



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Шуми і вібрації електричних машин

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



Шилкова Лариса Василівна

larysa.shylkova@kpi.edu.ua

доктор філософії, доцент, доцент кафедри електричних машин

Авторка та співавторка понад 50 наукових та методичних публікацій. Викладає дисципліни: Надійність електричних машин, Шуми і вібрації електричних машин, Проблеми, перспективи та технології розвитку електроенергетики та електромеханіки, Випробування та діагностика електричних машин

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна вивчає основні відомості з фізичної, фізіологічної та вимірювальної акустики і розрахункові методи аналізу шумів і вібрацій електричних машин.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є підготовка магістрів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», одержання майбутніми магістрами теоретичних і практичних знань в області використання методів аналізу шумів та вібрацій електричних машин та шляхів їх усунення.

Формат занять

Лекції, 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.

Знання і розуміння закономірностей, механізмів та наслідків відмов обладнання, здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

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

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 застосовувати методи розрахунку, вимірювання, діагностики джерел шуму та вібрацій в електромеханічних пристроях.

Результати навчання

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

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.

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.

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.

Визначати джерела шумів і вібрацій, розраховувати, вимірювати та усувати причини вібрації, знати новітні досягнення теорії шумів та вібрацій в електромеханічних пристроях.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 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, практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

На практичних заняттях використовується компетентнісний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при визначенні рівнів шуму та вібрації електричних машин.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ. Основні поняття акустики

Актуальність проблеми дослідження шуму і вібрації електричних машин. Вплив шуму і вібрації на організм людини. Основні поняття акустики (звук, шум, звукове поле, вібрація). Класифікація шумів залежно від природи джерела.

Тема 2. Фізичні характеристики звуку

Звуковий тиск, звукова потужність, інтенсивність звуку, швидкість звуку, довжина звукової хвилі, частота звуку, віброшвидкість, віброприскорення, вібропереміщення. Зв'язок між звуковим тиском потужністю і інтенсивністю звуку. Звуковий тиск і інтенсивність звуку при одночасній дії кількох джерел звуку. Зв'язок звукового тиску і інтенсивності звуку з віброшвидкістю.

Тема 3. Фізіологічні характеристики звуку

Зона слухового сприйняття, гучність звуку, висота звуку, тембр звуку. Зв'язок фізіологічних характеристик з фізичними.

Тема 4. Коливання механічних систем із зосередженими параметрами

Вільні та вимушені коливання механічних систем із зосередженими параметрами. Рівняння вільних і вимушених коливань в системі із зосередженими параметрами з одним ступенем свободи та види їх вимірювання. Амплітуда коливальної швидкості системи із зосередженими параметрами з одним ступенем свободи при наявності в'язкого тертя. Механічний опір. Резонанс в системах із зосередженими та розподіленими параметрами.

Тема 5. Одиниці вимірювання шуму і вібрації

Децибел, фон, декада, октава. Рівні звукової потужності, інтенсивності звуку, звукового тиску, гучності, звуку, віброшвидкості та віброприскорення. Зв'язок між рівнями звукової потужності, інтенсивності звуку і звукового тиску. Рівні звукового тиску та інтенсивності звуку при одночасній дії кількох джерел звуку. Зв'язок рівней звукового тиску і інтенсивності звуку з рівнем віброшвидкості. Зв'язок рівнів віброшвидкості та віброприскорення.

Тема 6. Коливання кругового кільця.

Власні форми і власні частоти вигибних коливань вільного кругового кільця. Розрахунок коливань вільного кругового кільця. Зміна власних форм і власних частот коливань вільного кругового кільця при його жорсткому закріпленні у двох точках.

Тема 7. Поперечні (вигібні) коливання валів, що обертаються

Моделювання валів змінного перерізу при дослідженні їх вигибних коливань. Рівняння руху невагомого валу з диском, що обертається в жорстких підшипниках (без тертя), і вид його вирішення. Залежність динамічного прогину невагомого валу з диском, що обертається в жорстких підшипниках, від частоти обертання. Резонанс вигибних коливань невагомого валу з диском. Критична частота обертання валу. Відміна власних форм коливань невагомих валів з диском, що обертаються в жорстких і пружних дисках.

Тема 8. Поперечні (вигібні) коливання валів, що обертаються

Власні форми і власні частоти вигибних коливань валів з розподіленою масою (постійного перерізу), що обертаються в жорстких та пружних підшипниках. Жорсткі і пружні вали. Критична частота обертання другого роду.

Тема 9. Загальні відомості про джерела шуму і вібрації електричних машин

Джерела шуму і вібрації електричних машин. Фактори, що впливають на співвідношення джерел шуму і вібрації в електричних машинах. Розподілення джерел шуму і вібрації в електричних машинах. Розподілення джерел шуму і вібрації електричних машин методами послідовного вилучення (ослаблення) джерел і спектрального аналізу.

Тема 10. Магнітний шум і магнітна вібрація асинхронних двигунів

Розрахунок магнітних сил у повітряному проміжку методом гармонічних провідностей. Магніторушійні сили обмоток статора і ротора. Магнітна провідність повітряного проміжку. Магнітне поле у повітряному зазорі. Радіальні та тангенціальні сили, що створюються магнітними полями.

Тема 11. Магнітний шум і магнітна вібрація асинхронних двигунів

Розрахунок магнітної вібрації корпусу асинхронного двигуна. Фактори, що впливають на магнітний шум і магнітну вібрацію асинхронних двигунів (скіс пазів, ексцентриситет повітряного проміжку, насичення сталі, нерівномірність розподілення струмів у обмотці з кількома паралельними вітками, несинусоїдність напруги і струму, несиметрія струмів у фазах обмотки статора, технологічні та конструктивні фактори).

Тема 13. Вібрація електричних машин, що збуджується механічною нерівновагою ротора

Інженерні методи розрахунку частот обертання жорсткого ротора (метод Фрідмана, приблизні методи).

Тема 14. Вібрація електричних машин, що збуджується механічною нерівновагою ротора

Види нерівноваги жорстких роторів. Розрахунок вібрації електричних машин, зумовленої нерівновагою ротора. Послаблення вібрації на критичній частоті обертання другого роду.

Тема 15. Балансування роторів електричних машин

Основні поняття. Статичне і динамічне балансування.

Тема 16. Вентиляційний шум електричних машин

Причини виникнення вентиляційного шуму. Розрахунок вентиляційного шуму. Фактори, що впливають на вентиляційний шум.

Теми практичних занять

Тема 1. Аналіз стандартів щодо шуму електричних машин. Аналіз стандартів щодо вібрації електричних машин

Тема 2. Розрахунок коливань статора асинхронного двигуна

Тема 3. Розрахунок магнітної вібрації корпусу асинхронного двигуна

Тема 4. Розрахунок магнітного шуму, що випромінюється корпусом асинхронного двигуна

Тема 5. Розрахунок критичної частоти обертання ротора асинхронного двигуна

Тема 6. Розрахунок вібрації, яка створюється механічною невривноваженістю ротора

Тема 7. Розрахунок вібрації, яка створюється підшипниками кочення

Тема 8. Розрахунок вібрації на частоті обертання ротора

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахункового завдання «Розрахунковий аналіз магнітного шуму і механічної вібрації асинхронного двигуна». Розрахункове завдання містить звіт з виконання розрахунку згідно обраного варіанту. Успішний захист розрахункового завдання оцінюється в 20 балів і входить до екзаменаційної оцінки.

Студентам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Надійність електричних машин. Вібрації та шуми електричних машин. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньою програмою "Електричні машини і апарати" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. А. Гераскін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 125 с.
2. Губаревич О. В. Надійність і діагностика електрообладнання : підручник / О. В. Губаревич. – Северодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 248 с.
3. Кутін, В. М. Діагностика електрообладнання : навчальний посібник / В. М. Кутін, М. О. Ілюхін, М. В. Кутіна – Вінниця : ВНТУ, 2013. –161 с.
4. ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення.
5. ДСТУ 2300-93 Вібрація. Терміни та визначення.

6. Визначення рівня шуму і вібрації електричних машин. Методичні вказівки та контрольні завдання для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізація «Електричні машини» з дисципліни «Шум і вібрація електричних машин» / Укладачі: Л. В. Шилкова, О. О. Дунєв, О. Ю. Юр'єва – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 28 с.

Додаткова література

1. Лисенко В. В. Аналіз шуму та вібрації електричних машин та їх усунення. Матеріали науково-практичної студентської конференції "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України", 4-5 квітня 2019 р., наук. кер. О. Ю. Єгорова. Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 11. С. 158.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (40%) та поточного оцінювання (60%). Екзамен проводиться за екзаменаційними білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольні роботи (2 по 20 балів) та захисту розрахункового завдання (20 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