

## ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Течії в'язкої рідини» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за напрямом 6.040202 Механіка.

**Предметом** навчальної дисципліни є дослідження природничих процесів в навколишньому середовищі і в різноманітних технологіях виробництва.

**Міждисциплінарні зв'язки:** фізика, теоретична механіка, аерогідромеханіка, газова динаміка та чисельні методи аерогідромеханіки.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Модель в'язкої рідини. Рівняння Нав'є-Стокса.

Змістовий модуль 2. Методи розв'язку рівнянь Нав'є-Стокса.

Змістовий модуль 3. Рівняння руху в'язкої рідини. Методи розрахунку ламінарного примежового шару. Теорія руху примежового шару.

Змістовий модуль 4. Турбулентні течії в'язкої рідини.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета курсу «Течії в'язкої рідини» полягає у вивченні методів розв'язку задач динаміки в'язкої рідини, сучасними досягненнями в галузі досліджень течій в'язкої рідини і газу та перспективами цієї науки.

1.2 Завдання вивчення дисципліни полягає в тому, щоб студент на базі отриманих теоретичних знань був здатний розв'язувати типові задачі стосовно течій реальної рідини та газу, виконувати чисельні розрахунки гідрогазодинамічних параметрів і використовувати їх у своєї професійної діяльності.

1.3 У результаті вивчення курсу «Течії в'язкої рідини» фахівець повинен **знати:** основні рівняння та граничні умови для рівнянь, які моделюють течії реальних рідин та газів, методи розв'язку цих рівнянь (аналітичні, чисельні, наближені), основні закони руху в'язкої рідини, основні співвідношення, що дають математичний опис стаціонарних та нестаціонарних течій в'язкої рідини.

Підготовлений фахівець повинен **вміти:** використовувати математичні співвідношення для розв'язання прикладних гідрогазодинамічних задач. Визначати параметри течії в'язкої рідини навколо елементів обтічних тіл.

### 2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Модель в'язкої рідини. Рівняння Нав'є-Стокса.**

**Тема 1.** Поняття та модель в'язкої рідини. Отримання рівнянь Нав'є-Стокса. Коефіцієнти кінематичної та динамічної в'язкості. Число Рейнольда. Граничні та початкові умови для рівнянь Нав'є-Стокса. Різні форми запису рівнянь Нав'є-Стокса. Замкнена система рівнянь динаміки в'язкої рідини.

**Тема 2.** Дисипація енергії. Рівняння притоку тепла для в'язкої стислої рідини.

**Змістовий модуль 2. Методи розв'язку рівнянь Нав'є-Стокса.**

**Тема 3.** Методи розв'язку рівнянь Нав'є-Стокса для в'язкої нестиглої рідини. Приклади отримання точних аналітичних розв'язків рівнянь Нав'є-Стокса: одномірна течія між двома паралельними плоскими стінками; стікання рідини по нахиленій площині під впливом сили тяжіння; стаціонарна течія в вісесиметричній трубі (течія Пуазейля).

**Тема 4.** Асимптотичні методи розв'язку рівнянь Нав'є-Стокса для в'язкої нестисливої рідини. Приклади отримання наближених розв'язків рівнянь Нав'є-Стокса при малих числах Рейнольдса: Розрахунок стаціонарної течії в'язкої рідини між двома паралельними пластинами. Розв'язок задачі про повільний рух сфери у в'язкій рідині. Формула Стокса.

**Тема 5.** Асимптотичні методи розв'язку рівнянь Нав'є-Стокса для в'язкої нестисливої рідини. Приклади отримання наближених розв'язків рівнянь Нав'є-Стокса при великих числах Рейнольда.

**Змістовий модуль 3. Рівняння руху в'язкої рідини. Методи розрахунку ламінарного примежового шару. Теорія руху примежового шару.**

**Тема 6.** Отримання рівнянь теорії примежового шару – рівнянь Прандтля. Граничні умови для рівнянь Прандтля. Точний аналітичний розв'язок рівнянь примежового шару – задача Блазіуса. Формула Блазіуса. Товщина примежового шару.

Характеристики примежового шару: товщина витіснення; товщина втрати імпульсу.

**Тема 7.** Інтегральні методи розв'язку рівнянь примежового шару. Інтегральне співвідношення Кармана. Приклад розрахунку примежового шару за допомогою інтегрального співвідношення Кармана.

**Тема 8.** Теорема імпульсів для примежового шару. Метод Кармана-Польгаузена інтегрування рівнянь імпульсів для стаціонарного примежового шару. Приклад розрахунку примежового шару методом Кармана-Польгаузена.

**Змістовий модуль 4. Турбулентні течії в'язкої рідини.**

**Тема 9.** Основні ознаки турбулентної течії в'язкої рідини. Основи теорії стійкості. Форма збуреного руху.

**Тема 10.** Розвинута турбулентність. Осереднення турбулентного руху. Отримання рівнянь Рейнольда для турбулентних течій в'язкої рідини. Граничні умови для рівнянь Рейнольда. Теоретичні гіпотези розрахунку турбулентних течій.

### **3. Рекомендована література**

#### **Базова література: навчальна та довідкова література**

1. Ламб Г. Гидродинамика: Монографія / Г. Ламб. – М., 1947. – 532с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Монографія / Л.Г Лойцянский. – 1978. – 736 с.
3. Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. – М., 1963.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды / Л.И. Седов. – М., 1970, – Т.І, Т.ІІ.
5. Шлихтинг Г. Теорія пограничного слоя / Г. Ламб. – М., 1969. – 744 с.
6. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости / Н.А. Слезкин – М., 1955. – 520 с.

**Нормативна та інструктивна література. Не використовується.**

#### **Методична література**

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із курсу «Течії в'язкої рідини». Змістовний модуль №1 – Дніпропетровськ, ДНУ, 2006. – 48 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із курсу «Течії в'язкої рідини». Змістовний модуль №2 – Дніпропетровськ, ДНУ, 2006. – 40с.

#### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання – екзамен.**

#### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

1. Оцінка в балах виконання та захисту студентом лабораторних робіт.
2. Оцінка в балах виконання студентом розрахункової роботи.
3. Поточне тестування студентів за лекційним матеріалом та виконання ними завдань.
4. Співбесіди та аналіз помилок у розрахунковій роботі та лабораторних роботах.
5. Оцінка в балах виконання студентом екзаменаційної роботи.