1974. – № 2. – С. 114-122.
6. Беркман В.С. Пористая проницаемая керамика / В.С. Беркман, И.Г. Мельникова. – Л.: Стройиздат, 1969. – 141с.
7. Майоров В.А. Течение и теплообмен однофазного охладителя в пористых металлокерамических материалах / В.А. Майоров //Теплоэнергетика. – 1978. – № 1. – С. 64-70.
8. Поляев В.М. Гидродинамика и теплообмен в пористых элементах конструкций летательных аппаратов / В.М. Поляев, В.А. Майоров, Л.Л. Васильев. – М.: Машиностроение, 1988. – 168с.
9. Попов И.А. Гидродинамика и теплообмен в пористых теплообменных элементах и аппаратах / И.А. Попов. – Казань: Центр инновационных технологий, 2007. – 240 с.

#### Допоміжна

1. Степчков, А.А. Задачник по гидрогазовой динамике[Текст]: учеб пособие для студ. авиац. спец. вузов/ А.А. Степчков. – М.: Машиностроение, 1980. -182 с.
2. Сборник задач по гидравлике[Текст]:учеб. пособие для вузов / под ред. В.А. Большакова. – 4-е изд., переработ и дополн. – К.: Вища шк., 1979. – 336 с.
3. Гидравлика: Методические указания к практическим занятиям и домашним заданиям / под ред. В.М. Ковтуненко. – Д.: РВВ ДГУ, 1977. – 60 с.
4. Антоненко В.А. Возникновение кипения на поверхности нагрева с пористым покрытием / В.А. Антоненко //Промышленная теплотехника. – 1988. – Т. 10.– № 3. – С. 14-24.
5. Аполлонов В.В. Перспективы использования пористых структур для охлаждения элементов силовой оптики / В.В. Аполлонов, П.И. Быстров, В.Ф. Гончаров и др. //Квантовая электроника. – 1979. – Т. 6.– № 12. – С. 2533-2545.
6. Нагога Г.П. Теплообмен и сопротивление в каналах с пористым наполнителем/ Г.П. Нагога, Ю.М. Ануров, А.И. Белоусов //ИФЖ. – 1986. – Т. 51.– № 2. – С. 187-194.
7. Субботин В.И. Теплообмен в пористой подложке охлаждаемых лазерных зеркал / В.И. Субботин, В.В. Харитонов, А.А. Плаксеев //ТВТ. – 1983. – № 1. – С. 86-91.

**4. Форма підсумкового контролю успішності навчання:** залік (VII семестр), залік (VIII семестр).

**5. Засоби діагностики успішності навчання:** захист студентом звітів про виконання лабораторних робіт; оцінка виконання студентом контрольних робіт.