

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович

Должность: ректор ФГОУ ВО «Саратовский аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Дата подписания: 17.09.2024 11:48:32

Уникальный программный идентификатор:
528682d78e671e5c8607507fe1b82172f735a12

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

И.о.заведующего кафедрой

/ Никишанов А. Н./

« 18/ » августа 2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	ТЕПЛОМАССОБМЕН
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Энергообеспечение предприятий
Квалификация выпускника	Бакалавр
Нормативный срок обучения	4 года
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Природообустройство, строительство и теплоэнергетика
Ведущий преподаватель	Панкова Т. А., доцент

Разработчик: доцент, Панкова Т. А.


(подпись)

Саратов 2020

Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	3
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	8
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования	23

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Тепломассообмен» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. № 143, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Тепломассообмен»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)*	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК 3.6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы. ОПК 3.7 Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках.	3, 4	лекции, лабораторные занятия, практические занятия	Устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, типовой расчет, экзамен.

Примечание:

Компетенция ОПК-3 – также формируется в ходе освоения дисциплин: «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 2

Перечень оценочных материалов

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	устный опрос (собеседование)	средство контроля, организованное как	перечень вопросов к рубежным контролям, требования к ответу

		специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, и т.п. в ходе контактной работы	при устном опросе
2	устный отчет по лабораторным работам	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	требования к устному отчету по лабораторным работам
3	типовой расчет	средство, направленное на изучение существующих приемов и методик для решения поставленных задач, известными методами	пример типового расчета
4	доклад	продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое сообщение о полученных результатах теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	темы докладов
5	зачет	средство контроля, организованное как беседа педагогического работника с обучающимся на темы, изучаемой дисциплиной в ходе проведения выходного контроля	вопросы к зачету
6	экзамен	средство контроля, организованное как беседа педагогического работника с обучающимся на темы, изучаемой дисциплиной в ходе проведения выходного контроля, рассмотрение ситуационной задачи.	вопросы к экзамену, варианты ситуационных задач, образец экзаменационного билета

Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Цель, задачи, структура курса. Понятие теплопроводности, конвекции, теплового излучения. Дифференциальные уравнения теплопроводности. Определение коэффициента теплопроводности. Частные случаи решения дифференциального уравнения Фурье.	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, зачет.
2	Теплопроводность через однослойную и многослойную стенку. Теплопроводность однослойной и многослойной стенки. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку. Определение теплового потока теплопроводностью. Определение теплового потока через плоские и цилиндрические однослойные и многослойные стенки.	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, зачет.
3	Основные понятия конвективного теплообмена. Конвективный теплообмен. Конвективный коэффициент теплоотдачи. Конвективный тепловой поток. Определение термических сопротивлений, коэффициентов теплопередачи, эквивалентные коэффициенты теплопроводности и количества передаваемого тепла от газов к воде. Теплопроводность однослойной и многослойной стенки. Определение коэффициента теплоотдачи. Основные понятия конвективного теплообмена. Определение коэффициента теплоотдачи.	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, зачет.
4	Теплообмен при кипении жидкости и конденсации пара. Конвективный коэффициент теплоотдачи. Конвективный тепловой поток. Теплообмен излучением. Лучистый теплообмен.	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, доклад, зачет
5	Теплопередача. Определение коэффициента теплопередачи. Определение теплопередачи через трехслойную цилиндрическую стенку. Теплопередача через однослойную цилиндрическую	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, экзамен.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	стенку. Теплопередача через ребристые поверхности. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции		
7	Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Теплообменные аппараты. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе.	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
8	Основы массообмена. Теплоемкость смеси.	ОПК-3	Типовой расчет, устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, доклад, экзамен.

Таблица 4

Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Тепломассообмен» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ОПК-3, 3, 4 семестр	ОПК 3.6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы.	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале по основам теории тепломассообмена, законах, определяющих молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную диффузию, не	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, основам теории тепломассообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое	обучающийся демонстрирует знание материала, основы теории тепломассообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную	обучающийся демонстрирует знание материала основ теории тепломассообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную

		знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	излучение и молекулярную диффузию, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	ю диффузию, не допускает существенных неточностей	ю диффузию, практику применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
ОПК 3.7 Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках.	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале не знает принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программног	обучающийся демонстрирует знание материала, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией, практику применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется	

			о материала		с ответом при видоизменении заданий
--	--	--	-------------	--	-------------------------------------

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Входной контроль

Примерный перечень вопросов

1. Что называется идеальным газом.
2. Что называется реальным газом.
3. Назовите приборы, которыми можно измерить параметры состояния.
4. Что такое избыточное и абсолютное давление.
5. Какое давление измеряют: манометром, барометром, вакуумметром.
6. Чему равен 1 мм водяного столба в Паскалях.
7. Физическая сущность закона Шарля.
8. Что такое нормальные физические условия.
9. Напишите аналитическое уравнение состояния идеального газа.
10. Что такое газовая постоянная и универсальная газовая постоянная, какова их размерность.
11. Что такое температура.
12. Что такое теплота.
13. Что называется энергией.
14. Что называется мощностью.
15. Что такое работа газа.
16. Что называется плотностью вещества.
17. Что такое удельный объем.

3.2. Доклады

Под докладом понимается устное сообщение о полученных результатах теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Подготовка доклада направлена на развитие и закрепление у обучающихся навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной (учебно-исследовательской) темы, на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Для этого обучающемуся предлагается рассмотреть и проработать одну предложенных тем докладов, или

выбрать другую актуальную тему по своему выбору, с предварительным согласованием с педагогическим работником.

Требования к выступлению с докладом:

Выступление обучающегося с докладом, занимает не более 6-8 минут.

Рекомендуемая тематика докладов по дисциплине приведена в таблице 5.

Таблица 5

**Темы докладов, рекомендуемые к написанию при изучении дисциплины
«Тепломассообмен»**

№ п/п	Темы докладов
1	2
1	Основные критериальные уравнения теплоотдачи.
2	Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
3	Применение турбокомпрессоров.
4	Эксергетический метод исследования процессов.
5	Цикл Карно.
6	Применение вихревых теплогенераторов.
7	Теплоотдача при течении газа.
8	Применение котельных агрегатов.
9	Расчет отопительных приборов.
10	Назначение и применение систем отопления и вентиляции.
11	Диффузия и ее виды.

Кроме предложенных тем, представленных в таблице 5, обучающийся по своему усмотрению может предложить другую тему по тематике курса, если данная тема ему интересна, имеет практическую ценность и научную новизну.

3.3 Типовой расчет

Типовые расчеты проводятся в процессе выполнения практических работ на практических занятиях и играют важную роль в выработке у обучающегося навыков применения полученных знаний для решения практических задач.

Тематика типовых расчетов устанавливается на основании теоретического курса изучаемой дисциплины, представлена в программе дисциплины (на практических занятиях) и в Методических указаниях для практических занятий.

Вариативность и количество вариантов заданий типовых расчетов зависит от темы практического занятия.

Пример типового расчета по теме практического занятия:

Теплопроводность. Частные случаи решения дифференциального уравнения Фурье.

Цель: ознакомиться с частными случаями решения дифференциального уравнения Фурье.

Задание: научиться определять потери тепла, коэффициент теплопередачи, тепловой поток, термическое сопротивление.

Перенос теплоты теплопроводностью зависит от распределения температуры

по объему тела. В общем виде температура зависит:

$$t = f(x, y, z, \tau)$$

где x, y, z – координаты точки; τ – время.

Основной закон теплопроводности формулируется следующим образом: плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры (закон Фурье):

$$q = -\lambda \text{ grad } t,$$

где λ – коэффициент пропорциональности, Вт/(м·К).

Коэффициент пропорциональности λ называют **коэффициентом теплопроводности**. Он характеризует способность материала проводить тепло. Значения коэффициентов приводятся в справочниках теплофизических свойств веществ (приложения К и Л). Величина коэффициента теплопроводности λ зависит от температуры, для большинства материалов эта зависимость линейная:

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + b t),$$

где λ_0, λ_t – значение коэффициента теплопроводности соответственно при 0°C и при данной температуре t , Вт/(м·К);

b – константа, определяемая экспериментально.

Зависимость изменения температуры тела от свойств тела и координат точки описывает **дифференциальное уравнение Фурье**:

$$\frac{dt}{d\tau} - \frac{\lambda}{c\rho} = \frac{d^2t}{dx^2} + \frac{d^2t}{dy^2} + \frac{d^2t}{dz^2}$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

ρ – плотность материала, кг/м³;

c – теплоемкость материала, Дж/(кг·К).

Задачи

1. Определить часовую потерю тепла паропроводом длиной 50 м. Паропровод покрыт слоем изоляции толщиной 80 мм. По паропроводу протекает насыщенный пар, давление которого 30 ат. Внутренний диаметр паропровода 100 мм, наружный 108 мм. Температура окружающего воздуха 35°C. Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке 465 Вт/(м²·К), от слоя изоляции к воздуху – 5,8 Вт/(м²·К). Коэффициент теплопроводности стали 52 Вт/(м·К), изоляции – 0,058 Вт/(м·К). Определить также температуру наружного слоя изоляции. Лучеиспусканием трубопровода пренебречь.

Ответ: $Q = 3680$ Вт; $t = 50$ °C.

2. Стальная труба диаметром 100/110 мм покрыта слоем асфальтовой изоляции. Найти критическую толщину слоя асфальта и соответствующую максимальную отдачу тепла с 3 погонных метров трубы, если по трубе протекает вода, температура 80°C, коэффициент теплоотдачи 2093 Вт/(м²·К), снаружи труба омывается воздухом, температура 15°C,

коэффициент теплоотдачи от поверхности трубы к воздуху $10,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Коэффициент теплопроводности стали $46,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, асфальта - $0,66 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Ответ: $d_{кр}=0,1265 \text{ м}$; $q_{max}=710 \text{ Вт}$.

3. Гладкая стальная труба воздухоподогревателя с внутренней стороны омывается дымовыми газами со средней температурой 320°C , а снаружи - воздухом, причем он нагревается от 25 до 250°C . Коэффициент теплопроводности стали $58 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Определить: коэффициент теплопередачи, отнесенный к одному погонному и одному квадратному метру наружной поверхности трубы, и количество тепла, передаваемое трубой за 1 ч, если: наружный диаметр трубы 51 мм ; внутренний диаметр трубы 48 мм ; длина трубы 4 м ; налет сажи внутри трубы $\delta = 1 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности стали $0,23 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Ответ: $k_T=0,232 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $k=9,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=1069 \text{ Вт}$.

4. Как велики будут ошибки в определении теплового потока, передаваемого трубой, и температуры наружного слоя трубы в задаче 292, если расчет проводить по формулам для плоской стенки, определяя ее поверхность по среднему диаметру?

Ответ: ошибки при определении: температуры - $1,93\%$, тепла - $1,74\%$.

5. Определить удельный тепловой поток, проходящий через стенку рабочей лопатки газовой турбины, если средние температуры поверхностей лопатки соответственно равны 650 и 630°C , толщина стенки лопатки $2,5 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности $23,85 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Ответ: $q=19070 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

6. Определить тепловые потери на 1 м трубопровода, а также температуру внутренней и внешней поверхностей при условии, что трубопровод, рассматриваемый в примере, покрыт слоем изоляции толщиной 70 мм с коэффициентом теплопроводности $0,116 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, а коэффициент теплоотдачи поверхности изоляции окружающей среде $9,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Ответ: $q_l=162,5 \text{ Вт}/\text{м}$;

$t'_{ст}=94,3^\circ\text{C}$; $t''_{ст}= - 0,9^\circ\text{C}$.

7. В трубчатом подогревателе требуется нагреть за 1 ч 1000 кг раствора с теплоемкостью $3,3 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Нагрев ведется от 20 до 80°C конденсатом, поступающим в подогреватель, при температуре 120°C . Коэффициент теплопередачи равен $558 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Сравнить необходимые поверхности нагрева и найти часовой расход конденсата при устройстве подогревателя по прямоточной и противоточной схемам, считая, что тепловые потери отсутствуют. Конечная разность температур в подогревателе в обоих случаях должна быть 20°C .

Ответ: прямоточная схема: $F = 2,01 \text{ м}^2$, $G = 2400 \text{ кг}/\text{ч}$; противоточная

схема: $F = 3,46 \text{ м}^2$, $G=600 \text{ кг}/\text{ч}$.

8. Во сколько раз увеличится термическое сопротивление стенки стального змеевика, свернутого из трубы диаметром 38 мм , толщиной $2,5 \text{ мм}$,

если покрыть ее слоем эмали? Считать стенку плоской. Коэффициент теплопроводности эмали $1,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Ответ: в 10 раз.

9. Паропровод длиной 40 м, диаметром 51 мм, толщиной 2,5 мм покрыт слоем изоляции толщиной 30 мм. Температура наружной поверхности изоляции 45°C , внутренней – 175°C . Определить количество тепла, теряемое паропроводом в час. Коэффициент теплопроводности изоляции $0,116 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Ответ: $Q^* = 48,6 \text{ кВт}$.

3.4 Рубежный контроль

Рубежный контроль проводится по итогам изучения нескольких разделов дисциплины в соответствии с рабочей программой дисциплины (модуля). Рубежный контроль проводится в форме устного опроса.

Требования к ответу при устном опросе:

1. Глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминами и использование их при ответе.
3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов и т.п., делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Умение отвечать на сопутствующие вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой теме.
5. Владение монологической речью.

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Теория тепломассообмена. Раскрыть понятие теплопроводности.
2. Понятие конвекции.
3. Понятие теплового излучения.
4. Температурное поле: раскрыть понятие.
5. Виды температурных полей.
6. Понятие изотермической поверхности.
7. Температурный градиент: определение.
8. Схема направления температурного градиента и математическое выражение
9. Закон Фурье: формулировка, математическое выражение.
10. Коэффициент теплопроводности, формула.
11. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
12. Коэффициент температуропроводности, определение.
13. Условия однозначности применения дифференциального уравнения.
14. Распределение температуры по толщине однородной плоской стенки.
15. Схема и уравнение плотности теплового потока.
16. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку: уравнение плотности теплового потока.

Вопросы для самостоятельного обучения

1. Теплоотдача при свободной конвекции: в неограниченном пространстве.
2. Теплоотдача при свободной конвекции: в ограниченном пространстве.
3. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при течении жидкости в трубе.

Вопросы рубежного контроля №2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку.
2. Схема и расчетная формула теплопроводности через однослойную цилиндрическую стенку.
3. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку.
4. Схема и расчетная формула теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку.
5. Основные понятия: конвективный теплообмен.
6. Понятие конвективная теплоотдача.
7. Закон Ньютона-Рихмана: формулировка и формула.
8. Коэффициент теплоотдачи: определение и формула.
9. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
10. Теория подобия.
11. Три теоремы теории подобия.
12. Критерии подобия для конвективного теплообмена.
13. Определяющий размер в критериях подобия.
14. Определяющая температура в критериях подобия.

Вопросы для самостоятельного обучения

1. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при поперечном обтекании труб.
2. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при продольном обтекании пластины.

Вопросы рубежного контроля №3

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Теплообмен при кипении: пузырьковое кипение.
2. Теплообмен при кипении: пленочный режим кипения.
3. Кривая зависимости удельного теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора.
4. Теплообмен при конденсации.
5. Схема теплообмена при конденсации, формула удельного теплового потока, коэффициента теплоотдачи.
6. Формула Нуссельта для определения среднего коэффициента теплоотдачи при ламинарном движении конденсата.
7. Теплообмен излучением: понятие излучения.
8. Виды излучения.
9. Понятие излучательной способности.
10. Понятие полного лучистого потока.
11. Понятие интенсивности излучения.

12. Сформулируйте понятие абсолютно черного, абсолютно белого, зеркального и прозрачного тела.
13. Зависимость интенсивности излучения абсолютно черного тела от длины волны и температуры: закон Планка, график.
14. Закон Вина: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
15. Закон Стефана-Больцмана: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
16. Закон Ламберта: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
17. Закон Кирхгофа: физическая сущность и аналитическое выражение закона.

Вопросы для самостоятельного обучения

1. Применение эксергетического метода исследования к изучению термодинамической эффективности процессов теплоэнергетической установки.
2. Турбокомпрессоры.

Вопросы рубежного контроля №4

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Расчет лучистого теплообмена между телами в прозрачной среде.
2. Схема лучистого теплообмена между двумя параллельно расположенными телами.
3. Расчет лучистого теплообмена между телами в прозрачной среде.
4. Схема лучистого теплообмена между телами в замкнутом пространстве.
5. Особенности лучистого теплообмена в газах.
6. Понятие теплопередачи и ее виды.
7. Теплопередача через плоскую однослойную стенку: схема.
8. Теплопередача через плоскую однослойную стенку: уравнения.
9. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку: схема.
10. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку: уравнения.
11. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку: схема.
12. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку: уравнения.
13. Теплопередача через ребристые поверхности.
14. Расчет толщины тепловой изоляции.

Вопросы для самостоятельного обучения

1. Применение эксергии в необратимых процессах течения рабочего тела.
2. Нестационарная теплопроводность.
3. Особенности теплоотдачи при течении газа с большими скоростями.

Вопросы рубежного контроля №5

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Теплообменные аппараты: определение.
2. Классификация теплообменных аппаратов по способу передачи теплоты.
3. Тепловой расчет теплообменных аппаратов по уравнению теплового баланса.

4. Тепловой расчет теплообменных аппаратов по уравнению теплопередачи.
5. Понятие водяного эквивалента.
6. Схемы движения теплоносителей.
7. Изменение температур при прямоточной схеме движения теплоносителей: формула.
8. График изменения температур при прямоточной схеме движения теплоносителей.
9. График изменения температур при противоточной схеме движения теплоносителей.
10. Изменение температур при противоточной схеме движения теплоносителей.

Вопросы для самостоятельного обучения

1. Пути интенсификации теплопередачи.
2. Развитие конструкций котельных агрегатов.

Вопросы рубежного контроля №6

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Понятие массообмена.
2. Понятие интенсивности массообмена.
3. Понятие потока массы и его плотность.
4. Понятие молекулярной диффузии.
5. Виды молекулярной диффузии.
6. Понятие концентрационной диффузии.
7. Закон Фика.
8. Коэффициент диффузии газов и паров: аналитическое выражение.
9. Понятие конвективного массообмена (массоотдача).
10. Уравнение массоотдачи: А. Н. Щукарева.
11. Основное число подобия процессов теплообмена: число Нуссельта.
12. Основное число подобия процессов теплообмена: число Прандтля.
13. Основное число подобия процессов теплообмена: число Гухмана.
14. Основное число подобия процессов теплообмена: число Пекле.

Вопросы для самостоятельного обучения

1. Расчет и подбор отопительных приборов.
2. Классификация систем отопления и вентиляции.

3.5 Промежуточная аттестация (зачет – 3 семестр, экзамен – 4 семестр)

Промежуточная аттестация по дисциплине «Тепломассообмен» в соответствии с учебным планом по специальности 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника – зачет – 3 семестр, экзамен – 4 семестр.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса и проверки решения ситуационной задачи. В экзаменационных билетах присутствуют два

теоретических вопроса и одна ситуационная задача.

Ситуационные задачи предназначены для выявления способности обучающихся решать жизненные проблемы с помощью предметных знаний, которые относятся к понятию методических ресурсов. Они позволяют представить предметные результаты образования в комплексе умений и навыков, основанных на знаниях за счёт усвоения разных способов деятельности, методов работы с информацией. Решение ситуационной задачи предполагает использование имеющихся у обучающихся знаний и опыта, полученных в ходе обучения для решения заданной задачи.

Вопросы, выносимые на зачет

1. Теория теплообмена. Раскрыть понятие теплопроводности.
2. Понятие конвекции.
3. Понятие теплового излучения.
4. Температурное поле: раскрыть понятие.
5. Виды температурных полей.
6. Понятие изотермической поверхности.
7. Температурный градиент: определение.
8. Схема направления температурного градиента и математическое выражение
9. Закон Фурье: формулировка, математическое выражение.
10. Коэффициент теплопроводности, формула.
11. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
12. Коэффициент температуропроводности, определение.
13. Условия однозначности применения дифференциального уравнения.
14. Распределение температуры по толщине однородной плоской стенки.
15. Схема и уравнение плотности теплового потока.
16. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку: уравнение плотности теплового потока.
17. Теплоотдача при свободной конвекции: в неограниченном пространстве.
18. Теплоотдача при свободной конвекции: в ограниченном пространстве.
19. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при течении жидкости в трубе.
20. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку.
21. Схема и расчетная формула теплопроводности через однослойную цилиндрическую стенку.
22. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку.
23. Схема и расчетная формула теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку.
24. Основные понятия: конвективный теплообмен.
25. Понятие конвективная теплоотдача.
26. Закон Ньютона-Рихмана: формулировка и формула.
27. Коэффициент теплоотдачи: определение и формула.
28. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
29. Теория подобия.
30. Три теоремы теории подобия.

31. Критерии подобия для конвективного теплообмена.
32. Определяющий размер в критериях подобия.
33. Определяющая температура в критериях подобия.
34. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при поперечном обтекании труб.
35. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при продольном обтекании пластины.
36. Теплообмен при кипении: пузырьковое кипение.
37. Теплообмен при кипении: пленочный режим кипения.
38. Кривая зависимости удельного теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора.
39. Теплообмен при конденсации.
40. Схема теплообмена при конденсации, формула удельного теплового потока, коэффициента теплоотдачи.
41. Формула Нуссельта для определения среднего коэффициента теплоотдачи при ламинарном движении конденсата.
42. Теплообмен излучением: понятие излучения.
43. Виды излучения.
44. Понятие излучательной способности.
45. Понятие полного лучистого потока.
46. Понятие интенсивности излучения.
47. Сформулируйте понятие абсолютно черного, абсолютно белого, зеркального и прозрачного тела.
48. Зависимость интенсивности излучения абсолютно черного тела от длины волны и температуры: закон Планка, график.
49. Закон Вина: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
50. Закон Стефана-Больцмана: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
51. Закон Ламберта: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
52. Закон Кирхгофа: физическая сущность и аналитическое выражение закона.
53. Применение эксергетического метода исследования к изучению термодинамической эффективности процессов теплоэнергетической установки.
54. Турбокомпрессоры.

Вопросы, выносимые на экзамен

1. Теория тепломассообмена. Раскрыть понятие теплопроводности, конвекции, теплового излучения.
2. Температурное поле: раскрыть понятие, виды температурных полей, изотермическая поверхность.
3. Температурный градиент: определение, схема направления температурного градиента и математическое выражение.
4. Закон Фурье: формулировка, математическое выражение.

5. Коэффициент теплопроводности, формула.
6. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
7. Коэффициент температуропроводности, определение.
8. Условия однозначности применения дифференциального уравнения.
9. Распределение температуры по толщине однородной плоской стенки: схема и уравнение плотности теплового потока.
10. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку: уравнение плотности теплового потока.
11. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку: схема и расчетная формула.
12. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку: схема и расчетная формула.
13. Основные понятия: конвективный теплообмен, конвективная теплоотдача.
14. Закон Ньютона-Рихмана: формулировка и формула.
15. Коэффициент теплоотдачи: определение и формула.
16. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
17. Теория подобия. Три теоремы теории подобия.
18. Критерии подобия для конвективного теплообмена.
19. Определяющий размер и определяющая температура в критериях подобия.
20. Теплоотдача при свободной конвекции: в неограниченном пространстве.
21. Теплоотдача при свободной конвекции: в ограниченном пространстве.
22. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при течении жидкости в трубе.
23. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при поперечном обтекании труб.
24. Теплоотдача при вынужденной конвекции: теплоотдача при продольном обтекании пластины.
25. Теплообмен при кипении: пузырьковое кипение, пленочный режим кипения.
26. Кривая зависимости удельного теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора.
27. Теплообмен при конденсации: схема, формула удельного теплового потока, коэффициента теплоотдачи.
28. Формула Нуссельта для определения среднего коэффициента теплоотдачи при ламинарном движении конденсата.
29. Теплообмен излучением: понятие излучения, виды излучения.
30. Понятие излучательной способности, полного лучистого потока и интенсивности излучения.
31. Сформулируйте понятие абсолютно черного, абсолютно белого, зеркального и прозрачного тела.
32. Зависимость интенсивности излучения абсолютно черного тела от длины волны и температуры: закон Планка, график.
33. Закон Вина, закон Стефана-Больцмана, закон Ламберта, закон Кирхгофа: физическая сущность и аналитическое выражение законов.

34. Расчет лучистого теплообмена между телами в прозрачной среде: схема лучистого теплообмена между двумя параллельно расположенными телами.
35. Расчет лучистого теплообмена между телами в прозрачной среде: схема лучистого теплообмена между телами в замкнутом пространстве.
36. Особенности лучистого теплообмена в газах.
37. Применение эксергетического метода исследования к изучению термодинамической эффективности процессов теплоэнергетической установки.
38. Турбокомпрессоры.
39. Применение эксергии в необратимых процессах течения рабочего тела.
40. Нестационарная теплопроводность.
41. Особенности теплоотдачи при течении газа с большими скоростями.
42. Понятие теплопередачи и ее виды.
43. Теплопередача через плоскую однослойную стенку: схема и уравнения.
44. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку.
45. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку.
46. Теплопередача через ребристые поверхности.
47. Расчет толщины тепловой изоляции.
48. Теплообменные аппараты: определение, классификация теплообменных аппаратов по способу передачи теплоты.
49. Тепловой расчет теплообменных аппаратов по уравнению теплового баланса и уравнению теплопередачи.
50. Понятие водяного эквивалента и схемы движения теплоносителей.
51. Изменение температур при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей.
52. Понятие массообмена и его интенсивности: поток массы и его плотность.
53. Понятие молекулярной диффузии, ее виды и закон Фика.
54. Коэффициент диффузии газов и паров: аналитическое выражение.
55. Понятие конвективного массообмена (массоотдача).
56. Уравнение массоотдачи: А. Н. Щукарева, число Нуссельта, число Прандтля, число Гухмана, число Пекле.
57. Пути интенсификации теплопередачи.
58. Развитие конструкций котельных агрегатов.
59. Расчет и подбор отопительных приборов.
60. Классификация систем отопления и вентиляции.

Варианты ситуационных задач

1. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на поверхностях стенок. Температура на поверхностях стенок равна $t_1=10^\circ\text{C}$ и $t_2=-30^\circ\text{C}$, и изменится до $t_1=12^\circ\text{C}$ и $t_2=-25^\circ\text{C}$. Длина стены $L=1$ м, высота $H=1$ м, толщина $\delta=100$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,65$ Вт/(м·°C).
2. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на поверхностях стенок. Температура на поверхностях стенок равна $t_1=12^\circ\text{C}$ и $t_2=-25^\circ\text{C}$, и изменится до $t_1=14^\circ\text{C}$ и $t_2=-20^\circ\text{C}$. Длина стены

- $L=2$ м, высота $H=1,5$ м, толщина $\delta=120$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,66$ Вт/ (м·°С).
3. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на поверхностях стенок. Температура на поверхностях стенок равна $t_1=14$ °С и $t_2=-20$ °С, и изменится до $t_1=16$ °С и $t_2=-15$ °С. Длина стены $L=3$ м, высота $H=2$ м, толщина $\delta=140$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,67$ Вт/ (м·°С).
 4. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на поверхностях стенок. Температура на поверхностях стенок равна $t_1=16$ °С и $t_2=-15$ °С, и изменится до $t_1=18$ °С и $t_2=-10$ °С. Длина стены $L=4$ м, высота $H=2,5$ м, толщина $\delta=160$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,68$ Вт/ (м·°С).
 5. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на поверхностях стенок. Температура на поверхностях стенок равна $t_1=18$ °С и $t_2=-10$ °С, и изменится до $t_1=20$ °С и $t_2=-5$ °С. Длина стены $L=5$ м, высота $H=3$ м, толщина $\delta=180$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,69$ Вт/ (м·°С).
 6. Как изменится значение коэффициента теплопроводности материала стенки при изменении ее толщины. Толщина стены $\delta=100$ мм и $\delta=150$ мм. Разность температур на границах стенки $\Delta t=10$ °С, плотность теплового потока $q=100$ кВт/м².
 7. Как изменится значение коэффициента теплопроводности материала стенки при изменении ее толщины. Толщина стены $\delta=150$ мм и $\delta=200$ мм. Разность температур на границах стенки $\Delta t=15$ °С, плотность теплового потока $q=120$ кВт/м².
 8. Как изменится значение коэффициента теплопроводности материала стенки при изменении ее толщины. Толщина стены $\delta=200$ мм и $\delta=250$ мм. Разность температур на границах стенки $\Delta t=20$ °С, плотность теплового потока $q=130$ кВт/м².
 9. Как изменится значение коэффициента теплопроводности материала стенки при изменении ее толщины. Толщина стены $\delta=250$ мм и $\delta=300$ мм. Разность температур на границах стенки $\Delta t=25$ °С, плотность теплового потока $q=140$ кВт/м².
 10. Как изменится значение коэффициента теплопроводности материала стенки при изменении ее толщины. Толщина стены $\delta=300$ мм и $\delta=350$ мм. Разность температур на границах стенки $\Delta t=30$ °С, плотность теплового потока $q=150$ кВт/м².
 11. Как изменится плотность теплового потока, проходящего через стенку котла при изменении толщины слоя накипи с внутренней стороны с $\delta_2=0,2$ мм до $\delta_2=0,4$ мм и коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=1,2$ Вт/ (м·°С). Стенка котла имеет толщину $\delta_1=10$ мм, коэффициент теплопроводности материала $\lambda_1=30$ Вт/ (м·°С). Температура наружной поверхности $t_1=150$ °С и внутренней поверхности $t_2=80$ °С.
 12. Как изменится плотность теплового потока, проходящего через стенку котла при изменении толщины слоя накипи с внутренней стороны с $\delta_2=0,4$ мм до $\delta_2=0,6$ мм и коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=1,4$ Вт/ (м·°С).

- Стенка котла имеет толщину $\delta_1=12$ мм, коэффициент теплопроводности материала $\lambda_1=32$ Вт/ (м·°С). Температура наружной поверхности $t_1=170^\circ\text{С}$ и внутренней поверхности $t_2=100^\circ\text{С}$.
13. Как изменится плотность теплового потока, проходящего через стенку котла при изменении толщины слоя накипи с внутренней стороны с $\delta_2=0,6$ мм до $\delta_2=0,8$ мм и коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=1,6$ Вт/ (м·°С). Стенка котла имеет толщину $\delta_1=14$ мм, коэффициент теплопроводности материала $\lambda_1=34$ Вт/ (м·°С). Температура наружной поверхности $t_1=190^\circ\text{С}$ и внутренней поверхности $t_2=120^\circ\text{С}$.
14. Как изменится плотность теплового потока, проходящего через стенку котла при изменении толщины слоя накипи с внутренней стороны с $\delta_2=0,8$ мм до $\delta_2=1,0$ мм и коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=1,8$ Вт/ (м·°С). Стенка котла имеет толщину $\delta_1=16$ мм, коэффициент теплопроводности материала $\lambda_1=36$ Вт/ (м·°С). Температура наружной поверхности $t_1=210^\circ\text{С}$ и внутренней поверхности $t_2=140^\circ\text{С}$.
15. Как изменится плотность теплового потока, проходящего через стенку котла при изменении толщины слоя накипи с внутренней стороны с $\delta_2=1,0$ мм до $\delta_2=1,2$ мм и коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=2,0$ Вт/ (м·°С). Стенка котла имеет толщину $\delta_1=18$ мм, коэффициент теплопроводности материала $\lambda_1=38$ Вт/ (м·°С). Температура наружной поверхности $t_1=220^\circ\text{С}$ и внутренней поверхности $t_2=160^\circ\text{С}$.
16. Как изменятся потери теплоты в окружающую среду от кирпичной обмуровки котла при изменении температуры наружного воздуха $t_b=10^\circ\text{С}$ до $t_b=12^\circ\text{С}$. Кирпичная обмуровка котла имеет толщину $\delta=210$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,5$ Вт/ (м·°С), температура дымовых газов $t_r=550^\circ\text{С}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке $\alpha_1=30$ Вт/ (м²·°С) и от стенки к окружающей среде $\alpha_2=5$ Вт/ (м²·°С).
17. Как изменятся потери теплоты в окружающую среду от кирпичной обмуровки котла при изменении температуры наружного воздуха $t_b=12^\circ\text{С}$ до $t_b=14^\circ\text{С}$. Кирпичная обмуровка котла имеет толщину $\delta=220$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,55$ Вт/ (м·°С), температура дымовых газов $t_r=600^\circ\text{С}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке $\alpha_1=35$ Вт/ (м²·°С) и от стенки к окружающей среде $\alpha_2=6$ Вт/ (м²·°С).
18. Как изменятся потери теплоты в окружающую среду от кирпичной обмуровки котла при изменении температуры наружного воздуха $t_b=14^\circ\text{С}$ до $t_b=16^\circ\text{С}$. Кирпичная обмуровка котла имеет толщину $\delta=230$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,6$ Вт/ (м·°С), температура дымовых газов $t_r=650^\circ\text{С}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке $\alpha_1=40$ Вт/ (м²·°С) и от стенки к окружающей среде $\alpha_2=7$ Вт/ (м²·°С).
19. Как изменятся потери теплоты в окружающую среду от кирпичной обмуровки котла при изменении температуры наружного воздуха $t_b=16^\circ\text{С}$ до $t_b=18^\circ\text{С}$. Кирпичная обмуровка котла имеет толщину $\delta=240$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,65$ Вт/ (м·°С), температура дымовых газов $t_r=700^\circ\text{С}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке $\alpha_1=45$ Вт/ (м²·°С) и от стенки к окружающей среде $\alpha_2=8$ Вт/ (м²·°С).

20. Как изменятся потери теплоты в окружающую среду от кирпичной обмуровки котла при изменении температуры наружного воздуха $t_b=18^\circ\text{C}$ до $t_b=20^\circ\text{C}$. Кирпичная обмуровка котла имеет толщину $\delta=250$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda=0,7$ Вт/(м \cdot °C), температура дымовых газов $t_r=750^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке $\alpha_1=50$ Вт/(м 2 \cdot °C) и от стенки к окружающей среде $\alpha_2=9$ Вт/(м 2 \cdot °C).
21. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на ее внешней поверхности с $t_2=15^\circ\text{C}$ до $t_2=10^\circ\text{C}$. Температура на внутренней поверхности равна $t_1=28^\circ\text{C}$, длина стены $L=10$ м, высота $H=5,5$ м, толщина $\delta=280$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,74$ Вт/(м \cdot °C).
22. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на ее внешней поверхности с $t_2=10^\circ\text{C}$ до $t_2=5^\circ\text{C}$. Температура на внутренней поверхности равна $t_1=26^\circ\text{C}$, длина стены $L=9$ м, высота $H=5,0$ м, толщина $\delta=260$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,73$ Вт/(м \cdot °C).
23. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на ее внешней поверхности с $t_2=5^\circ\text{C}$ до $t_2=0^\circ\text{C}$. Температура на внутренней поверхности равна $t_1=24^\circ\text{C}$, длина стены $L=8$ м, высота $H=4,5$ м, толщина $\delta=240$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,72$ Вт/(м \cdot °C).
24. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на ее внешней поверхности с $t_2=0^\circ\text{C}$ до $t_2=-5^\circ\text{C}$. Температура на внутренней поверхности равна $t_1=22^\circ\text{C}$, длина стены $L=7$ м, высота $H=4,0$ м, толщина $\delta=220$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,71$ Вт/(м \cdot °C).
25. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на ее внешней поверхности с $t_2=-5^\circ\text{C}$ до $t_2=-10^\circ\text{C}$. Температура на внутренней поверхности равна $t_1=20^\circ\text{C}$, длина стены $L=6$ м, высота $H=3,5$ м, толщина $\delta=200$ мм, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,7$ Вт/(м \cdot °C).
26. Как изменится термическое сопротивление теплопроводности и толщина плоской однослойной стенки при изменении разности температур ее поверхностей $\Delta t=70^\circ\text{C}$ и $\Delta t=75^\circ\text{C}$. Проходящий через стенку стационарный тепловой поток имеет плотность $q=3,0$ кВт/м 2 , коэффициент теплопроводности стенки $\lambda=2$ Вт/(м \cdot °C).
27. Как изменится термическое сопротивление теплопроводности и толщина плоской однослойной стенки при изменении разности температур ее поверхностей $\Delta t=65^\circ\text{C}$ и $\Delta t=70^\circ\text{C}$. Проходящий через стенку стационарный тепловой поток имеет плотность $q=3,2$ кВт/м 2 , коэффициент теплопроводности стенки $\lambda=2$ Вт/(м \cdot °C).
28. Как изменится термическое сопротивление теплопроводности и толщина плоской однослойной стенки при изменении разности температур ее поверхностей $\Delta t=60^\circ\text{C}$ и $\Delta t=65^\circ\text{C}$. Проходящий через стенку стационарный тепловой поток имеет плотность $q=3,4$ кВт/м 2 , коэффициент теплопроводности стенки $\lambda=2$ Вт/(м \cdot °C).

29. Как изменится термическое сопротивление теплопроводности и толщина плоской однослойной стенки при изменении разности температур ее поверхностей $\Delta t=55^\circ\text{C}$ и $\Delta t=60^\circ\text{C}$. Проходящий через стенку стационарный тепловой поток имеет плотность $q=3,5\text{ кВт/м}^2$, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda=2\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$.
30. Как изменится термическое сопротивление теплопроводности и толщина плоской однослойной стенки при изменении разности температур ее поверхностей $\Delta t=50^\circ\text{C}$ и $\Delta t=55^\circ\text{C}$. Проходящий через стенку стационарный тепловой поток имеет плотность $q=3,6\text{ кВт/м}^2$, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda=2\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$.

Образец экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова
Кафедра «Природообустройства, строительство и теплоэнергетика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1
по дисциплине «Тепломассообмен»

1. Теория тепломассообмена. Раскрыть понятие теплопроводности, конвекции, теплового излучения.
2. Классификация систем отопления и вентиляции.
3. Как изменятся потери теплоты кирпичной стены при изменении температуры на поверхностях стенок. Температура на поверхностях стенок равна $t_1=10^\circ\text{C}$ и $t_2=-30^\circ\text{C}$, и изменится до $t_1=12^\circ\text{C}$ и $t_2=-25^\circ\text{C}$. Длина стены $L=1\text{ м}$, высота $H=1\text{ м}$, толщина $\delta=100\text{ мм}$, коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda=0,65\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$.

И. о. заведующего кафедрой П, С и Т

дата
А. Н. Никишанов

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Тепломассообмен» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка (промежуточная аттестация)		Описание
	«зачтено»	«отлично»	
высокий	«зачтено»	«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
базовый	«зачтено»	«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
пороговый	«зачтено»	«удовлетворительно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«не зачтено»	«неудовлетворительно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: основы теории теплообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную диффузию, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией.

умения: применять законы теплообмена и массообмена, применять на практике методы теоретического и экспериментального исследования теплообмена, рассчитывать тепловые потоки через различные геометрические формы стенок.

владение навыками: навыками проведения экспериментальных исследований теплообмена и массообмена, навыками проведения расчетов тепловых потоков через различные геометрические формы стенок.

Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

отлично	обучающийся демонстрирует: – прочные знания, умения и навыки, отличающиеся глубиной и полнотой раскрытия темы, дает аргументированные ответы, приводит примеры из практики, не допускает неточностей, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;
хорошо	обучающийся демонстрирует: – знания, умения и навыки, отличающиеся глубиной и полнотой раскрытия темы, дает аргументированные ответы, приводит примеры из практики, не допускает неточностей, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – знания, умения и навыки, отличающиеся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы, допускает несколько ошибок в содержании ответа
неудовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – незнание или поверхностное раскрытие темы, несформированные навыки анализа, неумение давать аргументированные ответы, допускает серьезные ошибки в содержании ответа

4.2.2. Критерии оценки ответа при устном отчете по лабораторным работам

При устном отчете по лабораторным работам обучающийся демонстрирует:

знания: основы теории теплообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную диффузию, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией.

умения: применять законы теплообмена и массообмена, применять на практике методы теоретического и экспериментального исследования теплообмена.

владение навыками: навыками проведения экспериментальных исследований теплообмена и массообмена.

Критерии оценки ответа при устном отчете по лабораторным работам

отлично	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами и использование их при ответе; умение объяснить сущность проведения опыта, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы на поставленные вопросы
хорошо	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами и использование их при ответе; умение объяснить сущность проведения опыта, но затрудняется делать выводы и обобщения, дает поверхностные ответы на поставленные вопросы
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами, но имеет затруднения с использованием их при ответе; умение объяснить сущность проведения опыта, но затрудняется делать выводы и обобщения, ошибается в некоторых ответах на поставленные вопросы
неудовлетворительно	обучающийся: – не знает основных понятий по теме занятия; плохо владеет терминами, и имеет затруднения с использованием их при ответе; не умеет объяснить сущность проведения опыта, и затрудняется делать выводы и обобщения, не правильно отвечает на поставленные вопросы

4.2.3. Критерии оценки выполнения типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

знания: основы теории тепломассообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную диффузию, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией.

умения: применять законы теплообмена и массообмена, рассчитывать тепловые потоки через различные геометрические формы стенок.

владение навыками: навыками проведения расчетов тепловых потоков через различные геометрические формы стенок.

Критерии оценки выполнения типовых расчетов

отлично	обучающийся демонстрирует: правильность расчетов, соответствие действующим нормативным требованиям; умение объяснять и обосновывать выполненные решения.
хорошо	обучающийся демонстрирует: правильность расчетов, после своевременного устранения ошибок, соответствие действующим нормативным требованиям; умение объяснять и обосновывать выполненные решения.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: незначительные ошибки в правильности расчетов (выявленные ошибки устранены после повторной проверки), соответствие действующим нормативным требованиям; поверхностное умение объяснять и обосновывать выполненные решения.
неудовлетворительно	обучающийся: выполнил расчеты с ошибками, что не соответствует действующим

	нормативным требованиям; не может объяснять и обосновывать выполненные решения
--	--

4.2.4. Критерии оценки решения ситуационной задачи

При решении ситуационной задачи в промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует:

знания: основы теории теплообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную диффузию.

умения: применять законы теплообмена и массообмена, рассчитывать тепловые потоки через различные геометрические формы стенок

владение навыками: навыками проведения расчетов тепловых потоков через различные геометрические формы стенок.

Критерии оценки решения ситуационной задачи

отлично	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; грамотный, последовательный ход решения задачи; не допускает неточностей, исчерпывающе, последовательно, четко и логично излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;
хорошо	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; грамотный, последовательный ход решения задачи; но допускает неточности, последовательно, четко и логично излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; путается в последовательности решения задачи; допускает неточности, сбивчиво излагает материал, затрудняется с ответом при видоизменении заданий
неудовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – не правильный ответ на вопрос задачи; путается в последовательности решения задачи; допускает неточности, затрудняется с ответом при видоизменении заданий

4.2.5. Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

знания: основы теории теплообмена, законы, определяющие молекулярную теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение и молекулярную диффузию, принципы действия и устройства теплотехнических установок в соответствии с нормативной документацией.

умения: применять законы теплообмена и массообмена, применять на практике методы теоретического и экспериментального исследования теплообмена, рассчитывать тепловые потоки через различные геометрические формы стенок.

владение навыками: навыками проведения экспериментальных исследований теплообмена и массообмена, навыками проведения расчетов тепловых потоков через различные геометрические формы стенок.

Критерии оценки доклада

отлично	обучающийся демонстрирует: – хорошее раскрытие выбранной темы доклада, где четко обозначает цели и задачи, представляет своё мнение по поводу поставленной задачи, предлагает возможные пути решения проблемы.
хорошо	обучающийся демонстрирует: – хорошее раскрытие выбранной темы доклада, где четко обозначает цели и задачи, но поверхностно раскрывает свое мнение по поводу поставленной задачи, предлагает некоторые пути решения проблемы
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: – поверхностное раскрытие выбранной темы доклада, где частично формулирует цели и задачи, не раскрывает свое мнение по поводу поставленной задачи, предлагает общеизвестные пути решения проблемы.
неудовлетворительно	обучающийся: – не раскрывает выбранной темы доклада, ошибается в постановке целей и задач, не формулирует свое мнение по поводу поставленной задачи, не предлагает пути решения проблемы

Разработчик: доцент, Панкова Т. А.


(подпись)