

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Физическое моделирование процессов в ВТУ**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

(подпись)

С.К. Осипов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Писарев Д.С.
	Идентификатор	Radb74374-PisarevDS-0915d1cb

(подпись)

Д.С. Писарев

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

2. ПК-4 Способен к обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Разрабатывает экозащитные мероприятия систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах (Лабораторная работа)
2. КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций (Контрольная работа)
2. КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры (Лабораторная работа)
2. КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	2	4	6	8	10	14

Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов и методы их исследования						
Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов. Устройство газодинамических стендов	+					
Методы исследования течения газового потока в элементах энергетического оборудования		+	+			
Автоматизация сбора и обработки данных измерений параметров гидрогазодинамических процессов						
Автоматизация сбора и обработки данных измерений параметров гидрогазодинамических процессов		+	+	+	+	
Погрешности измерения параметров физических процессов				+	+	+
Вес КМ:	15	20	20	15	15	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-1 _{ПК-3} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	Знать: теоретические, реально достижимые минимальные и практические уровни энергопотребления на технологические процессы Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах наукоемкого оборудования	КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций (Контрольная работа) КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах (Лабораторная работа) КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента (Лабораторная работа)
ПК-3	ИД-2 _{ПК-3} Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	Знать: основные принципы моделирования, обеспечивающие гидромеханическое подобие потоков Уметь: прогнозировать снижение энергозатрат и	КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций (Контрольная работа) КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры (Лабораторная работа)

		материальных ресурсов на основе физического эксперимента	
ПК-4	ИД-2 _{ПК-4} Разрабатывает экозащитные мероприятия систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	<p>Знать:</p> <p>методы и средства измерения параметров гидрогазодинамических процессов для проведения их экспериментальных исследований</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить экспериментальные исследования гидрогазодинамических процессов</p>	<p>КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов (Тестирование)</p>

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Определение параметров потока с помощью газодинамических функций

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: теоретические, реально достижимые минимальные и практические уровни энергопотребления на технологические процессы</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. При течении фреона ($\kappa = 1,12$) замерены параметры $P = 0,25 \text{ МПа}$; $P^* = 0,32 \text{ МПа}$; $T^* = 565 \text{ К}$. Найти скорость течения газа 2. Скорость течения воздуха $W = 255 \text{ м/с}$, $T^* = 475 \text{ К}$, $\kappa = 1,4$, $P = 0,25 \text{ МПа}$. Найти полное давление и число Маха 3. В трубопроводе диаметром $d = 250 \text{ мм}$ течет воздух ($\kappa = 1,4$), давление $P = 0,45 \text{ МПа}$; $P^* = 0,52 \text{ МПа}$; $T^* = 320 \text{ К}$. Определить расход и скорость течения 4. Найти соотношение мощностей, необходимых для работы аэродинамической трубы на одном и том же числе M, если рабочим газом, при одном и том же давлении служит: 1) воздух, $\kappa = 1,4$; $R_v = 287 \text{ Дж/кгК}$; 2) фреон (для фреона $\kappa_f = 1,12$; $R_f = 68,7 \text{ Дж/кгК}$; $\rho_f = 4,18 \text{ кг/м}^3$). Мощность, необходимая для работы трубы, пропорциональна величине ρW^3, W – скорость
<p>Знать: основные принципы моделирования, обеспечивающие гидромеханическое подобие потоков</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Воздух вытекает в атмосферу, атмосферное давление $0,1 \text{ МПа}$, из отверстия в стенке баллона 10 мм. Найти величину давления в баллоне для достижения критического перепада давления и скорость истечения. Температура воздуха в баллоне 288 К 2. Определить величину расхода G_m для обеспечения газодинамического подобия при продувке канала в модельных условиях. Натурные условия: расход воздуха $G_n = 0,25 \text{ кг/с}$, канал прямоугольного сечения $10 \times 40 \text{ мм}$, температура воздуха $400 \text{ }^\circ\text{C}$. Модельные условия: площадь канала уменьшена в 4 раза, температура воздуха $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Зависимость для динамической вязкости $\mu = f(T)0,64$. 3. При течении фреона ($\kappa = 1,12$) замерены параметры $P = 0,35 \text{ МПа}$; $P^* = 0,43 \text{ МПа}$; $T^* = 450 \text{ К}$. Найти скорость течения газа 4. Скорость течения воздуха $W = 185 \text{ м/с}$, $T^* = 450 \text{ К}$, κ

	$\kappa=1,4$, $P=0,35$ МПа. Найти полное давление и число Маха 5. В трубопроводе диаметром $d = 300$ мм течет воздух ($\kappa=1,4$), давление $P=0,55$ МПа; $P^*=0,61$ МПа; $T^*=380$ К. Определить расход и скорость течения
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. Выбрано верное направление для решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. КМ-2. Визуализация линий тока в жидкостях и газах

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Закрепить экспериментальную модель №1 в рабочий участок экспериментального стенда. Запустить погружной насос, находящийся в баке-ресивере, наблюдать за заполнением рабочего участка водой. Путем изменения высоты сливного отверстия рабочего участка обеспечить минимальную скорость движения воды. В начало рабочего участка установить поплавков, включить секундомер и зафиксировать время его движения от начала рабочего участка до его конца. Для исключения ошибки измерения повторить измерение времени движения поплавка на установившемся режиме течения воды. В пластиковый шприц набрать люминесцентную жидкую краску, соединить выходное отверстие шприца резиновым шлангом. Установить шланг перед экспериментальной моделью, подать струйки люминесцентной краски в поток воды с одновременной видео-фиксацией структуры течения. Увеличить скорость течения воды в рабочем участке путем увеличения высоты сливного отверстия. С помощью поплавка измерить время его движения в рабочем участке экспериментального стенда. Осуществить подачу струек краски перед экспериментальной моделью и видео-фиксацию структуры их течения. Повторить эксперимент для модели №2 и №3. Обработать результаты эксперимента, провести анализ структуры течения при обтекании потоком различных тел

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических	1. Как изменяется градиент давления в потоке при наличии отрыва в канале? 2. Что такое дорожка Кармана и при каких условиях в потоке ее можно наблюдать? 3. Как изменяется скорость линии тока при ее отрыве
--	--

процессов, протекающих в элементах оборудования	научное оборудование	от тела в потоке?
---	----------------------	-------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Сборка измерительной петли для определения давления, температуры в процессе эксперимента

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Разложить на рабочем столе перед собой все элементы измерительной петли: подставку с измерителем сигналов, датчик давления, датчик температуры, коммутационные провода. Проверить наличие сопутствующего оборудования: шлицевой и крестовой отвертки, технических схем по подключению и соединению коммутационных проводов на все устройства. Перед началом работы убедиться, что измеритель сигналов отключен от электросети. Открутить два винта на корпусе измерителя и сдвинуть крышку. Под крышкой расположена коммутационная шина с зажимами для проводов. Зафиксировать на din-рейке датчик давления и температуры. Подсоединить датчик температур проводами к коммутационной шине измерителя согласно схеме соединений датчика температуры. Закрепить винты. Подсоединить датчик давления проводами к коммутационной шине измерителя согласно схеме соединения датчика давления. Закрепить винты. Самостоятельно проверить правильность и полярность всех соединений и сообщить преподавателю. После проверки схемы преподавателем закрыть крышку измерителя и закрутить фиксирующие винты. Включить измеритель в электрическую сеть. Используя техническую документацию на измеритель, осуществить настройку каналов датчиков. Сообщить о готовности преподавателю

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: обрабатывать и интерпретировать результаты экспериментальных исследований гидрогазодинамических процессов, протекающих в элементах научного оборудования	<p>1.Имеет ли значение полярность подключения проводов датчика температуры к измерителю? Объясните принцип работы термопары. Какие типы датчиков температур Вы знаете?</p> <p>2.Что такое «токовая петля»? Чем цифровой сигнал измерительного датчика отличается от аналогового. Как определить обрыв петли?</p> <p>3.Какие типы датчиков давления Вы знаете? Чем отличается полное давление от статического? Каким образом происходит измерение полного и статического давления в потоке?</p>
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. КМ-4. Экспериментальное исследование течений в типовых каналах арматуры

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Установить цилиндрический участок трубы на рабочий участок стенда. Подключить датчики измерения давления. Запустить роторную установку, частотно-регулирующим приводом установить частоту вращения воздуходувки равную 15%. Измерить и зафиксировать в протоколе экспериментальных исследований значение расхода на расходомере подводящего трубопровода, значения полного давления рабочей среды в баке-ресивере. С помощью координатного устройства осуществить измерение и фиксацию полного давления потока на выходе из экспериментальной модели. Повторить экспериментальное исследование цилиндрического участка трубы при частоте вращения 20 и 40%. Выключить воздуходувку. Заменить на стенде цилиндрический участок трубы на диффузорный канал и повторить экспериментальные исследования. Обработать результаты эксперимента, провести анализ влияния режима течения на коэффициент потерь энергии в различных каналах

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: прогнозировать снижение энергозатрат и материальных ресурсов на основе физического эксперимента</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Как определить статическое давления в баке-ресивере, зная давление полного торможения в потоке?2. Каким образом классифицируются потери энергии в каналах арматуры? Какие существуют эмпирические методики для их определения?3. Каким образом возможно верифицировать показания расходомера, установленного на экспериментальном стенде?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. КМ-5. Экспериментальное исследование системы охлаждения лопатки газовой турбины

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Установить экспериментальную модель системы охлаждения лопатки газовой турбины на экспериментальный стенд. К штуцерам экспериментальной модели, располагающимся соосно с отверстиями измерения статического давления, подсоединить шланги, свободный конец которых подсоединить к датчикам давления, установленным на измерительной стойке. Включить компрессор для подачи сжатого воздуха для подачи в бочку-ресивер. Провести экспериментальные исследования при следующих перепадах давления охлаждающего воздуха 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2. Замер измеряемых величин провести в прямом и обратном направлениях, с увеличением и уменьшением давления на входе в модель

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить экспериментальные исследования гидрогазодинамических процессов	1.Что такое расходная характеристика системы охлаждения лопаток газовой турбин и как ее получить? 2.Как называется перепад давления, после которого не происходит изменение расхода потока в систему охлаждения лопатки? 3.Для чего необходимо проводить измерения давления в узлах системы охлаждения лопаток газовых турбин?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. КМ-6. Физическое моделирование гидрогазодинамических процессов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы и средства	1.Что является подобием по параметрам состояния:
--------------------------	--

<p>измерения параметров гидрогазодинамических процессов для проведения их экспериментальных исследований</p>	<p>1. параметры, в частности, давление в сходственных точках модельного и натурального потоков ($p_m; p$), должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $p_m = f_{pp} + \text{const}$, где f_{pp} - масштаб параметрического подобия по давлению</p> <p>2. физические константы рабочего тела, в частности, динамическая вязкость модельного и натурального потоков (μ_M, μ) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $\mu_M = f_{\mu\mu}$, где $f_{\mu\mu}$ - масштаб подобия физических констант по вязкости</p> <p>3. скорости в сходственных точках модельного и натурального потоков (v_M, v) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $v_M = f_{vv}$, где f_{vv} - масштаб кинематического подобия</p> <p>Ответ: 1</p> <p>2. Выберите определение первой теоремы подобия:</p> <p>1. всякое уравнение, описывающее физический процесс, в частности, течение рабочего тела, можно преобразовать в безразмерное уравнение, состоящее из критериев подобия</p> <p>2. для подобных явлений можно составить безразмерные сочетания параметров - критерии подобия, имеющие одинаковые значения в сравниваемых явлениях, в частности, в модельном и натурном потоках</p> <p>3. подобие процессов осуществляется при пропорциональности всех сходственных параметров и при равенстве критериев подобия, определенных по второй теореме</p> <p>Ответ: 2</p> <p>3. Выражение для критерия Фруда:</p> <p>1. $g l / \omega^2 = 1 / Fr$</p> <p>2. $g l / \omega = 1 / Fr$</p> <p>3. $l / \omega = 1 / Fr$</p> <p>Ответ: 1</p> <p>4. Расход среды с помощью газодинамических функций определяется по формуле:</p> <p>1. $G = m(T^* Fq(\lambda)) / \sqrt{P^*}$</p> <p>2. $G = m(P^* Fq(\lambda)) / \sqrt{T^*}$</p> <p>3. $G = (T^* Fq(\lambda)) / \sqrt{P^*}$</p> <p>Ответ: 2</p> <p>5. Выражение для определения газодинамической функции $\pi(\lambda)$ является:</p> <p>1. $(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$</p> <p>2. $(1 + \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$</p> <p>3. $(1 + \frac{k+1}{k-1} \lambda^2) k / (k - 1)$</p> <p>Ответ: 1</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Теоремы подобия. Режимы течения
2. Математическая обработка исправленных результатов измерений
3. При течении фреона ($k = 1,12$) замерены параметры $P = 0,25$ МПа; $P^* = 0,32$ МПа; $T^* = 565$ К. Найти скорость течения газа

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

1. Основные принципы моделирования, обеспечивающие гидромеханическое подобие потоков
2. Методы и средства измерений давлений потоков. Методы и средства измерений температур потоков
3. Методы и средства измерения средних и мгновенных скоростей. Методы и средства измерения поверхностного трения
4. Задачи:
При течении фреона ($k = 1,12$) замерены параметры $P = 0,25$ МПа; $P^* = 0,32$ МПа; $T^* = 565$ К. Найти скорость течения газа

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите диапазон рабочих давлений для жидкостных манометров:

Ответы:

1. до 10 МПа
2. до 150 МПа
3. до 0.2 МПа

Верный ответ: 1

2. Расход среды с помощью газодинамических функций определяется по формуле:

Ответы:

1. $G = m(T^* F q(\lambda)) / \sqrt{P^*}$
2. $G = m(P^* F q(\lambda)) / \sqrt{T^*}$
3. $G = (T^* F q(\lambda)) / \sqrt{P^*}$

Верный ответ: 2

3. Выражение для определения газодинамической функции $\pi(\lambda)$ является:

Ответы:

1. $(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$

$$2. (1 + \frac{k-1}{k+1} \lambda^2) k / (k - 1)$$

$$3. (1 + \frac{k+1}{k-1} \lambda^2) k / (k - 1)$$

Верный ответ: 1

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-3 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

1. Теоремы подобия. Режимы течения
2. Газодинамические функции
3. Сигналы в измерительной системе. Электронные компоненты измерительной системы
4. Математическая обработка исправленных результатов измерений
5. Скорость течения воздуха $W = 255 \text{ м/с}$, $T^* = 475 \text{ К}$, $k = 1,4$, $P = 0,25 \text{ МПа}$. Найти полное давление и число Маха

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что является подобием по параметрам состояния:

Ответы:

1. параметры, в частности, давление в сходственных точках модельного и натурального потоков (p_M ; p), должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $p_M = f_p p + \text{const}$, где f_p - масштаб параметрического подобия по давлению
2. физические константы рабочего тела, в частности, динамическая вязкость модельного и натурального потоков (μ_M , μ) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $\mu_M = f_\mu \mu$, где f_μ - масштаб подобия физических констант по вязкости
3. скорости в сходственных точках модельного и натурального потоков (v_M , v) должны находиться в одинаковых соотношениях, т.е. $v_M = f_v v$, где f_v - масштаб кинематического подобия

Верный ответ: 1

2. Выберите определение первой теоремы подобия:

Ответы:

1. всякое уравнение, описывающее физический процесс, в частности, течение рабочего тела, можно преобразовать в безразмерное уравнение, состоящее из критериев подобия
2. для подобных явлений можно составить безразмерные сочетания параметров - критерии подобия, имеющие одинаковые значения в сравниваемых явлениях, в частности, в модельном и натурном потоках
3. подобие процессов осуществляется при пропорциональности всех сходственных параметров и при равенстве критериев подобия, определенных по второй теореме

Верный ответ: 2

3. Выражение для критерия Фруда:

Ответы:

$$1. g l / \omega^2 = 1 / Fr$$

$$2. g l / \omega = 1 / Fr$$

$$3. l / \omega = 1 / Fr$$

Верный ответ: 1

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-4 Разрабатывает экозащитные мероприятия систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

Вопросы, задания

1. Подключение измерительной системы в ЭВМ

2. Погрешности средств измерений и результатов измерений
3. Математическое ожидание и дисперсия
4. В трубопроводе диаметром $d = 250$ мм течет воздух ($\kappa = 1,4$), давление $P = 0,45$ МПа; $P^* = 0,52$ МПа; $T^* = 320$ К. Определить расход и скорость течения
5. Найти соотношение мощностей, необходимых для работы аэродинамической трубы на одном и том же числе M , если рабочим газом, при одном и том же давлении служит:
 - 1) воздух, $\kappa = 1,4$; $R_v = 287$ Дж/кгК; 2) фреон (для фреона $\kappa_f = 1,12$; $R_f = 68,7$ Дж/кгК; $\rho_f = 4,18$ г/см³). Мощность, необходимая для работы трубы, пропорциональна величине ρW^3 , W – скорость
6. Воздух вытекает в атмосферу, атмосферное давление $0,1$ МПа, из отверстия в стенке баллона 10 мм. Найти величину давления в баллоне для достижения критического перепада давления и скорость истечения. Температура воздуха в баллоне 288 К

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Полная (абсолютная) погрешность измерения $\Delta x_{\text{полн}}$ рассчитывается как:

Ответы:

$$\text{а) } \Delta x_{\text{полн}} = \sqrt{\Delta x_{\text{случ}}^2 + \Delta x_{\text{прибор}}^2};$$

$$\text{б) } \Delta x_{\text{полн}} = \sqrt{\Delta x_{\text{случ}}^2 - \Delta x_{\text{прибор}}^2};$$

$$\text{в) } \Delta x_{\text{полн}} = \Delta x_{\text{случ}}^2 + \Delta x_{\text{прибор}}^2$$

Верный ответ: 1

2. На сколько групп можно разделить основные приборы и способы измерения теплофизических величин:

Ответы:

1. 2
2. 3
3. 5

Верный ответ: 2

3. Механические термометры основаны на:

Ответы:

1. измерении теплового расширения сред и тел при изменении температуры
2. методе измерения электрического сигнала в проводнике, подвергнутом нагреву или охлаждению
3. измерении излучения нагретых тел

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих