

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт (факультет) Институт авиации, наземного транспорта и энергетики
Кафедра Реактивных двигателей и энергетических установок

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины (модуля)
«Расчет и проектирование высокотемпературных охлаждаемых ГТД»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.05.01**

Специальность: **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей.**

Квалификация: **инженер**

Специализация № 7 "Проектирование систем охлаждения и устройств тепловой защиты в авиационных и ракетных двигателях".

Вид(ы) профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская, научно-исследовательская**

Разработчик: д.т.н., профессор кафедры ТиЭМ Шукин А.В.

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины:

Получение студентами знаний по современной методологии расчета и проектирования высокотемпературных охлаждаемых газотурбинных двигателей и установок, а также их деталей.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи изучения дисциплины: получить знания по конструкции систем охлаждения энергетических машин, знать и уметь применять методы расчета и конструирования систем охлаждения энергетических машин.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Расчет и проектирование высокотемпературных охлаждаемых ГТД» входит в состав Вариативного модуля Блока 1 и является дисциплиной по выбору.

1.4 Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

В ходе освоения дисциплины «Расчет и проектирование высокотемпературных охлаждаемых ГТД» должны быть реализованы следующие компетенции:

ПК-5 - способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений;

ПК-26 - способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности;

ПСК-7.6 - способность составлять алгоритмы, рассчитывать и проектировать теплонапряженные элементы авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок;

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1. Структура дисциплины, ее трудоемкость

Таблица 1

Распределение фонда времени по видам занятий

| Наименование раздела и темы | Всего часов | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы) | | | | Коды составляющих компетенций | Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств) |
|---|-------------|---|-----------|----------|-----------|-------------------------------|---|
| | | лекции | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. | | |
| <i>Раздел 1. Способы охлаждения горячих деталей газотурбинных двигателей и энергоустановок, основные схемы охлаждения и методология научно обоснованного выбора целесообразного их варианта</i> | | | | | | | |
| <i>Тема 1.1. Роль кафедры в развитии методов расчета и проектирования высокотемпературных охлаждаемых турбин и их деталей. Тенденции их совершенствования</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.2. Особенности рабочего процесса в турбинах с охлаждением</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.3. Открытые и замкнутые системы охлаждения. Дополнительные потери от охлаждения</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.4. Способы воздушного охлаждения лопаток турбины</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.5. Способы подвода воздуха к лопаткам турбин и охлаждения дисков</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.6. Способы охлаждения корпуса турбины и створок реактивного сопла ГТД.</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.7. Особенности охлаждения основных и форсажных камер сгорания ГТД</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Тема 1.8. Схемы мелкоканальных систем охлаждения ГТД и ГТУ</i> | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|------------------------------------|--|
| <i>Тема 1.9.</i> Использование охлаждающего воздуха для управления радиальными зазорами. | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-5з; ПК-5у; ПК-5в | Устный опрос |
| <i>Раздел 2. Основные методы расчета охлаждаемых деталей и влияние охлаждения на основные параметры ГТД и ГТУ в целом</i> | | | | | | | <i>ФОС ТК-2тесты</i> |
| <i>Тема 2.1.</i> Основные этапы расчета охлаждаемых турбинных лопаток. Эффективность охлаждения лопаток | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.2.</i> Расчет граничных условий теплообмена со стороны газа и охлаждающего воздуха | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.3.</i> Расчет теплоотдачи и сопротивления в интенсифицированных системах охлаждения турбинных лопаток ГТД и ГТУ | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.4.</i> Расчет теплоотдачи и сопротивления на охлаждаемых поверхностях с пристенной интенсификацией теплообмена | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.5.</i> Расчет систем пленочного охлаждения горячих деталей ГТД и ГТУ | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.6.</i> Расчет мелкоканальных систем охлаждения ГТД и ГТУ | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.7.</i> Основы расчета гидравлического сопротивления систем охлаждения ГТД и ГТУ и их теплогидравлический расчет | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.8.</i> Основы расчета температурного и теплонапряженного состояния охлаждаемых деталей ГТД и ГТУ | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Тема 2.9.</i> Оптимизационные расчеты конструкции охлаждаемых деталей ГТД и ГТУ | 3 | 1 | | 1 | 1 | ПК-26з; ПК-26у; ПК-26в | Отчет о выполнении практического занятия |
| <i>Раздел 3. Основные методы конструирования охлаждаемых деталей и узлов ГТД и ГТУ</i> | | | | | | | <i>ФОС ТК-3тесты</i> |
| <i>Тема 3.1.</i> Конструирование систем интенсификации охлаждения турбинных лопаток ГТД и ГТУ | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.2.</i> Конструирование систем охлаждаемых поверхностей с пристенной интенсификацией теплообмена (выемки) | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Отчет о выполнении практического занятия |

| | | | | | | | |
|--|-----|----|--|----|----|------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Тема 3.3.</i> Конструирование охлаждаемых поверхностей с пристенной интенсификацией теплообмена (выступы) | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.4.</i> Конструирование систем пленочного охлаждения в реальных условиях горячих деталей ГТД и ГТУ | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.5.</i> Термобарьерные покрытия охлаждаемых деталей ГТД и ГТУ | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.6.</i> Основные положения конструирования охлаждаемых лопаток газовых турбин | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.7.</i> Основные положения конструирования охлаждаемых корпусов, основных и форсажных камер сгорания, створок реактивного сопла ГТД | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.8.</i> Особенности компьютерного проектирования охлаждаемых ГТД и ГТУ | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| <i>Тема 3.9.</i> Основные методы опытного определения граничных условий теплообмена, испытаний и доводки охлаждаемых лопаток | 6 | 2 | | 2 | 2 | ПСК-7,6з; ПСК-7,6у; ПСК-7,6в | Устный опрос |
| Зачет | | | | | | | ФОС ПА-1 письменное задание |
| Всего за 8 семестр | 108 | 36 | | 36 | 36 | | |

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1.1 Основная литература

1. Иванов, В.Л. Воздушное охлаждение лопаток газовых турбин. [Электронный ресурс] Электрон. дан.-М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 94 с.

3.1.2 Дополнительная литература

1. Щукин А.В., Ильинков А.В., Лиманский А.С., Такмовцев В.В. Расчет и проектирование систем охлаждения турбинных лопаток высокотемпературных ГТД и ГТУ. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. 148с.

2. Локай В.И., МаксUTOва М.К., Стрункин В.А. «Газовые турбины двигателей летательных аппаратов». М.: Машиностроение. 1991, 511с.

3. Теплопередача в охлаждаемых деталях газотурбинных двигателей / В.И. Локай, М.Н. Бодунов, В.В. Жуйков, А.В. Щукин. - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 1993. – 288с.

4. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: Учебник для вузов / Ю.С. Елисеев, Э.А. Манушин, В.Е. Михальцев и др. – 2-е изд., М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640с.

5. Щукин А.В., Козлов А.П., Агачев Р.С., Чудновский Я.П. Интенсификация теплообмена сферическими выемками при воздействии возмущающих факторов / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2003. 143с.

3.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Горюнов Л.В., Щукин А.В., Такмовцев В.В., Ильинков А.В., Ерзиков А.М. «Газодинамические и вибрационные исследования компрессоров, турбин и их деталей» Учебное пособие, Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2012, 184с.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области теплотехники или энергетического машиностроения и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области теплотехники или энергетического машиностроения и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

**Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу
дисциплины**

| № п/п | № страницы внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | «Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину | «Согласовано» председатель УМК ИАНТЭ |
|----------|----------------------------------|----------------------------|----------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |