

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Навчальна програма вибіркової дисципліни

Охолодження газотурбінних установок

для підготовки спеціалістів

за напрямом підготовки – 6.050604 енергомашинобудування

за спеціальністю – 7.050604, 7.050604 «Турбіни»

РОЗГЛЯНУТО:

На засіданні кафедри

турбінобудування

протокол № ____ від _____

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Вченою Радою

енергомашинобудівного факультету

протокол № ____ від _____

Завідувач кафедри

проф. Бойко А.В.

Декан факультету

проф. Тарасенко М.О.

Харків 2011 р.

Структура навчальної вибіркової дисципліни «Охолодження газотурбінних установок»

1. Передмова

1.1. Газотурбінні установки широко застосовуються в різних галузях промисловості: в авіації, суднобудуванні, енергетиці, на газоперекачувальних станціях. З підвищенням початкової температури газу значно зростає економічність і потужність ГТУ. При створенні високотемпературних газотурбінних установок необхідно велику увагу приділяти розробці ефективних систем охолодження, які забезпечували б допустимі рівні температур при мінімальних витратах на охолодження. Тому лекційний курс "Охолодження газотурбінних установок" має важливе значення для отримання необхідних знань з проектування, розрахунку та експлуатації газотурбінних установок.

Мета курсу – вивчення схем систем охолодження газотурбінних двигунів та установок та принципів їх проектування та розрахунку.

1.2. Студент повинен *знати* методи розрахунку і способи охолодження деталей в вузлів газотурбінних установок; вимоги, що пред'являються до систем охолодження; додаткові втрати в газотурбінних установках від застосування охолодження; конструкцій систем охолодження роторів, корпусів і лопаткових апаратів газових турбін; перспективні напрямки вдосконаленні систем охолодження; методи проектування системи охолодження елементів ГТУ.

Студенти повинні вміти: розрахувати гідродинамічні характеристики систем охолодження і коефіцієнти тепловіддачі з боку охолоджуючого повітря та газу; визначити температурний стан охолоджуваних деталей; оптимізувати системи охолодження з точки зору підвищення їх економічності та надійності.

1.3. Основними видами навчальних занять є лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів в процесі викладання дисципліни. Закріплення лекційного матеріалу здійснюється на практичних заняттях. Задачі підібрані таким чином, щоб допомогти вивчаючому курсу глибше зрозуміти викладений теоретичний матеріал та навчитися застосовувати загальні положення теорії для

вирішення конкретних технічних проблем. Закріплення матеріалу здійснюється також при виконанні курсової роботи.

1.4. Контроль якості навчання студентів проводиться в процесі кожного семестру тестами по всім темам, перевіркою знань по модулях, задачею курсової роботи, а також іспитом по закінченню семестру.

1.5. Самостійна робота студента базується на праці з рекомендованою літературою, самостійним контролем вивчених розділів за допомогою питань для самоперевірки, самостійним рішенням задач по прослуханим розділам курсу, а також в процесі виконання розрахункової роботи.

1.6. Загальний обсяг аудиторних годин – 164, що включає: лекцій – 48 годин, практичних занять під керівництвом викладача – 16 годин.

2. Зміст дисципліни

2.1. Модуль 1. Призначення та особливості конструкцій систем охолодження ГТУ и ГТД. Теплообмін від газу до лопаток газових турбін

Етапи та проблеми розвитку газотурбінних установок. Вимоги, що пред'являються до систем охолодження. Втрати, пов'язані з наявністю системи охолодження. Системи охолодження газових турбін і компресорів. Конструкції лопаток з конвективним способом охолодження. Конструкції лопаток з загороджувальним способом охолодження. Ефективність охолодження лопаток турбін.

Особливості перебігу та теплообміну на зовнішніх поверхнях лопаток. Узагальнення експериментальних даних по тепловіддачі до турбінним профілів. Інтегральні рівняння гідродинамічного і теплового прикордонного шару. Розрахунок теплового прикордонного шару інтегральним методом. Теплообмін на поверхні лопаток турбін при плівковому охолодженні.

2.2. Модуль 2. Теплообмін від газу до елементів корпусу і ротора газових турбін. Течія і теплообмін в каналах системи охолодження соплових і робочих лопаток газових турбін. Розрахунок систем охолодження

Тепловіддача від газу до корпусу турбіни (корпус турбіни в зоні осьового

зазору, в зоні радіального зазору, за робочим колесом, стінка корпусу, що протистоїть бічній поверхні ротора). Тепловіддача від газу до ротора турбіни (торцеві поверхні ротора, циліндричні гладкі ділянки роторів і корпусів, внутрішні порожнини роторів). Теплообмін в монтажних зазорах замкових з'єднань, теплообмін в лабіринтових ущільненнях. Тепловіддача в охолоджуючих каналах напрямних і робочих лопаток. Інтенсифікація тепловіддачі за допомогою стовпчиків і лунок.

Систематизація типів каналів систем охолодження. Методи розрахунку систем охолодження. Гідравлічний опір основних типів каналів систем охолодження. Підігрів повітря в каналах систем охолодження. Розрахунок теплового стану турбін методом кінцевих елементів.

2.3 Самостійна робота студентів

Застосування пористих матеріалів для виготовлення напрямних лопаток турбін. Тепловий стан лопаток з пористих матеріалів. Аеродинаміка придискових порожнин в роторах турбін. Сумісний розрахунок гідравлічної схеми і теплового стану газової турбіни.

3. Розподіл навчального часу за розділами, темами та видами навчальних занять

Розділи, теми	Види занять				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Контрольні
Модуль 1	32	24	4		4
Модуль 2	32	24	4		2
Усього за 10 семестр	64	48	16		8

4. Перелік тестів в процесі вивчення дисципліни

Семестр	Тема та номери тестів	Примітки
10	Модуль 1 Номери тестів: 1, 2, 3, 4 Модульний контроль	Тести включають три-чотири запитання по темі. Для більш об'єктивної

		оцінки знань студентів їм пропонується один з чотирьох варіантів теста.
10	Модуль 2 Номери тестів: 5, 6, 7, 8 Модульний контроль	
10	Модуль 3 Номери тестів: 9, 10, 11, 12 Модульний контроль	
10	Модуль 4 Номери тестів: 13, 14, 15, 16 Модульний контроль	

5. Інформаційно-методичне забезпечення

1. Слитенко А.Ф. Охлаждение деталей и узлов газовых турбин. - Учебное пособие, утвержденное Минвузом Украины. Киев: ЛИК ВО, 1992. - 175 с.
2. Копелев С.З., Слитенко А.Ф. Конструкции и расчет систем охлаждения ГТУ. Харьков: Основа, 1994. - 240 с.
3. Швец И.Т., Дыбам Е.П. Воздушное охлаждение деталей газовых турбин. Киев, Наукова думка, 1974. - 488 с.
4. Копелев С.З. Охлаждаемые лопатки газовых турбин. -Москва: Наука, 1983. - 145 с.
5. Локай В.И. и др. Теплопередача в охлаждаемых деталях газотурбинных двигателей летательных аппаратов. - Москва: Машиностроение, 1985. - 215 с.

6. Структурно-логічна схема вивчення дисциплін

- 7.1. Забезпечуючи навчальні дисципліни
 - 7.1.1. Вища математика;
 - 7.1.2. Фізика;
 - 7.1.3. Гідродинаміка;
 - 7.1.4. Технічна термодинаміка
 - 7.1.5. Теоретична механіка

7.1.6. Опір матеріалів

7.1.7. Газові турбіни та газотурбінні установки

7.1.8. Парові турбіни

7.1.9. Конструкції і технологія виробництва газових турбін

7.2. Галузі використання дисципліни, що вивчається:

7.2.1. Основи теорії оптимального проектування турбін;

7.2.2. Ремонт турбін;

7.2.3. Парогазові та газотурбінні установки;

7.2.4. Розрахунок та проектування решіток турбомашин;.

7.2.5. Газоперекачуючі станції та газові мережі.

7.3. Види навчальних занять: лекції, практичні заняття.

7.4. Самостійна робота студентів полягає у виконанні розрахункової роботи, вирішенні задач та вивченні окремих питань рекомендованої літератури.

Програму склав професор
кафедри турбіно будування,

д.т.н.

Тарасов О.І.