



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Лопатеві гідравлічні машини та передачі

Шифр та назва спеціальності

145 – Гідроенергетика

Інститут

ІНІ Механічної інженерії і транспорту

Освітня програма

Гідроенергетика

Кафедра

Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури (150)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова)

Семестр

6

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Прізвище Ім'я По батькові

yevhenii.krupa@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри гідравлічних машин ім. Г.Ф. Проскури НТУ «ХПІ»

Автор понад 50 науково-методичних праць (статей, посібників, монографій, патентів на корисну модель). Курси: «Основи теорії лопатевих гідромашин», «Гідравлічні турбіни та оборотні гідромашини», «Основи САПР лопатевих гідромашин», «Проектування лопатевих гідромашин»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс охоплює інформацію про основні закони збереження енергії та їх найважливіші практичні застосування. Студенти вивчають конструкцію та принцип дії лопатевих гідротурбін та насосів, теоретичні характеристики лопатевих гідромашин; навчаються працювати в програмах, що використовуються для розв'язування прямих та обернених задач при проектуванні лопатевих систем. Вивчають методи проектування та гідродинамічного розрахунку прямих решіток профілів в лопатевих гідромашинах, які допоможуть розробити нові лопатеві системи з високими енергетичними показниками.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення теоретичних й експериментальних даних про кінематичні характеристики потоку в проточній частині лопатевих гідромашин, теорії взаємодії потоку з робочим колесом, методів проектування й аналізу лопатевих систем.

Формат занять

Лекції, практичні заняття. Підсумковий контроль - іспит

Компетентності

- ЗК-1. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК-5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
СК-1. Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в гідроенергетичній галузі.
СК-2. Здатність проектувати та експлуатувати гідроенергетичне обладнання.
СК-5. Здатність виявляти, класифікувати і описати ефективність систем і компонентів енергосистеми на основі використання аналітичних методів, моделювання та експериментальних досліджень.
СК-13. Здатність визначати характеристики специфічних матеріалів, обладнання, процесів і продуктів в гідроенергетичній галузі.
ФКС. 1-4. Здатність використовувати гідродинамічні методи для проектування проточної частини гідротурбін, розрахувати та конструювати лопатевий насос, підібрати лопатевий насос на задані умови роботи, експлуатувати та визначити режим його роботи, вміти регулювати роботу цих машин.

Результати навчання

- ПРН1. Вміти застосовувати отримані знання з фундаментальних наук для розв'язку професійних завдань.
ПРН6. Знання і розуміння наукових принципів, що лежать в основі гідроенергетичної галузі, навички застосування відповідних методів для вирішення професійних завдань.
ПРН8. Визначати, формулювати і вирішувати інженерні завдання в гідроенергетичній галузі з використанням ефективних методів.
ПРН9. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи в гідроенергетичній галузі, забезпечувати достовірність та релевантність результатів аналізу.
ПРН10. Розробляти і управляти проектами згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик гідроенергетичних ресурсів, схем їх руху та відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні гідроенергетичних установок і апаратів, а також технічними умовами та іншими нормативними документами.
ПРН16. Обирати та використовувати придатні методи та засоби вимірювань для визначення значень технологічних параметрів процесів та режимів роботи енергетичного обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної служби України.
ПРНС1-4. Знати робочі процеси лопатевих гідромашин і гідропередач, їхню класифікацію і конструкцію проточної частини.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредити ECTS): лекції – 64 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Фізика», «Гідрогазодинаміка», «Механіка в'язкої рідини».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Дисципліна "Основи теорії лопатевих гідромашин" здебільшого орієнтована на лекційні заняття, які забезпечують студентам основні теоретичні знання та концептуальне розуміння теми. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Крім того, для засвоєння практичних навичок та детальнішого вивчення матеріалу студенти працюють з програмами для моделювання та аналізу лопатевих гідромашин.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ до курсу.

Основні завдання в області теорії лопатевих гідромашин. Роль дисципліни в системі фундаментальних знань за фахом «Гідроенергетика». Загальні поняття та терміни.

Тема 2. Принципові схеми проточних частин лопатевих гідромашин.

Загальна класифікація. Структурні схеми насоса, гідродвигуна й гідропередачі. Принципові схеми турбінної й насосної установок. Оборотні гідромашини.

Тема 3. Конструктивні схеми проточної частини лопатевих гідромашин.

Призначення, пристрій й принцип дії робочих органів. Характеристика потоку в проточній частині насоса й гідротурбіни.

Тема 4. Кінематична характеристика потоку в робочому колесі.

Моделювання течії рідини в лопатевих системах. Поняття гідродинамічних решіток. Гідродинамічні решітки на поверхнях току. Види гідродинамічних решіток.

Тема 5. Циркуляція швидкості навколо профілю в решітках.

Сили, які діють на профіль у прямій решітці, що рухається. Сили, які діють на профіль у нерухомій прямій решітці.

Тема 6. Кругові решітки профілів.

Аналіз течії рідини в круговій решітці. Вихровий відносний рух у меж лопатевому каналі. Осьовий вихор. Розподіл швидкостей у міжлопатевому каналі. Зв'язок між циркуляціями по контурі профілю в абсолютному й відносному русі.

Тема 7. Загальні кінематичні характеристики решіток.

Рівняння зв'язку кінематичних параметрів потоку (циркуляцій) у нерухоливих прямих і круглих решітках. Поняття коефіцієнта прозорості й кута безциркуляційного обтікання.

Рівняння зв'язку циркуляцій і кутів потоку в прямій решітці, яка рухається і обертових кругових решіток. Поняття активного радіуса решіток. Розрахунки на міцність. Чисельне дослідження просторового потоку в гідромашинах.

Тема 8. Розрахунок кінематичних характеристик решіток профілів.

Визначення гідродинамічних параметрів решіток. Застосування спрощених моделей. Формули для визначення активного радіуса.

Тема 9. Основні теорії взаємодії потоку рідини з робочим колесом.

Постановка завдання по визначенню взаємодії потоку з робочим колесом. Застосування законів збереження для визначення інтегральних параметрів взаємодії потоку з робочим колесом.

Визначення гідравлічного моменту на робочому колесі щодо осі обертання. Формули гідравлічного моменту на робочому колесі гідротурбіни й насоса. Баланс енергії потоку в насосному й турбінному робочому колесі. Поняття теоретичного напору.

Тема 10. Опис потоку в проточній частині гідромашини за допомогою безрозмірних усереднених параметрів.

Інтегральні параметри потоку в характерних перетинах проточної частини (витрата, момент кількості руху, потужність). Поняття про усереднені швидкості й кути в перетинах потоку.

Усереднена меридіональна й окружна складові швидкості. Усереднені кути потоку в абсолютному і відносному русі. Безрозмірні параметри потоку в даному перетині. Безрозмірні коефіцієнти циркуляції моменту кількості руху і потужності потоку в даному перетині проточної частини.

Тема 11. Тривимірний потік у лопатевих системах гідромашин. Наближені моделі течії.

Загальні рівняння руху. Просторовий характер течії в лопатевих системах гідромашин. Рівняння руху нев'язкої рідини в формі Громеко-Лемба в ортогональній криволінійній системі координат.

Усереднений рух рідини в гідромашині. Течія на поверхнях струму. Одновимірна теорія.

Тема 12. Гідродинамічний розрахунок плоских прямих решіток нескінченно тонких профілів методом розподілених вихорів.

Метод вихрових шарів (розподіл вихорів) розрахунку прямих решіток профілів. Комплексний потенціал нескінченного ряду вихорів. Швидкості, що індуковані решітками вихорів і вихровими контурами. Швидкість, індукована нескінченим рядом вихрових контурів. Профілювання прямий решітки профілів методом розподілених вихорів (метод Лесохіна).

Теми практичних занять

Тема 1. Розрахунок кінематичних характеристик потоку в проточних частинах гідромашин.

Розрахунок та побудова трикутників швидкостей для прямих решіток гідротурбін та насосів.

Розрахунок та побудова трикутників швидкостей для кругових решіток гідротурбін та насосів.

Тема 2. Загальні кінематичні характеристики решіток.

Розрахунок кінематичних параметрів потоку в характерних перетинах проточної частини лопатевих гідромашин.

Тема 3. Розрахунок прямої решітки профілів за методом Лесохіна (метод розподілених вихорів).

Розрахунок основних кінематичних та геометричних характеристик профілю. Розрахунок профілю кінцевої товщини.

Тема 4. Побудова тривимірної моделі лопаті.

Використання програми SolidWorks для побудови тривимірної моделі спрофільованої лопаті.

Побудова робочого колеса гідротурбіни або насоса з врахуванням числа лопатей.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання на розрахунок прямої решітки профілів методом Лесохіна. Результати досліджень оформлюються у письмовий звіт або у вигляді РРТ-презентації. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література

- 1 Сокол Є., Черкашенко М., Потетенко О., Дранковський В., Гасюк О., Гриб О. Гідроенергетика. Том 1. Гідрогазодинаміка. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 274 с.
- 2 Сокол Є., Черкашенко М., Потетенко О., Дранковський В., Гасюк О., Гриб О. Гідроенергетика. Том 2. Гідравлічні машини. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 534 с.
- 3 Сучасні гідродинамічні методи розрахунку лопатевих систем і САПР гідромашин: Навч. посібник / В.В. Барліт. Київ : НМК ВО, 1992.
- 4 Срібнюк С.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії і застосування: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004.- 328 с.
- 5 Герасимов Г.Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник. - Рівне: НУВГП, 2008.- 241 с. ISBN 978-966-327-090-6.
- 6 Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривод : підручник. Київ : Центр навчальної літератури. 2006. 616 с.
- 7 Viktor Gelpke. Hydraulic Turbines - Their Design and Installation.: Research Press, 2010. 298 p. ISBN: 1445579731.

Додаткова література

- 1 Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодувки, компресори): Підручник. - Львів: „Магнолія плюс”, видавець В.М.Піча, 2005.- 340 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та розрахункове завдання (по 20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2023

Завідувач кафедри
Андрій РОГОВИЙ

30.06.2023

Гарант ОП
Віктор ДРАНКОВСЬКИЙ