



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Технологія турбінобудування

Шифр та назва спеціальності
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут
ННІ Енергетики, електроніки та
електромеханіки

Освітня програма
Енергетика

Кафедра
Турбінобудування (122)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Вибіркова профілізації

Семестр
7

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Юдін Юрій Олексійович

Yudin.Yuriy@khp.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент та професор НТУ "ХПІ", професор кафедри турбінобудування НТУ "ХПІ"

Досвід педагогічної роботи – більше 35 років. Автор більше 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін:

«Технологія турбінобудування», «Монтаж та ремонт теплоенергетичного устаткування», «Теорія компресорів», «Спеціальні розділи розрахунків ЕУ», «Регулювання парових та газових турбін»,

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Суботович Валерій Петрович

Valerii.Subotovych@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник та професор НТУ "ХПІ", професор кафедри турбінобудування НТУ "ХПІ"

Досвід педагогічної роботи – більше 30 років. Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2009) – за створення парових турбін нового покоління потужністю 325 МВт. Автор 1 монографії та більше 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Експлуатація і надійність енергетичного устаткування», «Основи наукових досліджень», «Технологія турбінобудування»,

«Сучасні методи аналізу аеродинамічних процесів у решітках турбомашин», «Сучасні теоретичні та практичні проблеми енергетичного машинобудування».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Технологія машинобудування – наука про процеси виготовлення деталей та складання з них машин і механізмів, а технологічний процес у турбінобудуванні – це частина виробничого процесу турбін, яка безпосередньо пов'язана зі зміною форми та фізичних властивостей матеріалів. Розглядається наступне: загальні питання технологічного процесу у важкому машинобудуванні та унікальні верстати турбінних заводів; виготовлення основних статорних елементів – корпусних деталей, обойм, діафрагм та їх випробування, підшипників та особливості їх виробничого процесу; виготовлення роторів турбін та їх балансування, центрування корпусів та роторів турбін ТЕС та АЕС.

Мета та цілі дисципліни

Метою курсу є підготовка фахівців, які володіють питаннями технології виготовлення основних деталей та вузлів сучасних парових та газових турбін.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 14. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК 15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.

Результати навчання

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

ПР 9. Застосовувати нормативні документи і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань.

ПР 13. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідні знання та навички, що були надбані у результаті вивчення дисциплін "Основи технічної термодинаміки", "Газодинаміка", "Конструкції, міцність та експлуатація турбомашин", "Теплові та атомні електричні станції", "Змінні режими роботи парових турбін".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Головна особливість дисципліни полягає в тому, що фахові знання з технології турбінобудування є необхідними для практичної діяльності у галузі енергетичного машинобудування за будь-яким напрямом, а саме: під час проектування нових турбоагрегатів та пов'язаною з цим необхідністю виконання науково-дослідних робіт, а також монтажу та налагодження турбін, під час експлуатації турбоагрегатів різного призначення та виконання ремонтних робіт усіх ступенів складності, під час комерційної діяльності та ін. Вивчення матеріалу проходить у двох формах, на лекціях та на практичних заняттях, що мають рівний годинний обсяг. Впродовж семестру студенти виконують обов'язкові індивідуальні завдання.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Змістовний модуль № 1. Загальні питання технологічного процесу, верстати. Виготовлення корпусних деталей турбін. Виготовлення діафрагм, підшипників.

Тема 1. Загальні питання технологічного процесу, верстати.

Історія розвитку турбінобудування. Визначення турбін за ДСТ. Загальні принципи розробки технологічних процесів.

Фактори, що впливають на точність механічної обробки. Визначення елементів технологічного процесу. Верстатний парк заводів, спеціальне обладнання, верстати з ЧПУ, металообробні комплекси. Визначення торцевого биття гребня упорного підшипника методом двох індикаторів.

Тема 2. Виготовлення корпусних деталей турбін.

Розмітка корпусних деталей. Методи встановлення корпусних деталей на станках. Обробка площини горизонтального рознімання циліндра. Методи суміщення осі розточок з площиною горизонтального рознімання циліндра при встановленні на станках.

Розмітка отворів і їх механічна обробка на горизонтальному розніманні циліндра. Розточка корпусів турбіни на розточувальному верстаті.

Контроль радіальних зазорів в проточній частині турбіни.

Утворення базових площин. Методи розточування на розточувальних верстатах.

Розточка корпусу турбіни на токарно-карусельних верстатах. Гідравлічні випробування корпусів.

Контроль якості матеріалу корпусів турбін.

Контроль сполучення деталей методом свинцевих відбитків.

Тема 3. Виготовлення діафрагм, підшипників.

Технічні вимоги до виготовлення діафрагм. Виготовлення зварних та литих діафрагм.

Механічна обробка діафрагм. Випробування діафрагм на прогинання.

Контроль радіальних зазорів в проточній частині турбіни. Використання перевірного валу.

Виготовлення опорних вкладишів різної конструкції. Механічна обробка сфери обійми та вкладиша. Підготовка і заливка вкладишів бабітом.

Виготовлення сегментів упорного підшипника.

Контроль сполучення деталей методом свинцевих відбитків

Змістовний модуль № 2. Виготовлення роторів турбін. Питання балансування роторів, центрування роторів і корпусів турбін.

Тема 4 . Виготовлення роторів турбін.

Технологічність роторів різної конструкції. Контроль якості матеріалу роторів та дисків. Технічні вимоги до виконання шпоночних пазів у валах і роторах. Шліфування посадочних місць і шийок турбінного вала.

Контроль радіальних зазорів в проточній частині турбіни.

Механічна обробка валів і роторів, методи вимірювання осевих зазорів.

Свердлення центрального отвору.

Контроль центрування роторів за муфтами.

Виготовлення зварних роторів. Низькочастотна та високочастотна вібрації.

Особливості механічної обробки дисків.

Автофретирування турбінних дисків.

Остаточна механічна обробка ротора після облопачування.

Динамічне балансування роторів. Ознайомлення з установкою, приборами.

Тема 5. Питання балансування роторів, центрування роторів і корпусів турбін.

Статичне балансування дисків. Теоретичні положення динамічного балансування. Динамічне балансування роторів за допомогою розгінно-балансувальної установки.

Динамічне балансування жорстких та гнучких роторів. Устаткування розгінно-балансувальної установки. Динамічне балансування методом обходу вантажем і методом двох пусків.

Центрування роторів і корпусів турбін. Пригонка і центрування окремих деталей корпусу: обойм, діафрагм, вкладишів, ущільнень. Складання корпусів з роторами, вузлами регулювання, стендовими трубопроводами.

Теми практичних занять

Тема 1. Визначення торцевого биття гребня упорного підшипника методом двох індикаторів.

Тема 2. Контроль центрування роторів за муфтами.

Тема 3. Контроль радіальних зазорів у проточній частині турбіни.

Тема 4. Контроль сполучення деталей методом свинцевих відбитків.

Тема 5. Динамічне балансування роторів. Ознайомлення зі схемою установки для динамічного балансування роторів та вимірювальними приладами. Динамічне балансування роторів: метод обходу вантажем. Динамічне балансування роторів: метод двох пусків.

Теми лабораторних робіт

Заповнюється за наявності в плані лабораторних занять.

Самостійна робота

Мета: вивчити правила користування вимірювальним інструментом та приладами для виконання практичних занять щодо контролю технологічних процесів.

Назва індивідуальних завдань:

№ 1. Визначення торцевого биття гребня упорного підшипника методом двох індикаторів.

№ 2. Контроль центрування роторів за муфтами.

№ 3. Контроль радіальних зазорів в проточній частині турбіни.

№ 4. Контроль сполучення деталей методом свинцевих відбитків

№ 5. Динамічне балансування роторів.

Відмінне виконання одного індивідуального завдання – 10 балів.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія турбінобудування»/ Укл. проф. Юдін Ю.О. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 120 с. (електронна версія, кафедра турбінобудування НТУ «ХПІ»).

2. Конспект лекцій з дисципліни «Монтаж та ремонт теплоенергетичного устаткування»./ Укл. проф. Юдін Ю.О. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 105 с. (електронна версія, кафедра турбінобудування НТУ «ХПІ»).

3. Конспект лекцій з дисципліни «Процеси механічної обробки та їх еволюція» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. ст. викл. Кучугуров М.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019 – 116 с. (електронна версія, кафедра турбінобудування НТУ «ХПІ»).

4. Когут М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.

5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Технологія турбінобудування» для студентів спеціальності 142 Енергетичне машинобудування / Уклад. Ю.О. Юдін, О.В. Лапузін, В.П. Суботович. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 40с. (електронна версія, бібліотечний ресурс НТУ «ХПІ»).

6. Методичні вказівки до розрахункової роботи з курсу «Монтаж і ремонт теплоенергетичного устаткування» для студентів спеціальності 142 Енергетичне машинобудування. /Укл. проф. Ю.О. Юдін – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 15 с. (електронна версія, кафедра турбінобудування НТУ «ХПІ»).

Додаткова література

1. Картавов С.А. Технологія машинобудування (спеціальна частина).– Київ: Вища школа. Головне вид-во, 1984. – 272 с.

2. Новиков В.А. Технологія виробництва і монтажу парових и газових турбін. – ГОУ ВПО УГТУ УПИ. 2009 – 669с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки (іспит) складаються з результатів поточного оцінювання на практичних заняттях, загальної оцінки індивідуальних завдань та оцінки на іспиті.

Індивідуальні завдання: відмінне виконання 5-ти індивідуальних завдань щодо технології турбінобудування оцінюються у 50 балів (10 балів кожне).

Відмінна оцінка на іспиті – 30 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

20.08.2023р.

Завідувач кафедри
Олександр УСАТИЙ

20.08.2023р.

Гарант ОП
Оксана ЛИТВИНЕНКО