

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Теорія пограничного шару і лабораторна спеціалізація з гідравліки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є закони та особливості течії в'язкої рідини поблизу твердої поверхні та практичне проведення лабораторних робіт з в'язкою рідиною.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета. Метою вивчення дисципліни є: ознайомлення студентів з основами гідростатики та гідродинаміки, з основними властивостями в'язкої рідини, що рухається (в'язкість, стисливість, товщина пограничного шару, його відрив), вивчення основних законів руху в'язкої рідини, а також ознайомлення з основними пристроями, що застосовуються при гідравлічних вимірах.

Завдання. Завдання дисципліни полягає в наданні знань про сучасні проблеми, які пов'язані з наявністю пограничного шару рухомого середовища, а також в підготовці фахівців, що можуть формулювати і розв'язувати задачі механіки в'язкої рідини та проводити експериментальні дослідження властивостей в'язкої рідини.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні закони течії в'язкої рідини (відомості про течії рідини з тертям; відмінність руху дійсної й ідеальної рідини; закони подоби; число Рейнольдса і число Маха);
- відомості з теорії пограничного шару (поняття пограничного шару; відрив пограничного шару й утворення вихорів; турбулентна течія у трубі й у пограничному шарі);
- загальні властивості рівнянь пограничного шару (поняття «автомодельності» розв'язків);
- точні розв'язки рівнянь пограничного шару для стаціонарної плоскої течії (течія біля клина; течія у каналі, що звужується; витікання плоского струму з отвору (затоплений струм));
- особливості температурних пограничних шарів в ламінарній течії (підвищення температури, що виникає внаслідок адіабатичного стиску; загальні властивості температурних пограничних шарів);
- основні пристрої, що застосовуються при гідравлічних вимірах.

вміти:

- складати рівняння пограничного шару плоскої ламінарної течії; визначати опір тертя плоскої пластини; знаходити товщину пограничного шару на пластині, а також товщину витиснення, товщину втрати імпульсу;
- складати рівняння пограничного шару через функцію струму;
- перетворювати рівняння пограничного шару в рівняння теплопровідності;

- складати рівняння температурного пограничного шару;
- складати математичну модель для опису ламінарної і турбулентної течії рідини;
- проводити експериментальні дослідження та виміри параметрів течії в'язкої рідини.

2. Програма навчальної дисципліни

V семестр (Лабораторна спеціалізація з гідравліки)

Змістовий модуль 1.

ГІДРАВЛІКА – ПРАКТИЧНА НАУКА ПРО ТЕЧІЇ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ

Тема 1. Пристрої та методи виміру швидкостей та витрат рідини. Призначення трубок Піто та Вентурі. Необхідність застосування комбінованого насадку для виміру тисків у потоці. Об'ємний метод виміру витрат рідини.

Тема 2. Демонстрація рівняння Бернуллі. Основне співвідношення рівняння Бернуллі, його фізичний сенс. Побудова п'єзометричної та напірної ліній.

Тема 3. Дослідження режимів руху рідини. Ламінарний, перехідний та турбулентний режими течії. Візуалізація течії за допомогою чорнил. Визначення числа Рейнольдса – безрозмірної швидкості потоку.

Тема 4. Визначення коефіцієнта опору тертя. Гідравлічний опір за довжиною труби. В'язкість реальної рідини – основна причина появи гідравлічного опору.

Тема 5. Визначення коефіцієнта місцевого опору від шайби. Шайба – звуження поперечного перетину труби; вона призводить до підвищення тиску в потоці, і, отже – до появи місцевого опору.

Тема 6. Визначення коефіцієнта місцевого опору у крані. Кран – необхідний елемент гідравлічних систем, що викликає підвищення тиску у потоці, і, отже – появу місцевого опору.

Тема 7. Визначення коефіцієнта місцевого опору при раптовому розширенні та раптовому звуженні. Відрив пограничного шару при раптовому розширенні та підвищення тиску в потоці при раптовому звуженні.

VI семестр (Теорія пограничного шару)

Змістовий модуль 2.

ОСНОВНІ ЗАКОНИ ТЕЧІЇ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ

Тема 8. Історія розвитку науки про рух рідини. Виникнення двох напрямків динаміки рідини: теоретичної гідродинаміки та гідравліки.

Тема 9. Початкові відомості про течії рідини з тертям. Дійсна й ідеальна рідини. В'язкість. Стисливість. Закони подоби; число Рейнольдса і число Маха.

Тема 10. Поняття пограничного шару. Відрив пограничного шару й утворення вихорів. Течія Хагена-Пуазейля в трубі. Турбулентна течія у трубі й у пограничному шарі.

Змістовий модуль 3.

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСІВ РУХУ РІДИНИ

Тема 11. Ламінарні пограничні шари. Рівняння пограничного шару при плоскій течії. Пограничний шар на пластині. Опір тертя. Товщина пограничного шару на пластині. Товщина витиснення. Товщина втрати імпульсу.

Тема 12. Загальні властивості рівнянь пограничного шару. «Автомодельні» розв'язки. Перетворення рівнянь пограничного шару в рівняння теплопровідності. Складання рівнянь пограничного шару через функцію струму.

Тема 13. Точні розв'язки рівнянь пограничного шару для стаціонарної плоскої течії. Течія біля клина. Течія у каналі, що звужується. Витікання плоского струму з отвору (затоплений струм).

Тема 14. Температурні пограничні шари в ламінарній течії. Підвищення температури, що виникає внаслідок адіабатичного стиску. Складання рівнянь температурного пограничного шару. Загальні властивості температурних пограничних шарів.

3. Рекомендована література

Базова

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1974. – 712 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1970. – 904 с.
3. Себиси Т., Брэдшоу П. Конвективный теплообмен. – М.: Мир, 1987. – 592 с.
4. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.
5. Альтшуль А.Д., Климов П.Г. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1965. – 325 с.
6. Френкель Н.З. Гидравлика. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1956. – 361 с.
7. Лабораторный практикум по гидромеханике. Сост.: Сяев В.А., Беляев Н.Н. – Дн-ск: Изд-во ДГУ, 1989. – 52 с.

Допоміжна

8. Ламб Г. Гидродинамика. – М.: Наука, 1947.
9. Прандтль Л., Титъенс О. Гидроаэромеханика по лекциям Л.Прандтля. – Т. I и II. – М.: Мир, 1935.
10. Современное состояние гидроаэродинамики вязкой жидкости / Под ред. С.Гольдштейна, Т. 1. – М.: ИЛ, 1948.
11. Дюрэнд В. Аэродинамика. – М.: Оборонгиз, 1939.
12. Бай Ши-и. Теория струй. – М.: Физматгиз, 1960.

13. Амброк Г.С. Влияние переменной температуры поверхности на теплообмен при ламинарном пограничном слое //ЖТФ. – 1957. – Т. 27. – С. 812-821.
14. Скопец М.Б. Приближенный метод интегрирования уравнений ламинарного пограничного слоя в несжимаемом газе при наличии теплообмена //ЖТФ. – 1959. – Т. 29. – С. 462-470.
15. Башта Г.М. Машиностроительная гидравлика: Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1971. – 227 с.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

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