



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Проектування та технологія виготовлення синхронних машин великої потужності

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електромеханіка

Кафедра

Електричні машини (126)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вибіркова

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Юр'єва Олена Юріївна

olena.yurieva@khp.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричних машин

Авторка та співавторка понад 80 наукових та методичних публікацій. Викладає дисципліни: Загальна теорія електричних машин, Математичне моделювання електричних машин, Проектування та технологія виготовлення синхронних машин великої потужності, Організація технологічної підготовки виробництва.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна вивчає принципи проектування та технології виготовлення синхронних машин великої потужності, а саме, турбо- та гідрогенераторів, синхронних двигунів середньої та великої потужності.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є одержання знань зі сучасних методів проектування синхронних машин, технології виробництва турбо- і гідрогенераторів та потужних синхронних двигунів, а також набуття практичних навичок з прийняття обґрунтованих самостійних інженерних рішень, які отримуються при виконанні курсового проекту зі синхронних явнополюсних машин загального або спеціального призначення та лабораторних занять на профільному підприємстві.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.

Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.

Здатність керувати проектами та критично оцінювати їх результати.

Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Знання і розуміння сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва, технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації електроенергетичного, електротехнічного і електромеханічного устаткування та обладнання.

Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та технічні методи і відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, зокрема при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.

Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Здатність використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Здатність досліджувати, аналізувати, застосовувати, науково обґрунтовувати вибір матеріалів, обладнання та застосування технологічних заходів для реалізації новітніх технологій у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Результати навчання

Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.

Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

Проектування та технологія виготовлення синхронних машин великої потужності



Використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Збирати та інтерпретувати необхідні дані, визначати сучасний стан та тенденції розвитку показників та характеристик електротехнічного обладнання у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту, зокрема із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на освітній програмі підготовки бакалавра.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, лабораторні заняття, практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

Лабораторні роботи передбачають ознайомлення зі сучасними технологічними методами, які застосовуються на підприємствах із виготовлення синхронних машин.

На практичних заняттях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при проектуванні синхронних машин.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Базові принципи проектування синхронних машин великої потужності

Класифікація синхронних машин. Номінальні дані синхронних машин. Машинна постійна. Вибір головних розмірів та електромагнітних навантажень синхронних машин

Тема 2. Проектування осердя статора синхронної машини

Вибір кількості пазів статора. Вибір геометрії паза статора. Заповнення паза статора

Тема 3. Проектування обмотки статора синхронної машини

Петльова і хвильова обмотки статора з цілою та дробовою кількістю пазів на полюс і фазу.

Ефективність застосування обмоток статора з дрібним числом пазів на полюс і фазу. Транспозиція провідників у стрижнях обмотки статора

Тема 4. Проектування ротора синхронної машини

Вибір довжини і форми повітряного проміжку в синхронних машинах. Відношення короткого замикання. Проектування осердя ротора синхронних машин. Розрахунок ЕРС збудження при неробочому ході та навантаженні.

Тема 5. Перевірка електромагнітного розрахунку синхронної машини

Аналіз правильності вибору електромагнітних навантажень, головних розмірів, активних і ізоляційних матеріалів, конструктивних і електричних параметрів обмоток статора і збудження, технологічність виготовлення обмоток

Тема 6. Втрати та ККД синхронної машини

Проектування демпферної (пускової) обмотки. Основні і додаткові втрати синхронної машини. ККД. Охолодження синхронних машин. Визначення активних і індуктивних опорів обмоток синхронної машини

Тема 7. Розрахунок характеристик синхронних машин

Розрахунок характеристик синхронних генераторів при автономній роботі та паралельній роботі з мережею безкінечної потужності. Розрахунок характеристик синхронного двигуна.

Тема 8. Конструювання синхронних машин

Механічні розрахунки та конструювання синхронних машин. Конструктивні особливості турбо- та гідрогенераторів, синхронних двигунів та компенсаторів. Основи проектування серій синхронних машин.

Тема 9. Технологія складання корпусу турбогенератора

Особливості технології виробництва турбо- та гідрогенераторів. Конструкція турбогенератора. Послідовність технологічних операцій складання та зварювання складових частин корпусу. Відпал зварних конструкцій. Випробування корпусу турбогенератора на міцність та герметичність. Технологія механічної обробки деталей та вузлів корпусу турбогенератора.

Тема 10. Технологія виготовлення осердя статора турбогенератора

Технологія виготовлення деталей та вузлів статора турбогенератора (клинків корпусу, натискних кілець, кронштейнів та шинотримачів, бандажних кілець). Технологія складання осердя статора турбогенератора (штампування та обробка сегментів, розгонка клинків статора, складання та пресування осердя, випробування осердя).

Тема 11. Технологія виготовлення обмотки статора турбогенератора

Технологія виготовлення стрижнів обмотки статора турбогенератора (заготовка, плетіння, ізолювання, паяння наконечників, випробування провідників та стрижнів). Технологія укладання стрижневих обмоток статора турбогенератора (кріплення стрижнів, паяння наконечників та випробування)

Тема 12. Проектування ротора синхронної машини

Технологія механічної обробки ротора турбогенератора (обробка вала і бочки ротора, пазових клинків, бандажних кілець та струмовідводів). Технологія виготовлення обмотки ротора турбогенератора (особливості конструкції обмотки, технологія виготовлення та укладання витків котушок та їх випробування). Технологія складання ротора турбогенератора).

Тема 13. Складання, транспортування, монтаж турбогенератора

Технологія складання турбогенератора (обладнання стенда, транспортування статора і ротора, заведення ротора в статор, контрольне складання та випробування). Пакування транспортування вузлів турбогенератора до замовника та монтаж турбогенератора у замовника

Тема 14. Технологія виготовлення осердя статора гідрогенератора

Особливості конструкції основних типів гідрогенераторів (підвісних, зонтичних та капсульних). Технологія виготовлення корпусу статора гідрогенератора (ділення на сектори, складання сектора, виготовлення стикових плит, складання секторів в кільце, розгонка призми). Технологія виготовлення осердя статора гідрогенератора (типи сегментів, їх складання та пресування, укладання бандажних кілець)

Тема 15. Технологія виготовлення обмоток гідрогенератора

Технологія виготовлення та укладення обмотки статора гідрогенератора (котушкової та стрижневої обмоток, укладання нижнього та верхнього шарів обмотки, кріплення та з'єднання стрижнів та їх випробування). Технологія виготовлення ротора гідрогенератора (особливості конструкції складових частин ротора, виготовлення вала, дискового, барабанного та спицевого остовів). Технологія виготовлення обода ротора гідрогенератора (виготовлення сегментів та їх складання). Технологія виготовлення полюсів ротора гідрогенератора (виготовлення осердь, котушок та демпферних обмоток).

Тема 16. Складання, транспортування, монтаж гідрогенератора

Технологія проведення монтажу гідрогенератора у замовника (організація монтажу, складання статора, укладення стикових частин обмотки, складання ротора, особливості складання підвісних та зонтичних гідрогенераторів).

Теми практичних занять

Тема 1. Вибір головних розмірів та електромагнітних навантажень синхронних машин

Тема 2. Проектування пазово-зубцевої зони статора синхронної машини. Заповнення паза статора

Тема 3. Побудова схеми обмотки статора

Тема 4. Магнітний розрахунок синхронних машин

Тема 5. Заповнення міжполюсного вікна синхронної явнополюсної машини

Тема 6. Розрахунок характеристик синхронних машин

Тема 7. Контрольна робота №1

Тема 8. Контрольна робота №2

Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота 1. Технологія механічної обробки деталей та вузлів корпусу турбогенератора
Лабораторна робота 2. Технологія виготовлення деталей та вузлів статора турбогенератора
Лабораторна робота 3. Технологія виготовлення стрижнів обмотки статора турбогенератора
Лабораторна робота 4. Захист лабораторних робіт
Лабораторна робота 5. Технологія укладення обмотки статора гідрогенератора
Лабораторна робота 6. Технологія виготовлення ротора гідрогенератора
Лабораторна робота 7. Технологія виготовлення обода ротора гідрогенератора
Лабораторна робота 8. Захист лабораторних робіт

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання курсового проєкту «Проектування синхронних явнополюсних машин». Курсовий проєкт містить пояснювальну записку та кресленники спроектованої синхронної машини згідно обраного варіанту номінальних даних. Успішний захист курсового проєкту оцінюється в 25 балів і входить до екзаменаційної оцінки. Студентам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Проектування електричних машин: Навч. посібник / Д.В. Циленков, Ю.В. Куваєв, О.Б. Іванов, І.А. Кириллов. За ред. Ф.П. Шкрабця. – Д: Національний гірничий університет, 2008.
2. Юхимчук В. Д. Технологія виробництва електричних машин: Підручник. / В. Д. Юхимчук– Х.: Тім Пабліш Груп, 2014.
3. Юр'єва О. Ю. Проектування синхронних явнополюсних машин : навчально-методичний посібник з курсового проектування для студентів електротехнічних спеціальностей / О. Ю. Юр'єва, Л. В. Шилкова, Д. В. Потоцький. – Х.: НТУ «ХПІ», 2020. – 76 с.

Додаткова література

1. Boldea I. Synchronous Generators / I. Boldea. – CRC Press, 2015.
2. Мілих В. І. Літерні позначення величин та параметрів електричних машин. - Харків, НТУ «ХПІ», 2007 р.
3. Умовні графічні позначення елементів на електротехнічних схемах : методичні вказівки з електротехніки для викладачів і студентів електротехнічних спеціальностей / уклад. В. Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (30%) та поточного оцінювання (70%). Екзамен проводиться за екзаменаційними білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольні роботи (2 по 10 балів), захисту лабораторних робіт (5 по 5 балів), захисту курсового проєкту (25 балів).

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	31.08.2023	Завідувач кафедри Володимир МІЛИХ
	31.08.2023	Гарант ОПП Євген БАЙДА
	31.08.2023	Гарант ОНП Володимир МІЛИХ