



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Проектування лопатевих гідромашин (ч. 1)



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

Вибіркова, Профільна

Семестр

7

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Крупа Євгеній Сергійович

yevhenii.krupa@khpi.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](#)



Миронов Костянтин Анатолійович

Kostiantyn.Myronov@khpi.edu.ua

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

Досвід роботи – 20 років. Автор понад 80 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Гідравлічні та пневматичні нагнітачі», «Проектування лопатевих гідромашин».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс охоплює інформацію про проектування різних типів лопатевих машин – насоси, турбіни, гідродинамічні передачі. Студенти вивчають конструкцію, принцип дії та основні параметри лопатевих гідромашин; навчаються працювати в програмах, що використовуються для розв'язування прямих та обернених задач при проектуванні гідромашин. Вивчають методи

проектування та гідродинамічного розрахунку в лопатевих гідромашинах, які допоможуть розробити нові лопатеві системи з високими енергетичними показниками.

Мета та цілі дисципліни

Отримання студентами знань у галузі проектування лопатевих гідромашин різних типів, необхідних для подальшого опанування спеціальних дисциплін та практичної діяльності за спеціальністю.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота. 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-6 Здатність вибирати та обґрунтовувати обрані гідромашини та розраховувати лопатеві системи та сучасні конструктивні рішення.

Результати навчання

ПРН-1 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.

ПРН7. Систематизовані знання і розуміння ключових аспектів та концепцій в гідроенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

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.

ПРН11. Обирати і використовувати придатні обладнання, інструменти та методи.

ПРН12. Розуміння принципів, на яких базуються застосовувані методики і методи, їх обмеження, сфери використання, а також навички їх використання для вирішення прикладних проблем.

ПРН15. Експлуатувати гідроенергетичне обладнання у відповідності до законодавства і нормативних документів, зокрема, технічних регламентів та правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності.

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.

ПРНС-6 Самостійно вирішувати практичні задачі; вибирати гідродинамічні машини на задані умови роботи та володіти довідковою літературою.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 64 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 84 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Прикладна гідравліка», «Гідрогазодинаміка», «Лопатеві гідромашини і передачі».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Студенти отримують практичні навички роботи з програмами для розв'язування прямих та обернених задач, що дозволяє ефективно моделювати та аналізувати лопатеві системи. Під час навчання, студенти вивчають передові методи проектування та гідродинамічного розрахунку. Методи навчання активно включають практичні вправи, проектну роботу та використання сучасних програм для моделювання гідромашин, що сприяє розвитку творчого та інноваційного підходу до проектування лопатевих гідромашин.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ до курсу.

Загальні поняття та терміни про гідравлічні машини. Типи гідромашин.

Тема 2. Розробка та проектування гідравлічних машин

Стадії та етапи розробки гідравлічних машин.

Номенклатура конструкторських документів а залежності від стадії розробки.

Тема 3. Основні технічні показники гідравлічних машин.

Лопатеві насоси. Принцип дії, основне рівняння й робоча характеристика відцентрового насосу.

Подібність лопатевих насосів. Розширення сфери застосування відцентрових насосів обточуванням робочих коліс.

Тема 4. Поняття і загальні положення про електроенергетичну систему.

Графіки навантаження. Показники і коефіцієнти оцінки добових графіків навантаження.

Тема 5. Характеристики відцентрових насосів.

Вимоги до характеристик та конструкцій відцентрових насосів типу К, В, Д. Визначення конструктивної схеми насосу, параметрів його характеристики і конструкції. Класифікація основних типів відцентрових насосів. Допустима висота всмоктування відцентрового насоса.

Тема 6. Конструкції відцентрових насосів.

Деталі ротора відцентрового насосу. Деталі розгрузки осьового зусилля на роторі відцентрового насоса. Ущільнення насоса. Торцеве ущільнення.

Тема 7. Типи відцентрових насосів.

Консольні відцентрові насоси загального призначення. Горизонтальні насоси двобічного входу. Вертикальні відцентрові насоси для води. Багатоступеневі горизонтальні насоси. Осьові насоси. Діагональні насоси.

Тема 8. Відвідні пристрої насосів.

Вимоги до відвідних пристроїв насосів. Конструкції відвідних пристроїв насосів. Спіральний відвід, напрямні на випрямні апарати. Складальні відвідні пристрої. Створення теоретичного креслення спірального відводу.

Тема 9. Вирішення прямої та оберненої задач при проектуванні гідромашин

Загальні питання вирішення прямої та зворотної задач при проектуванні гідротурбін. Основні завдання теорії гідротурбін. Методи вирішення прямої задачі. Методи вирішення зворотної задачі. Аналіз моделей робочого процесу. Модернізація проточної частини гідротурбін.

Тема 10. Гідравлічні турбіни.

Проточні частини гідротурбін та їх характеристики. Основи робочого процесу гідротурбін. Закони подібності гідротурбін. Явище кавітації. Характеристики гідротурбін – універсальні та експлуатаційні характеристики. Номенклатура реактивних гідротурбін. Методи підбору реактивних гідротурбін. Конструкції різних систем гідротурбін.

Тема 11. Підвід гідротурбіни.

Призначення підводу гідротурбіни. Типи турбінних спіральних камер. ДСТУ на бетонні спіральні камери. ДСТУ на металеві спіральні камери. Розрахунок спіральної камери на ЕОМ. Статор гідротурбіни. Вибір профілю колони статора.

Тема 12. Направляючий апарат та робоче колесо гідротурбіни.

Призначення направляючого апарату. Типи направляючих апаратів. Вибір типу лопатки. Геометричні характеристики профілів. Розрахунок робочих коліс осьового типу. Основні припущення про форму потоку. Методи профілювання лопатей осьового робочого колеса. Вибір розрахункових параметрів і порожнини робочого колеса. Завдання форми потоку на вході і виході з робочого колеса.

Теми практичних занять

Тема 1. Проектування відцентрового насосу.

Визначення основних розмірів робочого колеса. Розрахунок і побудова меридіанного перерізу робочого колеса.

Тема 2. Проектування відвідного каналу відцентрового насосу.

Розрахунок та профілювання спірального відвідного каналу трапецієвидної форми методом $R \cdot C_u = \text{const}$. Оцінка дійсної (допустимої) висоти всмоктування насосу.

Тема 3. Направляючий апарат гідротурбіни.

Вибір типу та форми лопатки направляючого апарату за ДСТУ на задані параметри гідротурбіни. Симетричний та асиметричний профіль лопатки.

Тема 4. Побудова експлуатаційної характеристики гідротурбіни.

Визначення основних параметрів гідротурбіни. Побудова робочих характеристик. Побудова експлуатаційної характеристики з нанесенням ізоліній ККД та висоти відсмоктування.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Створення теоретичного кресленника проточної частини відцентрового насосу.

Тема 2. Створення складального креслення вузла конструкції відцентрового насосу.

Тема 3. Створення кресленника робочого колеса відцентрового насосу.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання по розрахунку та побудові експлуатаційної характеристики гідротурбіни. 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 2. Гідравлічні машини. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 534 с.
- 2 Барліт В.В. Сучасні гідродинамічні методи розрахунку лопатевих систем і САПР гідромашин: Навч. посібник / В.В. Барліт. Київ : НМК ВО, 1992.
- 3 Технічна термодинаміка, гідравліка і гідромашини : навч. посібник : у 2 ч. Ч. 2 : Гідродинаміка та гідравлічні машини / В. Е. Дранковський [та ін.] ; - Харків : НТУ "ХПІ", 2020. – 223 с.
- 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 Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини. - Львів: „Магнолія плюс”, видавець В.М.Піча, 2005.- 340 с.
- 8 Кондусь В. Ю. Лопатеві насоси : навчальний посібник / В. Ю. Кондусь, О. І. Котенко . – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 293 с.



ISBN 978-966-657-860-3

9 Євтушенко А. О. Гідродинамічні машини і передачі : навчальний посібник / А. О. Євтушенко. – Суми : Сумський державний університет, 2005. – С. 27–33.

10 Бондаренко А.В., Зав'ялов П.С. Проектування комплексних гідротрансформаторів. Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 112 с.

11 Bikash Kumar Sarkar. Hydraulic Turbine Control Design.: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 132 p. ISBN-10: 3659256692.

12 Getu Nailu, Michal Varchola, Peter Hlbocan. Design of Hydrodynamic Machines. Pumps and Hydro-Turbines.: CRC Press. 2022. 268 p. ISBN 9780367439613.

Додаткова література

1 Боднар Б. Є., Бобирь Д. В., Капіца М. І. Гідравлічні передачі локомотивів : підручник. Дніпро : Дріант, 2021. 466 с. ISBN 978-966-2394-50-4.

2 Grant Ingram. Basic Concepts in Turbomachinery.: Grant Ingram & Ventus Publishing ApS., 2019. 145 p. ISBN 978-87-7681-435-9.

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-dobrocheshnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2023

Завідувач кафедри
Андрій РОГОВИЙ

30.06.2023

Гарант ОП
Віктор ДРАНКОВСЬКИЙ